

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Determinación del porcentaje de carbono, nitrógeno y elementos minerales en plantaciones de <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland en Guane, Pinar del Río Determination of composition carbon, nitrogen and mineral elements in plants Wendland <i>Bambusa vulgaris</i> ex Schraderin Guane, Pinar del Río <i>Dra. C. Elsa M. Cordero-Miranda, Dr. C. Yudel García-Quintana, Dr. C. Antonio Escarré-Estévez, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Ing. Mario J. Cordero-Collado y M. Sc. Yoslaidy Cordero-Miranda</i>	3
2	Manejo de <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland en el Bosque Modelo Sabanas de Manacas, Villa Clara, Cuba <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland management in Model Forest, Manacas's Savanna, Villa Clara, Cuba <i>M. Sc. Armando Solano-Cabrera, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias y Dr. C. Cristóbal Ríos-Albuerne</i>	9
3	Método de la conductividad eléctrica para la estimación del porcentaje de germinación y las clases de calidad de las semillas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> Method for the electrical conductivity for the estimation of the germination percentage and the quality classes of <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> seeds <i>M. Sc. Yenía Molina-Pelegri, Dr. C. Juan C. Castro-Palacios, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, M. Sc. Adonis Sosa-López y M. Sc. Lizyda Paredes-Morejón</i>	13
4	Estructura poblacional de <i>Abarema maestrensis</i> (Urb.) Bässler, una especie amenazada de la Sierra Maestra <i>Abarema maestrensis</i> (Urb.) Bässler population structure, a threatened species of the Sierra Maestra <i>M. Sc. Adonis Sosa-López, M. Sc. Yenía Molina-Pelegri, Lic. William Santos-Chacón, M. Sc. Magaly Arcia-Chávez, Dra. C. Orlidia Hechavarría-Kindelán y Téc. Marcial Rosales-Rodríguez</i>	21
5	Efectos de quemadas controladas en la regeneración natural de la especie <i>Pinus tropicalis</i> Morelet Effects of controlled burns in the natural regeneration of <i>Pinus tropicalis</i> Morelet <i>M. Sc. Beatriz Rodríguez-Alfaro, Dr. C. Isyael Urrutia-Hernández, Ing. José A. Hernández-Abreu, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Dr. C. José G. Flores-Garnica, Ing. Lorenza Martínez-González, Téc. Dianelys Bejerano-Castillo, Dr. C. Luis W. Martínez-Becerra y Dra. C. Martha Bonilla-Bichot</i>	29
6	Conocimientos tradicionales dendro-energéticos en cuatro comunidades rurales de Pinar del Río, Cuba Wood energy traditional knowledge four rural communities of Pinar del Río, Cuba <i>Dra. C. Katia Manzanares-Ayala, M. Sc. María A. Guyat-Dupuy, Ing. Digna Velázquez-Viera, M. Sc. Noemí Martínez-Vento y Dr. C. José A. Bravo-Iglesias</i>	35
7	Evaluación de los impactos esperados del cambio climático en la Empresa Forestal Integral Villa Clara y estrategia de adaptación Assessment of the expected impacts of climate change on Integral Enterprise Forest Villa Clara and strategy of adaptation <i>M. Sc. Lilibian Caballero-Landín, M. Sc. Andrés Hernández-Riquene, Dr. C. Arnaldo Álvarez-Brito y Dra. C. Alicia Mercadet-Portillo</i>	43
8	Inducción de la brotación a partir de estacas de cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.) y comportamiento de indicadores de crecimiento en los brotes obtenidos Induction of bud from stakes cedar (<i>Cedrela odorata</i> L.) and performance indicators derived growth in buds <i>M. Sc. Miladys Delgado-Méndez, Téc. Yailín Beltrán-González, Dr. C. Rolando García-González, Dr. C. Marcos Daquinta-Gradaille, Dr. C. Carlos E. Aragón-Abreu e Ing. René C. Rodríguez-Escriba</i>	53
9	Bases metodológicas para el cálculo del potencial económico de Fincas Forestales Integrales en suelos salinizados Methodological basis for the calculation of economic potential of comprehensive forest estate in saline soils <i>M. Sc. Abilio O'Farrill-Colebrook y Lic. Emilio Rodríguez-González</i>	59
10	Características de <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arm. (marabú) para la producción de carbón Characteristics the <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arm. (marabú) of the production of charcoal <i>M. Sc. María A. Guyat-Dupuy, Ing. Digna Velázquez-Viera, Téc. Francisca B. Aguirre-Dorado y Téc. Vilma Capote-Pérez</i>	67
11	Escenarios de clima futuro para la provincia de Camagüey. Posible influencia sobre las plantaciones forestales de distribución mediterránea Scenarios for future climate Camagüey province. Possible influence on the mediterranean forest plantation of distribution <i>Lic. Lorge Acosta-Broche, Lic. Zoltan I. Rivero-Jaspe, Lic. Roger E. Rivero-Vega y M. Sc. Leicet Díaz-Varona</i>	73

EDITORIAL

Del 13 al 17 de abril de 2015 se efectuará en nuestro país la Convención Internacional Agroforestal, que abarcará el VI Congreso Forestal de Cuba, el II Congreso Internacional de Café y Cacao y el VI Encuentro Internacional de Jóvenes Investigadores.

El intercambio de experiencias con la comunidad científica vinculada a las actividades forestales, de café y de cacao para promover e incrementar la cooperación nacional e internacional, además de fomentar la incorporación de los jóvenes, son aspectos que contribuyen a asegurar nuestro compromiso hacia un futuro económico, social y ambientalmente sostenible para las actuales y futuras generaciones y, por consiguiente, regirán todo el desarrollo de esta Convención.

Será un marco idóneo para valorar nuestros avances y cómo enfrentar los retos al abordar los cambios y establecer las prioridades que requieren las investigaciones.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CARBONO, NITRÓGENO Y ELEMENTOS MINERALES EN PLANTACIONES DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND EN GUANE, PINAR DEL RÍO

DETERMINATION OF COMPOSITION CARBON, NITROGEN AND MINERAL ELEMENTS IN PLANTS WENDLAND *BAMBUSA VULGARIS* EX SCHRADERIN GUANE, PINAR DEL RÍO

DRA. C. ELSA M. CORDERO-MIRANDA,¹ DR. C. YUDEL GARCÍA-QUINTANA,² DR. C. ANTONIO ESCARRÉ-ESTÉVEZ,³
DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,¹ ING. MARIO J. CORDERO-COLLADO ⁴ Y M. SC. YOSLAIDY CORDERO-MIRANDA⁵

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

²Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Calle Martí Final, Pinar del Río, Cuba

³Universidad de Alicante, España

⁴ECOAI 1, Pascual Martínez 1, Pinar del Río, Cuba

⁵Facultad de Ciencias Médicas. Km 89, Carretera Central, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland se encuentra distribuida a lo largo de todo el país. El estudio se realizó en los sitios Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, pertenecientes al municipio de Guane. Se determinaron los porcentajes de carbono y nitrógeno retenidos en las hojas, oscilando entre el 43,38 y el 48,30 %, y entre el 3,37 y el 4,39 %, respectivamente, y para los culmos, fluctuando entre el 44,65 y el 47,53 %, y entre el 0,23 y el 0,49 %. Se efectuó el análisis de cada uno de los elementos minerales en las hojas a través de la digestión MW/ICP-OES con microondas, con el objetivo de determinar los porcentajes de carbono, nitrógeno y elementos minerales en bambú. Se obtuvieron los valores medios de los porcentajes de carbono, nitrógeno y de las concentraciones de peso seco de cada uno de los elementos químicos presentes en el follaje de la especie.

Palabras claves: bambú, elementos minerales, hojas, carbono, nitrógeno.

ABSTRACT

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland is distributed along the whole country. The study was carried out in the places Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, belonging to the municipality Guane. The percentages of carbon and nitrogen were determined retained in the leaves oscillating among 43,38-48,30 % and 3,37-4,39 %, respectively and for the culmos fluctuating among 44,65-47,53 % and 0,23-0,49 %. The analysis was made of each one of the mineral elements in the leaves through the digestion MW/ICP-OES with microwaves, with the objective of determining the percentage carbon, nitrogen and mineral elements in Bamboo. The values means of the percentages of carbon were obtained, nitrogen and of the concentrations of dry weight of each one of the present chemical elements in the foliage of the species.

Key words: bamboo, percentages, mineral elements, leaves, carbon, nitrogen.

INTRODUCCIÓN

La FAO (2006) y otros grupos de expertos han estimado que la retención mundial de carbono producida por la disminución de la deforestación,

el aumento de la repoblación forestal y un mayor número de proyectos agroforestales y plantaciones podrían compensar un 15 % de las emisiones

de carbono producidas por los combustibles fósiles en los próximos cincuenta años.

Según IPCC (2007), el potencial de mitigación en el sector forestal se encuentra entre los más bajos (1,3 Gt CO₂/año a 4,2 Gt CO₂/año), teniendo la mayor parte los países en vías de desarrollo al poseer la mayor cobertura boscosa. El residuo que queda después de que se seca un tejido vegetal está constituido por compuestos orgánicos, elementos minerales y sus óxidos. Casi toda la materia orgánica se sintetiza a partir de CO₂ y H₂O mediante el proceso fotosintético. Los minerales y el agua son absorbidos primeramente del suelo a través del sistema radical, aunque bajo condiciones de sequía el agua de la niebla y el rocío pueden entrar a la planta a través de las hojas. La absorción foliar de los elementos minerales ha sido utilizada ventajosamente para suministrar a las plantas fertilizantes y algunos micronutrientes, asperjando las hojas con soluciones acuosas o suspensiones de nutrientes minerales. A comienzos del siglo XIX se puso en evidencia que las plantas contienen elementos minerales. Utilizando las técnicas de la química analítica y micrométodos de análisis modernos, se han identificado en los vegetales los elementos. Después de eliminar el agua de los tejidos los macroelementos constituyen aproximadamente el 99,5 % de la materia seca, mientras que los microelementos forman cerca del 0,03 %. El contenido mineral de los tejidos vegetales es variable, dependiendo del tipo de planta, las condiciones climáticas prevalecientes durante el período

de crecimiento, la composición química del medio y la edad del tejido, entre otros. Por ejemplo, una hoja madura es probable que tenga un contenido mineral mayor que una hoja muy joven. Así mismo, una hoja madura puede tener un contenido mineral mayor que una hoja vieja, la que sufre una pérdida apreciable de minerales solubles en agua, al ser lavada por el agua de lluvia o mediante mecanismos de translocación hacia hojas jóvenes [Hernández, 2005].

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en tres sitios donde se encuentra la especie *Bambusa vulgaris* pertenecientes al Consejo Popular Los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, distribuidos geográficamente en el municipio de Guane, la región occidental de la provincia de Pinar del Río. Sus límites geográficos son: al norte con el municipio de Minas de Matahambre-Santa Lucía (Empresa Forestal Integral Minas de Matahambre), al oeste con el municipio de Mantua, al este con el municipio de San Juan y Martínez (Empresa Forestal Integral Pinar del Río), al sur con el municipio de Sandino (Empresa Forestal Integral Guanahacabibes) y al sureste con el litoral del Golfo de México, comprendido entre las desembocaduras de los ríos Cuyaguatzeje y Puercos (Fig. 1), abarcando el municipio una superficie total de 72 532 ha [Fernando, 1986].



Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio.

A partir de los registros brindados por la Estación Meteorológica de Isabel Rubio, se reporta una temperatura media anual de 25,7 °C y una precipitación de 1312 mm. Además, se tomó la altitud de cada uno de los sitios, 176 msnm en el Consejo Popular Los Portales, 113,5 msnm en el Consejo Popular Punta de la Sierra y 93 msnm en Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.

Para determinar el contenido de carbono y nitrógeno se tomó al azar una muestra de siete hojas (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7) y culmos verdes (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).

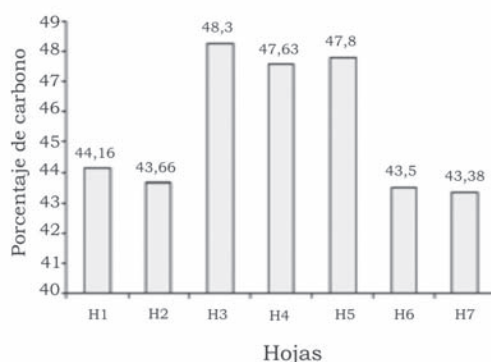
Las hojas fueron cortadas con una tijera, y los culmos con un machete, y se pesaron en una balanza técnica digital Sartorius BL 1500, con un error de 0,1 g. En el caso de las hojas cada una de las muestras pesaron 10 g, y los culmos 85, 89, 90, 91, 100, 160 y 170 g, respectivamente; después se secaron en la estufa a una temperatura de 80 °C durante 11 h aproximadamente por dos días hasta lograr que perdieran toda el agua, y finalmente fueron molidas, y luego se procedió a la determinación de sus contenidos de carbono y nitrógeno mediante el empleo del analizador elemental LECO, modelo TruSpec CN, utilizando el patrón EDTA con el 40,94 % de concentración de carbono.

Para determinar los elementos minerales esenciales en las hojas se tomó al azar siete muestras foliares (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7), las cuales fueron cortadas con una tijera y se pesaron en una balanza técnica digital Sartorius BL 1500, con un error de 0,1 g. Cada una de las muestras pesaron 10 g, respectivamente, después se secaron en la estufa a una temperatura de 80 °C durante 11 h aproximadamente por dos días hasta lograr que perdieran toda el agua, finalmente fueron molidas y luego se procedió a la determinación de cada uno de los elementos minerales a través de la digestión MW/ICP-OES con microondas, pesando 0,5 g de muestra y utilizando una muestra 8:2 HNO₃:H₂O₂. El resultado se llevó a 50 mL y luego se filtró a 0,45 micras. Posteriormente se analizó con el ICP-OES.

Se realizó un análisis de componentes principales utilizando la correlación de Spearman en cinco variables nutricionales (Ca, K, Mg, Na y P) en hojas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las *Figs. 2 y 3* se muestran los porcentajes de carbono que retiene la especie en sus hojas, oscilando en valores desde el 43,38 hasta el 48,30 %, y para los culmos desde el 44,65 hasta el 47,53 %. Resultados similares fueron obtenidos por Mercadet *et al.* (inédito) para culmos.



Hojas: H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7
Culmos verdes: C1, C2, C3, C4, H5, H6, H7

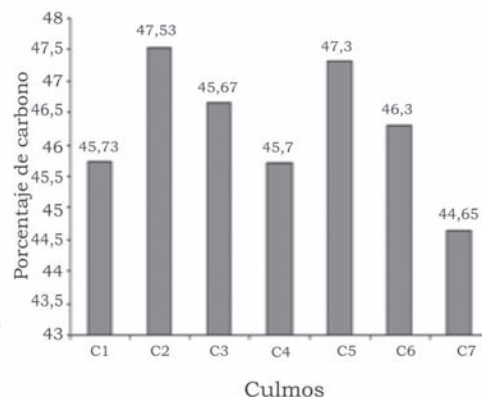


Figura 2. Porcentaje de carbono retenido por las hojas.

Figura 3. Porcentaje de carbono retenido por los culmos.

La cantidad de carbono fijado en los árboles y los bosques depende del índice de crecimiento y la edad. *Bambusa vulgaris*, en el período de crecimiento del culmo, desde el momento que emerge del suelo hasta adquirir su altura total, es de 80 a 110 días en las especies del grupo paquimorfo, aunque generalizan esta etapa hasta casi un año, teniendo en cuenta el desarrollo de la ramificación; inicialmente, entre los 60 y 90 cm el alargamiento es lento, y a partir de entonces es que empieza a ganar en velocidad. El crecimiento promedio en Cuba, en 24 h, es de 10 a 30 cm, que se logra mayormente en horas de la noche [Dransfield y Widjaja, 1995].

Según Benítez (2006), los árboles absorben gran cantidad de carbono cuando son jóvenes y crecen rápidamente. Sin embargo, a medida que los rodales se acercan a la madurez, los índices de crecimiento disminuyen al igual que la fijación de carbono. Este mismo autor reporta valores de retención de carbono para la especie *Casuarina equisetifolia* Forst. en hojas y fuste, resultando con valores superiores a los de la especie en estudio para el fuste (59 %) e inferiores para las hojas (10 %).

Se debe señalar que la capacidad de absorción de carbono atmosférico también está relacionada con el manejo que se le realice a la masa

boscosa, la variación del clima y el incremento del CO₂ en la atmósfera [Brown, 2002]. Las plantaciones bien manejadas pueden tener mayor cantidad de carbono.

La FAO (2006) y otros grupos de expertos han estimado que la retención mundial de carbono producida por la disminución de la deforestación, el aumento de la repoblación forestal y un mayor número de proyectos agroforestales y plantaciones podrían compensar un 15 % de las emisiones de carbono producidas por los combustibles fósiles en los próximos cincuenta años.

En las Figs. 4 y 5 se muestran los porcentajes de nitrógeno tanto para hojas y culmos de la especie en estudio, resultando las hojas con valores superiores a los culmos. En el caso de los culmos los porcentajes oscilan entre el 0,23 y el 0,49 %, encontrándose, según Kollmann (1959), dentro del rango para la riqueza en nitrógeno, donde reporta valores entre el 0,04 y el 0,26 % para especies leñosas (coníferas y latifolias). En el caso de las hojas los valores oscilan entre el 3,37 y el 4,39 %. A partir de los valores obtenidos se aprecia la importancia de la determinación del nitrógeno presente en la biomasa aérea, pues en su conjunto representan un 29,01 % del nitrógeno presente en las plantaciones de esta especie.

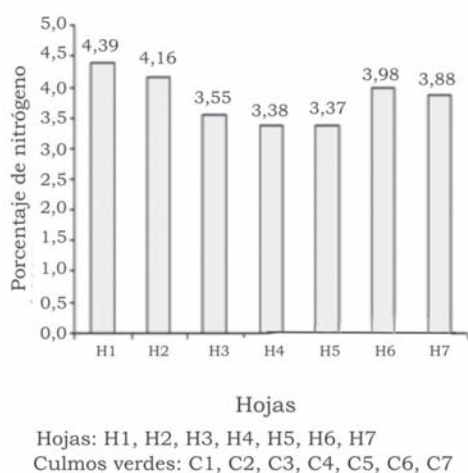


Figura 4. Porcentaje de nitrógeno por las hojas.

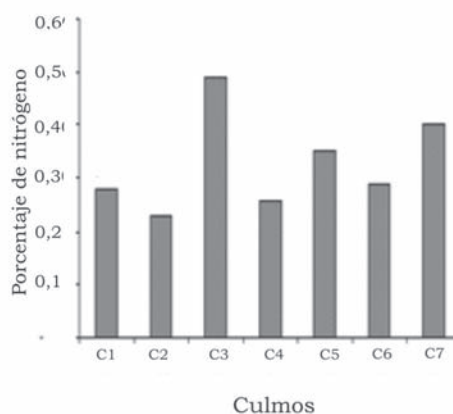


Figura 5. Porcentaje de nitrógeno por los culmos.

Almeida (2003) reporta valores de nitrógeno para especies latifolias en madera de la Cién-

naga de Zapata del 0,09 hasta el 0,36 %, y en hojas del 0,86 hasta el 3,21 %, valores que

son inferiores a los obtenidos para la especie en estudio.

En la *Tabla 1* se muestran los valores medios de los porcentajes de las concentraciones de peso seco de cada uno de los elementos químicos presentes en el follaje de la especie.

TABLA 1
Porcentaje medio de peso seco en hojas de *Bambusa vulgaris*

Elementos minerales	Porcentaje de peso seco	Desviación estándar	Error estándar
Ca	0,69	0,08	0,03
K	3,03	0,20	0,07
Mg	0,45	0,18	0,07
Na	0,12	0,06	0,02
P	0,79	0,06	0,02

Los resultados de la tabla anterior indican que todos los elementos se encuentran en los rangos admisibles. Según valores reportados por Hernández (2005), no se detectan deficiencias de estos elementos en la planta, siendo los más representativos el fósforo y el potasio, elementos de gran importancia para el desarrollo de las plantas. En el caso del fósforo participa en los procesos metabólicos vegetales como la fotosíntesis, la glucólisis, la respiración, entre otros, y en el caso del potasio actúa en la transferencia de energía, regula además la permeabilidad celular e incrementa la absorción de agua de la célula [Shanmughavel y Francis, 1995].

El gradiente de repartición de los elementos minerales presentes en las hojas de esta especie resultó: K>P>Ca>Mg>Na.

Los valores obtenidos de potasio, fósforo, calcio y sodio en la especie son superiores a los obtenidos en *Bambusa bambos* (L.) Voss, con excepción del magnesio, que es inferior [Shanmughavel y Francis, 1995].

CONCLUSIONES

- El porcentaje de carbono retenido para los culmos, oscila en valores desde el 44,65 hasta el 47,53 %, y por las hojas, desde el 43,38 hasta el 48,30 %, con cifras similares; sin embargo, para el nitrógeno en los cul-

mos, que oscilaron entre el 0,23 y el 0,49 %, y en las hojas presentan valores superiores, oscilando entre el 3,37 y el 4,39 %.

- El análisis de los nutrientes en hojas de la especie indica que ella no presenta deficiencias nutricionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, M. 2003. Perfeccionamiento para el manejo de los bosques semidecíduos mesófilos en la Ciénaga de Zapata. 278 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba.
- BENÍTEZ, N.J.Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst. de la provincia Camagüey. 189 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Programa de Doctorado cooperado Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba.
- BROWN, S. 2002. «Measuring carbon in forests: current status and future challenges». *Environmental Pollution* (EU) (116): 363-372.
- DRANSFIELD, S.; WIDJAJA, E. 1995. Plant resources of South-East Asia: Bamboos. Backhuys Publ., Leiden, Holanda. 190 pp.
- FAO. 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. Estudio FAO (148). Montes. Roma, Italia. 178 pp.
- FERNANDO, F. ET AL. 1986. *Proyecto de ordenación de bosques*. MINAG. Ciudad de La Habana. 602 pp.
- HERNÁNDEZ, G. L. 2005. Introducción a la Ecofisiología vegetal y Nutrición Mineral de las plantas. Libro de Botánica On line. Material didáctico elaborado por Dpto. de Botánica. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Disponible en: <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg>. (Consultado 15 de enero, 2006).
- IPCC. 2007. Climate Change 2007- Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. 1268 pp.
- KOLLMANN, F. 1959. *Tecnología y aplicaciones de la madera*. Tomo I, Ministerio de la Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y experiencias y servicio de la madera. Madrid, España, pp. 137-138.
- MERCADET, A., ÁLVAREZ, A. 2006. Informe Final de subproyecto: Propuesta metodológica para establecer la línea base de carbono en las empresas forestales cubanas. Ciudad de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 26 pp.
- MERCADET, A.; ÁLVAREZ, A.; ESCARRÉ, A. Inédito. Contenido de carbono y nitrógeno en la madera y la corteza de especies forestales arbóreas existentes en Cuba, primer reporte. Ciudad de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 26 pp.
- SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. 1995. Above ground biomass production and nutrient distribution in growing Bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss). Department of Botany, Bharathiar University, India, 9 pp.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Elsa María Cordero Miranda

Ingeniera Forestal, Doctora en Ciencias Ecológicas, se desempeñó por cuatro años como especialista en la producción e industria forestal en Empresas Forestales Integrales. Investigadora agregada del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, labora en la temática de Bambú y el Cambio Climático. Es miembro del grupo de gestión ambiental forestal. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales



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.

MANEJO DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAN EN EL BOSQUE MODELO SABANAS DE MANACAS, VILLA CLARA, CUBA

BAMBUSA VULGARIS SCHRADER EX WENDLAN MANAGEMENT IN MODEL FOREST, MANACAS'S SAVANNA, VILLA CLARA, CUBA

M. SC. ARMANDO SOLANO-CABRERA,¹ DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS¹ Y DR. C. CRISTÓBAL RÍOS-ALBUERNE²

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental
Agro-Forestal Placetas, Finca Victoria, Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba

²Universidad Central Marta Abreu. Villa Clara, Cuba

RESUMEN

El Bosque Modelo constituye un enfoque único basado en asociaciones de las partes interesadas con la finalidad de llevar a la práctica política de manejo forestal sustentable, con el objetivo de conocer el manejo de la especie *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendlan bajo las condiciones del Bosque Modelo Sabanas de Manacas en la región central de Cuba. Las plantaciones tenían cinco años de edad, establecidas sobre un suelo ferralítico amarillento, se levantaron parcelas temporales de muestreo para determinar el número de individuos por clases diamétricas, midiéndose las variables dasométricas, diámetro externo e interno del culmo y altura total de tallos. A partir de estas variables se calculó el volumen externo e interno del culmo, volumen sólido y biomasa. La determinación de la composición estructural y su relación con la estructura internacional vigente permitió establecer la propuesta de manejo del área. *B. vulgaris* se adapta a las condiciones edafoclimáticas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas, las cuales no son las más adecuadas para estas plantas.

Palabras claves: *Bambusa vulgaris*, Bosque Modelo, manejo silvicultural

ABSTRACT

Model Forest is a unique approach, based on partnerships of stakeholders in order to implement sustainable forest management policies. In order to meet the management of the species *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendlan under the conditions of Model Forest, Manacas's Savanna, in the central region of Cuba, Villa Clara province, Plantations were five years old, set on a yellowish Ferralitic soil, were established temporary sampling plots to determine the number of individuals by diameter class dasometric measured variables, external diameter of the culm, culm inner diameter and total height of stems. From these variables was calculated, the external volume of the culm, culm internal volume, solid volume and biomass. The determination of the structural composition and its relationship with existing international structure allowed us to establish the proposed management of the area and *B. vulgaris*, is adapted to the soil and climate of the Model Forest Manacas Savanna which are not the most suitable for these plants.

Key words: *Bambusa vulgaris*, Model Forest, silvicultural management

INTRODUCCIÓN

Los bambúes son plantas económicas y ambientalmente importantes con multiplicidad de usos, gran impacto económico, social, cultural, científico y ecológico. Los antecedentes relacionados

con su utilidad se remontan a la antigüedad, y han formado parte del largo proceso evolutivo de muchas civilizaciones, sobre todo en Asia, África, América Tropical y parte de Europa [Morán, 2005].

Bambusa vulgaris, conocida en el mundo como bambú común (Inglaterra), bambú imperial (Brasil), bambú amarillo (Colombia) [Dransfield y Widjaja, 1995] y caña brava (Cuba), es quizás la especie exótica más cultivada en Cuba y en la región del Caribe, donde se ha convertido en una importante fuente proveedora de madera con múltiples usos.

En Cuba no existía un manejo apropiado para estos hasta el surgimiento del Grupo Nacional del Bambú en 1989 por el Instituto de Investigaciones Forestales, el cual ha venido desarrollando trabajos investigativos con diferentes especies de bambú y aportando varios resultados a la práctica productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en áreas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas (BMSM), localizado en 22° 39' 25,9" latitud norte y 80° 17' 43,43" longitud oeste, en la región central de Cuba, en la provincia de Villa Clara, al noroeste de la ciudad de Santa Clara, con una extensión superficial de 1717 km²; de ellos, 880,1 km² corresponde al municipio de Santo Domingo, y 836,9 km² al municipio de Corralillo, representando el 20,4 % de la superficie total de la provincia.

El relieve es generalmente llano, predominando en una buena parte de su territorio las pendientes inferiores al 15 %.

Suelo

El suelo sobre el cual se desarrollan las plantaciones estudiadas es ferralítico amarillento, según los criterios de la IV Clasificación Genética de los Suelos de Cuba [Hernández et al., 1999].

Caracterización de las principales variables climáticas de la localidad

Según la clasificación de Köppen-Geiger [Kottek et al., 2006], el clima predominante es el tipo cálido tropical estacionalmente húmedo, con estaciones lluviosas en el verano.

Temperatura

Los valores medios anuales de la temperatura están entre los 19-24 °C, siendo la humedad relativa media alta, con promedios cercanos al 80 %.

Vientos

Los vientos predominantes son los de componentes del este, aunque en el verano giran más al sudeste.

Precipitación

El elemento que más varía en el clima es la lluvia con promedios de 1440 mm, reconociéndose dos temporadas fundamentales: lluviosa (de mayo a octubre) y poco lluviosa (de noviembre a abril). En la primera ocurre aproximadamente el 80 % del total de lluvia anual por año. Los mayores volúmenes de lluvia están asociados a fenómenos meteorológicos como ciclones tropicales, frentes fríos y ondas tropicales, o tienen su origen en el calentamiento diurno.

Selección de la muestra

Para el estudio se seleccionaron dos sitios con idénticas características edafoclimáticas donde se desarrolla la especie *B. vulgaris* de cinco años de edad, a un marco de plantación de 7 m x 7 m.

Sitio 1, con una superficie de 118,3 ha.

Sitio 2, con una superficie de 59,4 ha.

Colecta de datos

Se utilizó el mapa forestal 1:25 000 para ubicar las Parcelas Temporales de Muestreo en los sitios seleccionados mediante un muestreo aleatorio simple. Se muestreó el 3 % de área según el criterio de la Norma Ramal 595 (1982).

La estructura de la población estudiada en cada parcela se determinó por las metodologías y criterios de Camargo (2002), Tistl (2004) y Betancourt (2007).

Análisis estadísticos

Se realizó la Prueba T para dos muestras independientes para la clasificación biológica (composición estructural) y las variables dasométricas.

Se determinó el estadígrafo de posición (media) e intervalo de confianza del 95 % para el número de individuos representados en la clasificación biológica.

Se utilizó el programa estadístico InfoStat (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la composición estructural de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en áreas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas

En la *Tabla 1* se puede observar que en la categoría de brotes, los resultados en ambos sitios

se encuentran muy próximos a lo reportado en la estructura internacional por Wong (1995), coincidiendo con lo expresado por Cordero *et al.* (2010), lo que indica que a pesar de ser plantaciones de corta edad presentan un comportamiento que favorecen al desarrollo futuro del plantón.

TABLA 1

Composición estructural del plantón promedio de *B. vulgaris* y su relación con la estructura internacional vigente

Composición estructural del plantón	Estructura internacional (%)	Sitio 1		Sitio 2	
		Media	Intervalo de confianza (95%)	Media	Intervalo de confianza
		Estructura (%)		Estructura (%)	
Brotes	15	4,01	3,77	3,83	3,60
		17,22	4,25	16,54	4,05
Jóvenes	30	17,29	16,15	17,41	16,31
		74,24	18,43	75,21	18,52
Maduros	40	0,75	0,55	0,78	0,59
		3,22	0,96	3,37	0,96
Secos	15	1,24	1,04	1,13	1,00
		5,32	1,44	4,88	1,26

Para los culmos jóvenes se aprecia que los valores se encuentran por encima de la estructura internacional, mientras que para los culmos maduros y secos la relación es inversa a la estructura antes citada. Este comportamiento se debe a que la edad de la plantación es de cinco años, por lo que es de esperarse esta conducta. Estos reportes coinciden con lo planteado por Álvarez y Betancourt (2010). A partir de los siete años de edad la estructura del plantón debe aproximarse a la reportada internacionalmente.

Propuesta de manejo para las plantaciones de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en áreas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas

En la *Tabla 2* se observa que no existen diferencias ($p < 0,05$) en los valores medios de la composición estructural entre los plantones medios de los sitios estudiados, por lo que nos permite establecer el mismo plan manejo para ambos sitios.

TABLA 2

Prueba T para la composición estructural en dos sitios independientes

Composición estructural del plantón	Sitio	Valores medios	Valor T	p-valor
Brotes	1	4,01	-1,10	0,2721 NS
	2	3,83		
Verdes	1	17,29	0,15	0,8823 NS
	2	17,41		
Maduros	1	0,75	0,17	0,8660 NS
	2	0,78		
Secos	1	1,24	-0,92	0,3576 NS
	2	1,13		

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

NS- $P > 0,05$

A tales efectos se recomienda para la especie *B. vulgaris* ubicada en el Bosque Modelo Sabana

de Manacas, y bajo las características edafoclimáticas antes descritas, el siguiente plan de manejo:

- En cuanto a los brotes, deben ser protegidos para que alcance su pleno desarrollo y puedan ser debidamente utilizados.
- Aun cuando en la categoría de verde se encuentran los mayores porcentajes (74,24 %), no deben ser manejados hasta alcanzar los 7-8 años, y a partir de raleos selectivos lograr los parámetros internacionales.
- Aunque en el caso el material comprendido en la categoría de culmos secos solamente representa alrededor del 1% de la composición estructural del plantón promedio, deben eliminarse totalmente, propiciando un mejor estado fitosanitario de las plantaciones.
- Deben establecerse y mantener en buen estado las trochas cortafuegos en las áreas a fin de evitar la propagación de incendios dentro las plantaciones.
- Reducir las afectaciones por el pastoreo de ganado mayor.
- Mantener la vigilancia y control para evitar la incidencia de plagas y enfermedades.
- Se sugiere que el aprovechamiento se realice durante la época seca, cuando la producción de brotes y el contenido de agua en los culmos son más bajos.
- Por otra parte, deben seguirse las indicaciones de manejo propuestas por Betancourt *et al.* (2007) en el Manual Técnico del Bambú.

CONCLUSIONES

- La composición estructural de los brotes presenta resultados muy próximos a lo informado en la estructura internacional, no así para las restantes categorías biológicas, lo que permitió establecer una propuesta de manejo para *B. vulgaris*.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Armando Solano Cabrera

Ingeniero Forestal, máster en Agricultura Sostenible, director de la UCTB Placetas, profesor instructor adjunto de la Universidad Central de las Villas, es responsable y participante en proyectos de investigación, innovación y desarrollo en temáticas de Manejo y Conservación de Bambú y Ratán, Cambio Climático, Conservación y Mejoramiento de Recursos Genéticos Forestales, Agroforestería. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, M.; BETANCOURT, M. 2010. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. 2010. Proyecto: «Conservación y Manejo de los Bosques de Bambú» Fase I. Estado Yaracuy. República Bolivariana de Venezuela. 77 p.
- CAMARGO, C. 2002. Ajustes Metodológicos para la Investigación en silvicultura, biodiversidad vegetal y estructura de los bosques de guaduas. Seminario-Taller: Avances en la Investigación sobre Guadua. Proyecto: Research for sustainable management and markets of bamboo in Colombia and Costa Rica. 9 pp.
- CORDERO, E. 2010. Propuesta para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland con objetivo protector en diferentes condiciones ecológicas del Río Cuyagüateje, Pinar del Río. 230 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Pinar del Río.
- DRANSFIELD, S.; WIDJAJA, E. 1995. Plant Resource of South East Asia No. 7, Bamboos, S. Dransfield y E. A Widjaja (editados) Lieden: Backhuys. 189 pp.
- HERNÁNDEZ, A., PERÉZ, J., BOSCH, D., RIVERO, L. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ciudad de La Habana. 64 p.
- INFOSTAT .2008. InfoStat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- KOTTEK, M; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B. AND RUBEL, F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification Updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3): 259-263.
- MORÁN, J. 2005. El Bambú como material de la construcción: Conferencia dictada en la Universidad de Guayaquil, Facultad de Letras y Filosofía, Escuela de Comercio Exterior.
- NORMAL RAMAL 595. 1982. Tratamientos silviculturales. Ministerio de la Agricultura. 25 pp.
- NORMA RAMAL. BETANCOURT, M. A. 2007. Bambú, términos y definiciones.
- TISTL, M. 2004. Bambú: Un producto forestal no maderable con potencial para el desarrollo sostenible. En: Seminario Internacional: El bambú la cadena de valor de un producto forestal no maderable. Ecuador 25-28/Oct./2004.

MÉTODO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA PARA LA ESTIMACIÓN DEL PORCIENTO DE GERMINACIÓN Y LAS CLASES DE CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE *PINUS CARIBAEA* VAR. *CARIBAEA*

METHOD FOR THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY FOR THE ESTIMATION OF THE GERMINATION PERCENTAGE AND THE QUALITY CLASSES OF *PINUS CARIBAEA* VAR. *CARIBAEA* SEEDS

M. SC. YENIA MOLINA-PELEGRÍN,¹ DR. C. JUAN C. CASTRO-PALACIOS,² DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,³
M. SC. ADONIS SOSA-LÓPEZ¹ Y M. SC. LIZEYDA PAREDES-MOREJÓN³

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1^{1/2}, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, guisa@forestales.co.cu

²Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Martí Final 270, Pinar del Río, Cuba.

³Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo estimar el porcentaje de germinación y las clases de calidad de las semillas de Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret y Golfari. Para ello se realizó un estudio de viabilidad empleando la prueba del tetrazolio siguiendo las normas del ISTA (1985), y para la estimación del porcentaje de germinación y las clases de calidad de las semillas se hizo mediante el método de la conductividad eléctrica, utilizando la metodología propuesta por Bonner (1992). Se realizó la modelación matemática del porcentaje de germinación.

Palabras claves: conductividad eléctrica, clases de calidad, germinación.

ABSTRACT

The research aims to estimate the percentage of germination and the kinds of quality seeds of Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barrett and Golfari. It conducted a feasibility study using the tetrazolium test following ISTA rules (1985), and to estimate the percentage of germination and the kinds of quality of seeds was performed by Electrical Conductivity Method, using the methodology proposed by Bonner (1992). Mathematical modeling was performed on percent germination.

Key words: electrical conductivity, quality classes, germination.

INTRODUCCIÓN

La comunidad científica, en su incesante desempeño, trata de buscar diferentes métodos que permitan conocer la calidad intrínseca de las semillas en un corto lapso de tiempo.

Los métodos para determinar la viabilidad, aspecto este que constituye el núcleo fundamental

en la calidad de las semillas, se dividen en tres grandes grupos: los físicos, los bioquímicos y los fisiológicos [Fors, 1967].

Existen otros métodos utilizados para este fin: el examen por rayos X, el de respirometría por el método de Warburg y el de la conductividad eléctrica.

El método de la conductividad eléctrica resulta uno de los más ventajosos, dado que permite realizar una estimación del porcentaje de germinación en solo 24 h. Los valores del porcentaje de germinación, conjuntamente con los obtenidos por las mediciones de la conductividad eléctrica, ayudan a clasificar las semillas por clases de calidad, y el hecho de ser no destructivo del material biológico, que es otra ventaja que ofrece este método, permite corroborar la veracidad de esta predicción.

El término *deterioro* se refiere a cualquier alteración degenerativa que ocurre con las cualidades de la semilla en función del tiempo y el manejo de ellas. El deterioro es irreversible. Este proceso varía entre las especies y entre grupos de semillas de un mismo lote [Popinigis, 1977, citado por Carnerio y Aguiar, 1993].

Si se determina experimentalmente la máxima conductibilidad admisible para semillas vivas de una especie determinada, se puede calcular el porcentaje de germinación y establecer los rangos de conductibilidad [Besnier, 1989].

El grado de deterioro también representa un elemento para evaluar la calidad de la semilla, pues muchas veces los daños mecánicos y ataques de insectos convierten en material inerte buena parte de ellas, y esto reduce notablemente su calidad [Besnier, 1989].

Para determinar el grado de deterioro de las semillas se emplea el método de la medición de conductancia de electrolitos. El método se basa en el principio de que el contenido de las células dañadas escapa a través de su fluido. Bonner y Bozo (1986) han reportado que las mediciones de la conductibilidad por lixiviación son válidas para estimar la calidad de las semillas en *Pinus taeda*, *P. ellioti*. Los exudados pueden ser usados como una estimación confiable de la viabilidad de las semillas. Bradbeer (1988) señala que la viabilidad está muy correlacionada con el deterioro de la membrana, el contenido de azúcares y otros compuestos que son exudados durante el lavado o procesos de imbibición de las semillas.

Otra posible aplicación de este método puede ser la evaluación de la calidad de los lotes de semillas almacenadas. Si las mediciones básicas son tomadas con semillas frescas, un aumento subsecuente de los valores de conductividad

eléctrica podría alertar a los compradores que hubo actividades mal realizadas.

En Cuba, el análisis de la calidad de las semillas se realiza según la Norma Cubana 71-4:87, basada en las Normas ISTA, en la cual se disponen las diferentes pruebas para determinar la pureza y el porcentaje de germinación de las semillas forestales, basadas en las Normas ISTA.

La principal desventaja que presenta esta norma es que su realización completa demora un lapso de más de treinta días, dada fundamentalmente por la prueba de germinación.

El objetivo de la investigación es estimar el porcentaje de germinación y las clases de calidad de las semillas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* mediante el método de la conductividad eléctrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales de las semillas utilizadas

Se utilizaron semillas de dos procedencias de la especie *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

Procedencia 1: Marbajita (La Palma). Lote 1, Masa semillera. EFI La Palma.

Procedencia 2: Malas Aguas. Huerto clonal. EFI Minas.

Fecha de recolección: julio de 2004.

Almacenamiento hasta el momento de los experimentos: Se almacenaron a temperatura ambiente desde julio de 2004 hasta enero de 2005. La temperatura de almacenamiento estuvo entre 19 y 27 °C, con una humedad relativa del 70 %.

Para la determinación de la viabilidad de las semillas se empleó la prueba del tetrazolio siguiendo las normas del ISTA (1985).

Para la realización de esta prueba se tomaron 100 semillas de cada procedencia, se les retiró la testa a cada una y luego se embebieron en 20 mL de tetrazolio durante 24 h a temperatura ambiente.

Experimentos desarrollados para la aplicación del método de la conductividad eléctrica

Se utilizó la metodología propuesta por Bonner (1992).

El trabajo experimental se dividió en dos partes para su realización. La primera parte relacionada con las mediciones de conductividad eléctrica del agua de lixiviado, y la segunda con la prueba de germinación. A continuación se explican cada uno de los protocolos seguidos.

Experimento 1. Determinación de la conductividad eléctrica

Para determinar la conductividad eléctrica de cada muestra se procedió según los siguientes pasos:

- Se tomaron 50 muestras de 100 semillas por cada procedencia, y se colocaron en placas Petri de 9,6 cm de diámetro.
- Se eliminaron las alitas a las semillas.
- Se procedió a enjuagar las semillas bajo una llave con agua corriente durante 15 s en un colador, y después con agua desionizada, para de esta forma eliminar todo tipo de impurezas.
- Se embebió cada muestra de 100 semillas en 75 mL de agua desionizada ($4 \mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$) durante 24 h a temperatura ambiente ($19-24^\circ\text{C}$).
- Posteriormente se midió la conductividad eléctrica expresándose en valores $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$. Para la realización de estas mediciones se utilizó un conductímetro del tipo EC215 de Hanna Instruments, con una precisión de $0,1 \mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Experimento 2. Prueba de germinación

Condiciones climáticas del laboratorio: El experimento se realizó en un local con condiciones naturales de iluminación y ventilación, la humedad relativa fue del 70 % y la temperatura osciló entre $19-24^\circ\text{C}$.

Selección de las muestras: Se tomaron las muestras del experimento anterior y se ubicaron en placas Petri de 9,6 cm de diámetro sobre el sustrato, a razón de 50 semillas por placa.

Sustrato utilizado: Se utilizó arena sílice esterilizada, vertiendo 55 g para cada placa.

Riego de las semillas

Se aplicaron por placa 15 mL de agua corriente cada dos o tres días en dependencia de las necesidades de las semillas. Todo lo anterior fue realizado para cada procedencia objeto de análisis.

Se relacionó la conductividad eléctrica y la prueba de germinación para la determinación de la calase de calidad de las semillas.

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de correlación entre las variables conductividad eléctrica y porcentaje de germinación y la modelación matemática, seleccionándose tres modelos:

Modelo	Expresión matemática del modelo
Lineal	$y = a + bx$
Polinomio de segundo grado	$y = a + bx + cx^2$
Polinomio de tercer grado	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$

donde:

a : Constante

b, c, d : Coeficientes de regresión

Variable dependiente: Porcentaje de germinación

Variable independiente: Conductividad eléctrica

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

1. *Coefficiente de determinación (R^2):* declara qué porcentaje de la variación de la variable dependiente es explicada por las variables predictoras.
2. *Sesgo o diferencia agregada (DA):* evalúa la desviación del modelo con respecto a los valores observados.
3. *Error medio cuadrático (CME):* informa sobre la precisión de las estimaciones.
4. *Error medio en valor absoluto (EMA):* da una idea de la magnitud media de los errores independientemente de su signo.
5. *Significación estadística del modelo:* expresa el error α para el modelo.
6. *Significación estadística de los parámetros de los modelos:* expresa el error α para cada parámetro del modelo.
7. *Error estándar del modelo (EEE):* permite determinar los intervalos de confianza para el modelo.
8. *Error estándar de los estimadores de los parámetros del modelo:* permite determinar los intervalos de confianza para los parámetros.
9. *Estadístico Durbin-Watson (D-W):* revisa los residuos para determinar si hay correlación significativa.

Para el ajuste de los modelos y validación se utilizaron 100 muestras. Se empleó un nivel

de significación del 5 % para el análisis de varianza de las regresiones, utilizándose los programas estadísticos Statgraphics Plus versión 5.1 (1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba del tetrazolio

Esta prueba mostró un valor del 82 % de viabilidad para la procedencia de Marbajita, lo cual denota una buena capacidad germinativa por parte del embrión para que ocurra el proceso de germinación, ocurriendo lo contrario en la procedencia de Malas Aguas, donde su viabilidad fue de un 22 %. Estos resultados corroboran que la viabilidad puede servir *grosso modo* como estimador del porcentaje de germinación. Para el caso de Marbajita se obtuvo para esta última variable un 70 %, y para Malas Aguas un 20,3 %.

Experimentos desarrollados para la aplicación del método de la conductividad eléctrica

En la Fig. 1 se reflejan los resultados de las mediciones de la conductividad eléctrica en $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ y del porcentaje de germinación por muestra y por procedencia. Los valores de conductividad eléctrica para la procedencia de Marbajita se ubicaron en el rango entre 55,6 y $114,3\ \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ y para Malas Aguas entre 181 y $256\ \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, lo que indica que las semillas de la segunda procedencia presentan, por lo general, un mayor deterioro de sus membranas con relación a la primera (Fig. 1). Algunos autores han utilizado la conductividad eléctrica medida al agua de lixiviado para la determinación del

deterioro de las semillas, y de ahí para la estimación del porcentaje de germinación [Bonilla, 2001 y Villar, 2000]. Por otro lado, los valores del porcentaje de germinación se ubicaron entre el 55 y el 90 %, con un promedio del 70 % para Marbajita, y entre el 13 y el 34 %, para un promedio del 20,3 %, para Malas Aguas.

Es conocido que el deterioro aumenta con la edad de las semillas. En este caso las semillas de ambas procedencias fueron recolectadas en 2004, por lo que las diferencias en las conductividades eléctricas pueden ser debido a características específicas de las semillas, el manejo y el contenido de humedad. Esta última es importante, ya que puede variar entre procedencias de la misma especie, influyendo en sus actividades metabólicas como la respiración y su poder germinativo.

En estudios sobre el deterioro, Villar (2000) obtuvo valores de $128\text{--}190\ \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ en semillas de *Pinus caribaea* con menos de un año de almacenamiento, y con tres meses de cosechadas presentaron un valor de $100,7\ \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ [Villar, 2000]. Por otro lado, Bonilla (2001) obtuvo un valor de $195\ \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ en semillas de *Pinus tropicalis* con nueve meses de almacenamiento a temperatura ambiente.

Los valores de conductividad eléctrica varían de una especie a otra. También influyen las características de la cubierta y el tiempo de duración del remojo. Una vez establecidos los rangos propios de la especie, se puede determinar si la semilla es factible de utilizar o no para la siembra en vivero [Bonilla, 2001].

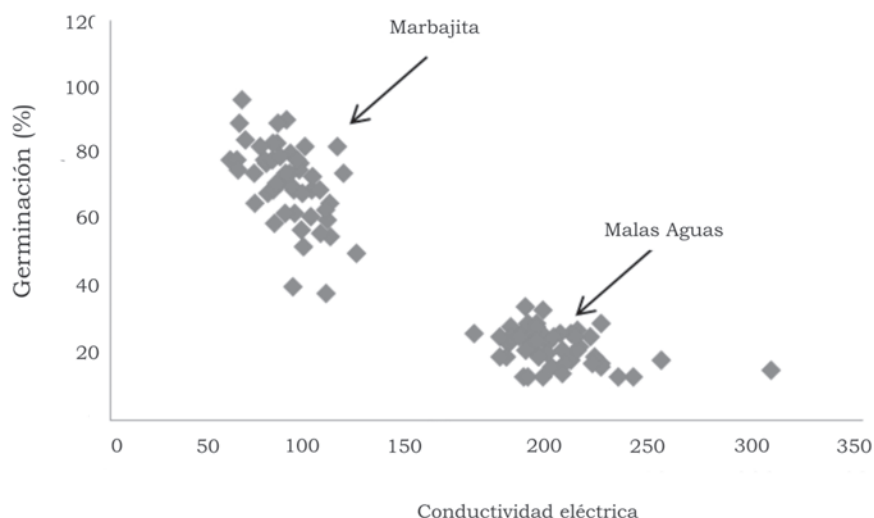


Figura 1. Porcentaje de germinación vs. conductividad eléctrica.

Entre la conductividad eléctrica y el porcentaje de germinación existe una fuerte relación inversa, determinada por un coeficiente de correlación de $-0,93$. Estos resultados se corroboran con lo planteado por Landis *et al.* (1999), que el incremento de la conductibilidad se produce por la pérdida de la sustancia celular por lixiviación, así como por el deterioro de las paredes celulares. Resultados similares a este trabajo fueron cosechados por Bonner (1991), donde obtuvo una relación funcional inversa entre la conductividad eléctrica del agua de lixiviado y el porcentaje de germinación en algunas especies de pinos americanos.

TABLA 1

Clases de calidad de las semillas de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Localidad	Clase de calidad	Rango del porcentaje Germinación (%)	Conductividad eléctrica ($\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$)
Marbajita	Media	65-85	55-100
	Baja	40-65	101-180
Malas Aguas	Mala	< 40	> 180

Es importante señalar que los análisis realizados parten del supuesto de que la relación funcional entre la conductividad eléctrica y el porcentaje de germinación debe ser una característica de la especie, y los resultados para las procedencias estudiadas deben encontrarse sobre la misma curva.

En la *Tabla 2* se observan los modelos lineal y polinomio de segundo grado, muestran todos sus parámetros significativos y valores muy

En la *Tabla 1* se muestran las clases de calidad de las semillas de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. La germinación de las semillas de la procedencia Marbajita presenta una germinación que la ubica en las clases de calidad media y baja, en cambio Malas Aguas se sitúa en la categoría de mala. Esto puede derivarse de la incidencia de factores ambientales, mal manejo de las semillas en la recolección, proceso de secado y almacenamiento. Este hecho presupone además que las diferencias entre los valores de porcentaje de germinación entre las procedencias se deben fundamentalmente a diferencias en su deterioro [Bonner *et al.*, 1992].

similares respecto al error estándar de estimación del modelo y error medio absoluto. A pesar de que el modelo lineal presenta una mayor varianza, muestra un menor desvío respecto a los valores observados. Se seleccionó el modelo lineal porcentaje de germinación = $101,48 (\pm 2,32) - 0,38 (\pm 0,01) \times$ conductividad eléctrica por presentar mejor ajuste (*Fig. 2*) que el modelo polinomio de segundo grado (*Fig. 3*).

TABLA 2

Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros de los modelos para el diámetro normal

Modelo	Lineal	Polinomio segundo grado		Polinomio tercer grado
R ²	87,3	90,1		90,1
DA	-0,09	11,53		3,63
E E E	$\pm 9,45$	$\pm 8,40$		$\pm 8,42$
EMA	7,11	6,18		6,21
CME	89,252	70,63		70,90
D-W	1,83 NS	1,79 NS		1,80 NS
P-valor	***	***		***
Parámetros	a	$101,48 \pm 2,32$ ***	$128,46 \pm 5,63$ ***	$117,45 \pm 15,00$ ***
	b	$-0,38 \pm 0,01$ ***	$-0,82 \pm 0,09$ ***	$-0,58 \pm 0,32$ NS
	c	–	$0,001 \pm 0,0003$ ***	$-0,00002 \pm 0,002$ NS
	d	–	–	$0,000002 \pm 0,000004$ NS
*** P < 0,001 ** P < 0,01 * P < 0,05 NS-P > 0,05				

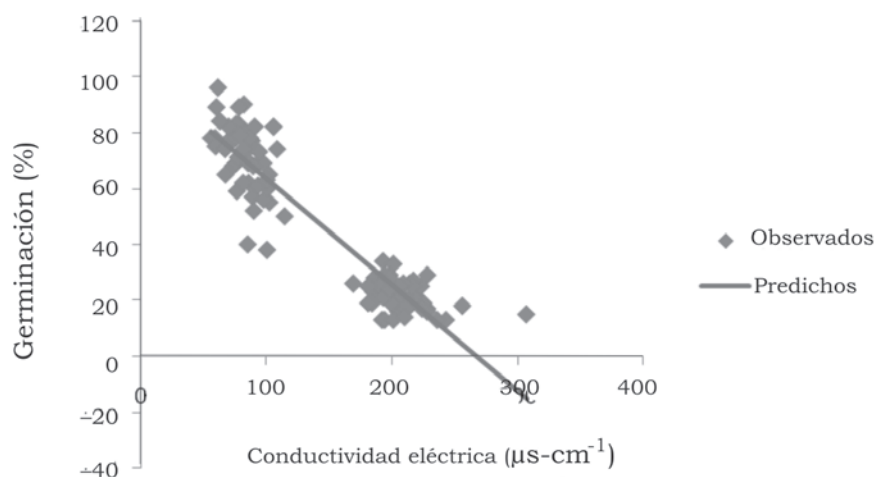


Figura 2. Modelo lineal ajustado al porcentaje de germinación.

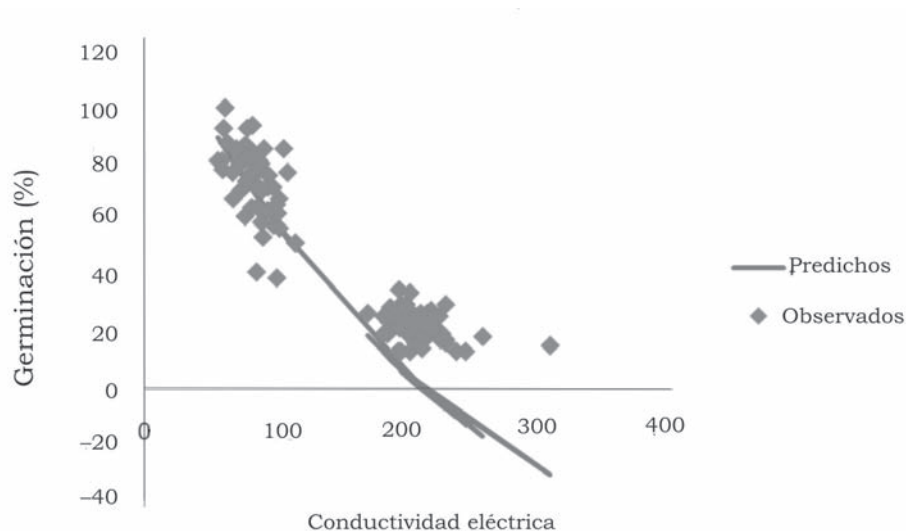


Figura 3. Modelo polinomio de segundo grado ajustado al porcentaje de germinación.

Este resultado se corrobora con los obtenidos por Bonner (1991a, 1991b, 1992) en la Estación Experimental Forestal del sur en Nueva Orleans para la determinación de las clases de calidad en especies de pinos americanos, donde obtuvo que la conductividad eléctrica del agua de lixiviado se correlaciona aproximadamente lineal con el porcentaje de germinación, lo que reafirma que a través del modelo lineal se obtiene una buena estimación de la variable en estudio.

CONCLUSIONES

- La viabilidad de las semillas de acuerdo con la prueba del tetrazolio para la procedencia de Marbajita fue del 82 %, y para Malas Aguas un 22 %, mientras que el porcentaje de germinación resultó de un 70 y 20,3 %, respectivamente.
- Las semillas de la procedencia Marbajita se ubica en las clases de calidad media y baja, y Malas Aguas se sitúa en la clase de calidad mala.

- El modelo de mejor ajuste en la modelación del porcentaje de germinación resultó: porcentaje de germinación = $101,48 (\pm 2,32) - 0,38 (\pm 0,01) \times \text{conductividad eléctrica}$.

RECOMENDACIONES

1. Continuar estudios con semillas de otras procedencias y diferentes tiempos de almacenamiento.
2. Realizar nuevas pruebas variando el volumen de agua para la imbibición de las semillas durante 24 h, así como variando también la cantidad de semillas.
3. Utilizar este método como un instrumento importante en futuras investigaciones forestales relacionadas fundamentalmente con estudios precisos de fechas de recolección.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Estudios FAO Montes 22/2. Roma, Italia. 118 pp.
- BESNIER, F. 1989. *Semillas, biología y tecnología*. España. Ediciones Mundi. Prensa S.A Madrid. 636 pp.
- BONILLA, M. 2001. Evaluación del comportamiento de *Pinus tropicalis* Morelet en la fase de vivero con tubetes. 42 h. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- BONNER, F. T. 1991a. Estimating seed quality of southern pines by leachate conductivity. Resp. Pap. SO-263. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 pp.
- BONNER, F. T. 1991b. Leachate Conductivity: A Rapid Nondestructive Test for Pine Seed Quality. Resp. Pap. SO-263. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 pp.
- BONNER, F. T. AND BOZO, J. A. 1986. «Evaluation of Tree Seed by electrical conductivity of their leachate». *Journal of Seed Technology* (EU) 10: 142-150.
- BONNER, F. T.; AGMATA-PALIWAL, A. 1992. Rapid Tests of Seed Quality in *Picea* species by the leachate conductivity method. In: DeHayes, Donald H.; Hawley, Gary J., eds. Proceedings of the 1st Northern Forest Genetics Association Conference; Conference theme: "Genetics in forest biology", 1991 July 23-25; Burlington, VT. Berea, KY: Northern Forest Genetics Association: 69-75.
- BRADBEER, J. W. 1988. Seed, Dormancy and Germination. Blackie Glasgow and London. First Published. 220 pp.
- CARNEIRO, J.; AGUIAR, I. 1993. Armazenamento de semente em Sementes Florestais Tropicais. Boletim Comitê Técnico de Sementes Florestais. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Brasília DF. 350 pp.
- FORS, J. 1967. *Manual de Silvicultura*. La Habana. Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal. 354 p.
- GUERRA, C. W.; CABRERA, A.; FERNÁNDEZ, L. 2003. «Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica». *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (CU) 37(1): 3-10.
- ISTA 1985. Normas Internacionales para ensayos de semillas. Madrid. Ministerio de la Agricultura. 134 p.
- KIVISTE, A. ET AL. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid. Instituto de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria, 190 pp.
- LANDIS, T. D. ET AL. 1999. The Container Tree Nursery Manual. Volume Six. Seedling Propagation USDA Forest Service. Handbook 674 Washington DC. 167 pp.
- MINAG. 1971. Norma cubana 71:8:47 para la determinación de la calidad de semillas forestales.
- MINAG. 1996. Programa de Desarrollo Económico Forestal 1997-2015. La Habana. pp. 1-6.
- PRODAN, M. ET AL. 1997. Mensura Forestal. Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible. San José. Costa Rica. 586 pp.
- Software estadístico Statgraphics *Plus* version 5.1 sobre Windows, 1995.
- TORRES, V.; ORTIZ, J. 2005. «Aplicaciones de la modelación y simulación en la producción y alimentación de animales de granja». *Revista Cubana Ciencia Agrícola* (CU) 39:397.
- VILLAR, P. 2000. Comunicación Personal.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Yenia Molina Pelegrín

Ingeniera Forestal, máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, investigadora Aspirante de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, profesora instructora adjunta de la Universidad de Granma, Sede Universitaria Municipal Guisa, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de conservación de especies amenazadas de la Sierra Maestra, productos forestales no maderables y silvicultura urbana. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

Coccoloba uvifera L. (Polygonacea)



NOMBRE VULGAR: uva caleta

No: 348

Distribución geográfica: presente en las costas de Cuba e Isla de la Juventud, Florida, Bahamas y Antillas. También en Surinam.

Caracteres macroscópicos: árbol pequeño de tronco retorcido, con madera de color rosado parduzco que con la luz se torna rojo oscuro. Textura fina, grano recto, medianamente lustrosa, muy dura y pesada con zonas de crecimiento poco visibles.

Densidad: 1,050 g/cm³

Principales usos: para carbón y mangos de herramientas.

Caracteres Microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa. Poros ovales solitarios, grupos radiales de 2 a 3 células ocasionalmente de 4. Conglomerados eventuales de pocas células.

φ (μm): 50-77-140

No/mm²: 5

Pared (μm): 5

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas, circulares, con aberturas ovales ornadas.

Contenidos: carmelita rojizo a opacos.

Longitud(μm): 230-388-590

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal escaso y apotraqueal difuso en cortas líneas de 1 sola célula de ancho.

φ (μm): 16

No. células la serie: 4-12-17

Contenidos: rojizos

Long. serie(μm): 350-445-550

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: homogéneos

No/mm: 15

Contenidos: carmelita violáceo y cristales

Ancho(μm): 18-25-38

No. células: 1

Alto (μm): 80-126-192

No. células: 8-12-32

D. Fibras:

Tipo: libriformes

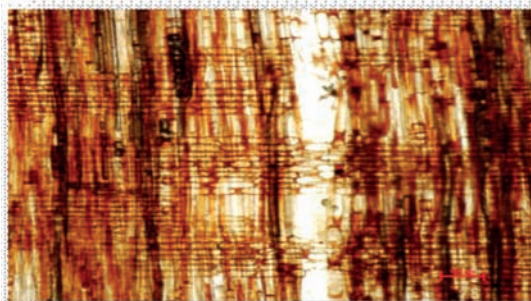
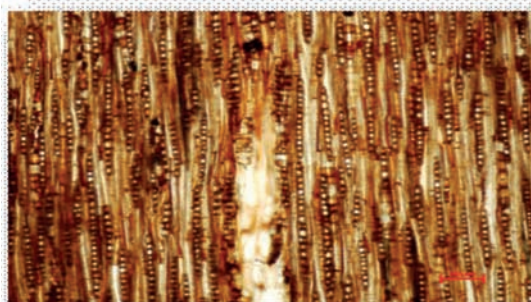
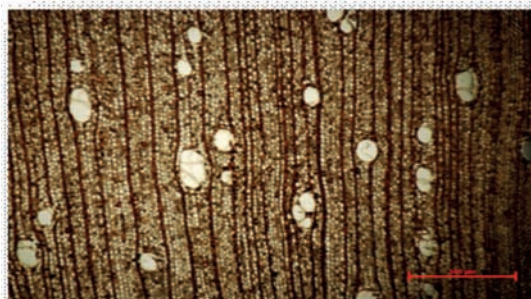
Distribución: irregular

φ (μm): 21

Grosor de pared (μm): 4

Longitud(μm): 660-783-1030

E. Caracteres especiales: células cristalíferas septadas.



ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *ABAREMA MAESTRENSIS* (URB.) BÄSSLER, UNA ESPECIE AMENAZADA DE LA SIERRA MAESTRA

ABAREMA MAESTRENSIS (URB.) BÄSSLER POPULATION STRUCTURE, A THREATENED SPECIES OF THE SIERRA MAESTRA

M. SC. ADONIS SOSA-LÓPEZ, M. SC. YENIA MOLINA-PELEGRÍN, LIC. WILLIAM SANTOS-CHACÓN, M. SC. MAGALYS ARCIA-CHÁVEZ, DRA. C. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELÁN Y TÈC. MARCIAL ROSALES-RODRÍGUEZ

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1^{1/2}, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, guisa@forestales.co.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Parque Nacional Pico La Bayamesa con el objetivo de determinar la estructura poblacional de la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler. Se partió de la prospección de poblaciones e individuos, identificándose cuatro subpoblaciones dispersas, agrupadas en parches aislados, a partir de 920 msnm. El total de individuos asciende a 26 para el taxón. El monitoreo de las poblaciones muestra un estado de conservación adecuado para ellas, avalado por la estructura vertical y horizontal, lo cual denota la existencia de una buena regeneración natural de la especie, y por ende su perpetuidad en la localidad. El estado fitosanitario es satisfactorio y refleja la capacidad de adaptación de la especie a las condiciones ambientales existentes en el territorio.

Palabras claves: *Abarema maestrensis*, estructura poblacional, conservación.

ABSTRACT

The investigation was developed in the Park National Pico La Bayamesa with the objective to determine the population structure of the specie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler. It started from the prospecting of populations and individuals, identifying four scattered sub populations, grouped in isolated patches, from 920 msnm, starting from 920 msnm, the total of individuals reaches 26, for the taxon. A monitoring to the populations sample an appropriate conservation state for the same ones, endorsed by the vertical and horizontal structure, that which denotes the existence of a good natural regeneration of the specie and the perpetuity in the town. The state fitosanitary is satisfactory and reflective the capacity of adaptation of the specie to the existent environmental conditions in the territory.

Key words: *Abarema maestrensis*, structures populational, conservation.

INTRODUCCIÓN

El género *Abarema* presenta un total de 49 especies en todo el mundo, particularmente en América Central, América del Sur, Antillas Mayores y Bahamas. En Cuba se reconocen seis especies, de ellas tres constituyen endémicos: *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler (sabicú de la maestra), *Abarema asplenifolia* (Griseb.) Barneby & J.W Grimes y *Abarema nipensis* (Britton) Barneby & J.W Grimes [Bässler, 1998].

Ha sido un género poco estudiado en Cuba. Se desconocen trabajos de investigación referidos a la estructura poblacional, estado de conservación de las poblaciones, reproducción, fenología y el crecimiento *in situ* de las especies localizadas en el país, de lo cual resulta la condición de rareza que presentan algunas especies, como es el caso de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler y *Abarema oppositifolia* (Urb.) Barneby & J.W Grimes.

En el caso de la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler se encuentra categorizada como en peligro crítico (CR), de acuerdo con Berazaín *et al.* (2005), teniendo en cuenta que presenta un área de ocupación menor a 10 km² y se limita a solo una o pocas localidades en el país, lo que denota la fragmentación de su área de ocupación, de lo cual se deriva que presente un tamaño poblacional bajo, con requerimientos de hábitat específicos, requiriendo de la protección inmediata de sus sitios y de estudios poblacionales a la especie para mantener oportunamente sus escasas y frágiles poblaciones.

La presente investigación tiene como objetivo determinar la estructura poblacional de la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en el Parque Nacional Pico La Bayamesa, Sierra Maestra, de manera que contribuya a su conservación *in situ*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el Parque Nacional Pico La Bayamesa (PNLB), área protegida de significación nacional. Se encuentra en la parte central de la Sierra Maestra, como se muestra en la Fig. 1. Posee una extensión superficial de 241 km². El Pico La Bayamesa constituye la elevación de máxima altitud, con 1752 msnm [Maceira *et al.*, 2005].

Montenegro (1991) plantea que el clima del parque es poco variado. Las precipitaciones son elevadas, pues oscilan entre 1800 y 2300 mm anuales. La temperatura media anual varía entre 16 y 20 °C.

Según Renda *et al.* (1981), existen en el parque tres tipos de suelos fundamentales: ferralítico rojo lixiviado, pardo sin carbonato y esquelético.



Figura 1. Localización geográfica del Parque Nacional La Bayamesa.

Trabajos de prospección

El estudio partió de la localización e identificación de las áreas con potencial para la investigación a través de recorridos por el Parque Nacional Pico La Bayamesa.

Se realizaron cuatro visitas al área de estudio en las etapas siguientes: octubre de 2008, marzo de 2009, julio de 2009 y abril de 2010, teniendo

en cuenta el difícil acceso al sitio de la investigación, avalado por las características del relieve y los patrones edafoclimáticos de la región.

Muestreo

Estudios sobre biología poblacional

Se utilizó el transecto como técnica de observación y registro de datos, tomando como base los cami-

nos secundarios del área, al ser espacios claros distribuidos a lo largo y ancho del territorio.

Localizadas las poblaciones de *A. maestrensis*, se registró la abundancia de individuos y se reconocieron los siguientes datos por ejemplares determinados: altura, diámetro a 1,30 m y estado fitosanitario.

Estructura poblacional vertical (distribución de clases de altura) y horizontal (distribución de clases diamétricas)

Para el caso de los grupos de estudio de *A. maestrensis* se realizaron las mediciones correspondientes a:

- *Diámetro a 1,30 m.* Para el caso de los individuos que ostentan la categoría de árboles. Se utilizó como instrumento de medición la forcípula, teniendo como unidad de medida el centímetro (cm).
- *Altura.* Para este descriptor se registraron los datos de todos los individuos pertenecientes a los grupos de estudio. Se empleó el hipsómetro de Blume-Leiss como instrumento de medición, teniendo como unidad de medida el metro (m).

Se confeccionaron las escalas en cuanto a la estructura de tamaños (vertical y horizontal), teniendo en cuenta las clases de altura y las clases diamétricas para la especie (Tabla 1).

TABLA 1
Escala de las clases de altura y clases diamétricas para *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler

Clases de altura	Altura (m)	Clases diamétricas	Diámetro (cm)
1	0,5-4,5	1	0,5-11,5
2	4,6-8,5	2	11,6-22,5
3	8,6-12,5	3	22,6-33,5
4	12,6-16,5	4	33,6-44,5
5	16,6-20,5	5	44,6-55,5
6	20,6-24,5	6	55,6-66,5
		7	66,6-77,5
		8	77,6-88,5
		9	88,6-99,5
		10	99,6-110,5

Se evaluaron los datos de la estructura poblacional basados en la estadística descriptiva,

teniendo en cuenta principalmente los porcentajes de representatividad de los individuos para cada clase de altura y clase diamétrica determinada para la especie. Se confeccionaron los histogramas poblacionales para cada subpoblación y para el área de estudio de manera general.

Estructura poblacional según las fases del ciclo de vida o estadios de desarrollo

Las poblaciones de plantas pueden estructurarse teniendo en cuenta las fases de la vida transcurridas en el tiempo. Para las poblaciones de *A. maestrensis* se definieron cuatro fenofases (Tabla 2), teniendo en cuenta el desarrollo de la especie y la metodología desarrollada por Sáenz & Finegan (2000) para estudios de la regeneración natural en bosques tropicales.

TABLA 2
Escala de la estructura de tamaños según las fenofases para *Abarema maestrensis*

Escala de las fenofases	Altura (m)	Diámetro (cm)
Plántula	≤ 0,30-1,5	≤ 1,5
Juvenil	1,6-5,0	1,5-4,9
Juvenil adulto	5,0-9,9	5,0-9,9
Adulto	≥ 9,9	≥ 9,9

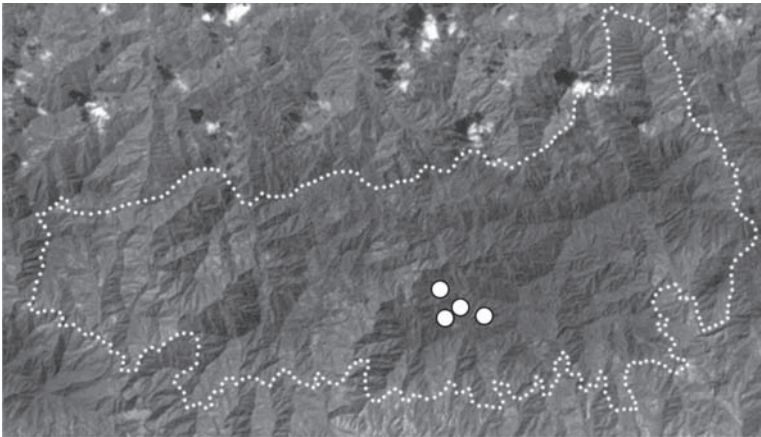
Estado fitosanitario

Se tomaron los datos referidos al estado fitosanitario de *A. maestrensis* en los grupos de estudio. Se consideró de la siguiente manera: bueno, plantas sanas; regular, plantas con afectaciones menores por fumagina, cóccidos, termitas y otros agentes nocivos; y malo, plantas con afectaciones severas, de acuerdo con Lazcano (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Trabajos de prospección

La exploración del área permitió localizar un total de 26 individuos de la especie en todas las fases de su desarrollo, desde plántulas hasta adultos reproductores. Los individuos están distribuidos en cuatro subpoblaciones o grupos de estudios, como se muestra en la Fig. 2.



Fuente: Mapa tomado de Maceira *et al.* (2005). Parque Nacional La Bayamesa. Inventario rápido. Fotografía de falso color.

Figura 2. Ubicación geográfica de los grupos o subpoblaciones de *A. maestrensis*.

Esta distribución, caracterizada por poblaciones pequeñas y con una formación a través de parches aislados en el territorio, es característico de especies de plantas amenazadas [Primack *et al.*, 2001], a lo cual señala Budowski (1965) que el patrón de distribución de especies de bosques húmedos es el resultado de muchos factores que interactúan, entre ellos el clima, el suelo, el relieve, la geología del sitio y también el viento, el agua y los animales en la dispersión de las

semillas, de lo que se deriva requerir oportunamente la protección inmediata de la especie, así como un manejo adecuado del hábitat para mantener las frágiles y escasas poblaciones de *A. maestrensis*.

Para cada subpoblación resultó variable la cantidad de plantas encontradas, sus dimensiones, así como la altura y la exposición de cada uno de estos grupos de estudio (Tabla 3).

TABLA 3
Caracterización general y localización de las cuatro subpoblaciones de *A. maestrensis*

Grupo	Número total de individuos	Localización	Altura (msnm)	Exposición (N, S, E, W)
I	2	Loma El Rajao	920	N
II	13	La Nueve	1100	E
III	4	La Nueve	1150	W
IV	7	La Nueve	1230	SW
Total	26			

Biología poblacional de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler

Según Meffe & Carroll (1997), la información sobre biología poblacional constituye un elemento indispensable en el planeamiento de especies silvestres amenazadas, considerando que cada subpoblación puede constituir una unidad de conservación.

Se decidió realizar el análisis de la biología poblacional y presentar los resultados para cada subpoblación (Tabla 4).

Estructura poblacional de *A. maestrensis* según la altura de los individuos

La agrupación de los individuos por clases de altura puede ofrecer una buena descripción de la estructura poblacional de la especie [García, 2002]. En el área de estudio la estructura poblacional de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler se caracteriza por tener un 65,38 % de los individuos entre 0,5 y 8,5 m de altura, de ellos el 19,23 % está entre los 4,6 y 8,5 m de altura. El 15,38 % está entre 8,6 y 12,5 m, el 11,54 % entre 12,6 y 20,5 m; el 7,69 % restante de los

individuos presenta una altura mayor de 20,6 m. El histograma poblacional para las clases de altura, obtenido a partir de las 26 plantas muestrea-

das, presenta forma de J invertida (Fig. 3), debido a que la frecuencia de individuos disminuye al aumentar su tamaño.

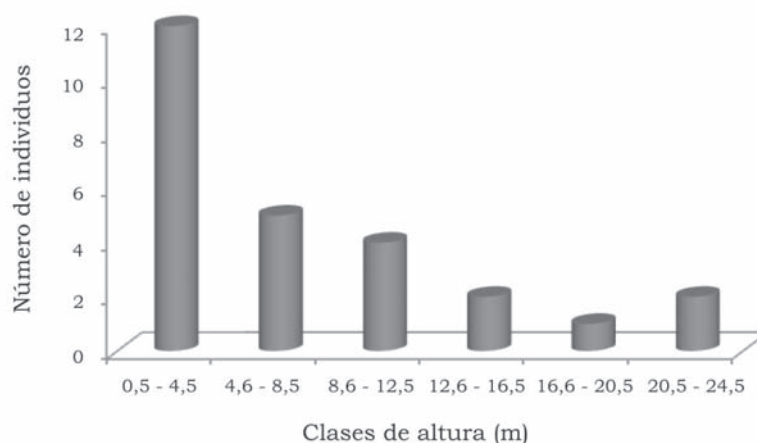


Figura 3. Estructura poblacional de *A. maestrensis* en el área de estudio según la altura de los individuos.

De acuerdo con Odum (1988), las poblaciones de plantas presentan dos patrones básicos de crecimiento, la forma en J invertida y la forma de crecimiento sigmoide o en S, pudiendo los dos tipos modificarse y teniendo en cuenta las características de cada organismo o medio. Según este mismo autor, las oscilaciones bruscas son inherentes a las poblaciones con crecimiento en J, mientras que las oscilaciones atenuadas son características de la forma de crecimiento en S o sigmoide, en la cual ocurren atrasos temporales relacionados con el ciclo biológico.

Según Weaver (1992), la estructura en forma de J invertida es típica para especies que se regeneran bien en la sombra y son capaces de crecer lentamente hacia el dosel.

La curva de distribución de frecuencias en forma de J invertida es característica de muchas especies de árboles, como por ejemplo *Quercus rotundifolia* Lam [Arista, 1995]; *Aspidosperma polyneuron* M. Arg y *Metrodorea nigra* St. Hil [Costa & Mantovani, 1995] y *Astrocaryum aculeatum* G. F. W. Meyer [Nascimento *et al.*, 1997, citados por Caldato *et al.*, 1999].

De manera general la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler muestra para la estructura vertical un agrupamiento en forma de J invertida, es decir, existe una mayor cantidad de individuos en las clases de altura menores (plántulas y juveniles), y este número va dis-

minuyendo hacia las clases de altura mayores (adultos), lo que indica una buena regeneración natural de la especie.

En estudios desarrollados por May (2001), en diez especies de árboles tropicales en bosques nublados de República Dominicana se pudo observar la estructura en forma de J invertida para el caso de *Abarema oppositifolia* (Urb.) Barneby & J.W. Grimes, una especie autóctona de las Antillas Mayores.

Estructura poblacional según el diámetro de los individuos

En el área de estudio la estructura poblacional de *Abarema maestrensis* se caracteriza por presentar una agrupación de los individuos en la primera clase diamétrica entre 0,5 y 11,5 cm, para un 61,54 % del total; el 11,54 % entre 11,6 y 22,5 cm; el 7,69 % entre 22,6 y 33,5 cm; y el 11,54 % restante de los individuos presenta un diámetro superior a 77,6 cm (Fig. 4).

La especie para el área de estudio muestra un agrupamiento en forma de J invertida para la estructura horizontal (clases diamétricas), con una alta mortalidad denso-dependiente, de las cuales muy pocos individuos alcanzan el estado adulto. Estos resultados son similares a los obtenidos por Martínez (1985) en especies raras del género *Nectandra* en bosques del occidente de México.

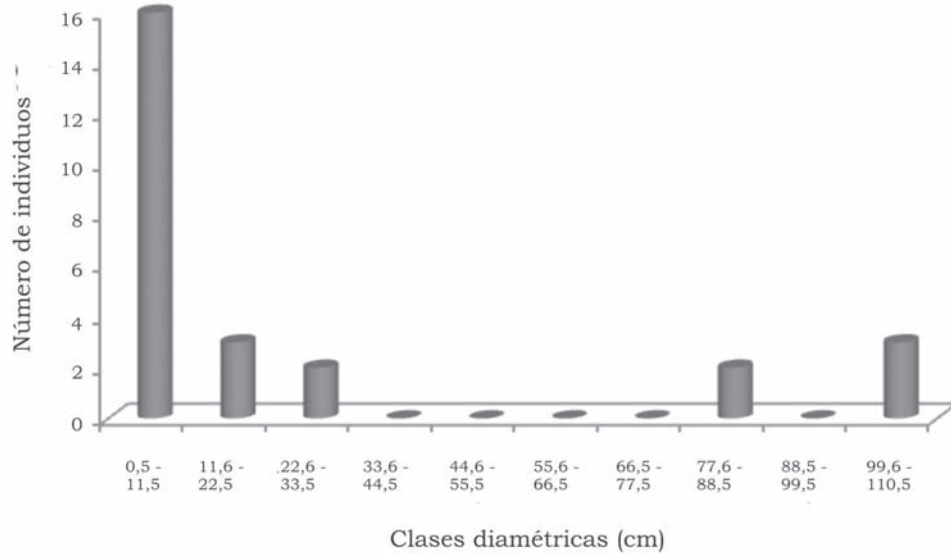


Figura 4. Estructura poblacional de *Abarema maestrensis* en el área de estudio según el diámetro de los individuos.

Se muestran además lagunas en cuanto a la distribución de individuos en cuatro clases diamétricas correspondientes, desde 33,6 hasta 77,5 cm, así como en la clase diamétrica entre 88,6 y 99,5 cm. Estos resultados son similares a los obtenidos por May (2001) para *Abarema oppositifolia* (Urb.) Barneby & J.W. Grimes, la cual presentó la forma de J invertida, pero con una laguna o escasez de individuos en la clase diamétrica III, correspondiente desde 5 hasta 9,9 cm.

En estudios sobre la estructura poblacional de *Euterpe edulis* Mart., Reis et al. (1996) registraron que la mayor parte de los individuos se agrupaban en

clases diamétricas menores, mostrando una curva en J invertida, lo cual coincide con los resultados para *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler.

Estructura poblacional según los estadios de desarrollo de la especie

En el área de estudio, la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler se caracteriza por tener diez individuos en la fenofase de adulto para un 38,46 %. El 23,08 % se encuentra en la fenofase de adulto juvenil. Los restantes individuos se encuentran de manera equitativa en la fases juvenil, y de plántula para un 38,46 % (Fig. 5).

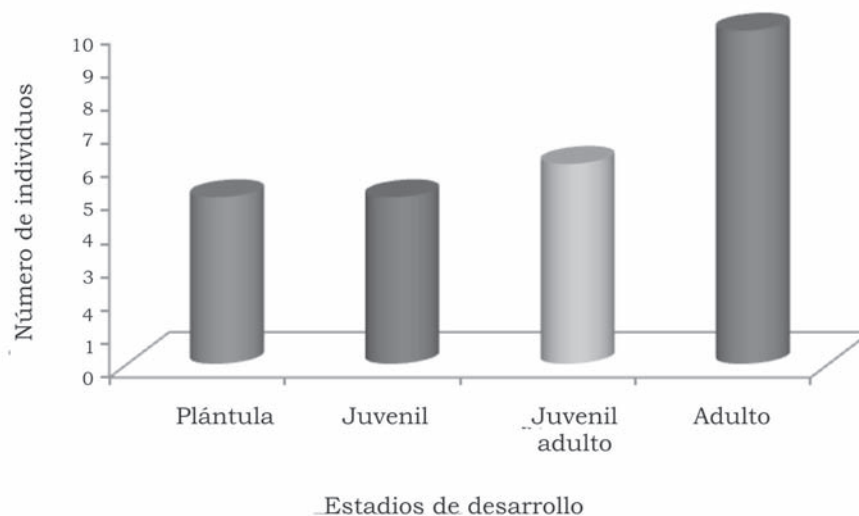


Figura 5. Estructura poblacional del área de estudio según los estadios de desarrollo.

La caracterización de la estructura poblacional de un taxón según las fases del ciclo de vida nos ofrece la oportunidad de evaluar las posibilidades de supervivencia de una especie en diferentes periodos de tiempo [Lazcano, 2004].

De acuerdo con la distribución de las fenofases de desarrollo, propuesta por Sáenz & Finegan (2000), teniendo en cuenta la altura y el diámetro de los individuos, la especie muestra una composición equitativa para las fenofases iniciales del desarrollo de la planta (plántula y juvenil) y para la fase del ciclo de vida adulto, siendo en ambos casos del 38,46 %.

La masa de *Abarema maestrensis* en el PNLB se encuentra en condiciones favorables para mantener su perpetuidad dentro del ecosistema, avalado por la existencia de individuos jóvenes y sobre todo adultos que garantizan la reproducción de la especie en el sitio.

Estado fitosanitario

La especie *Abarema maestrensis* presenta un estado fitosanitario bueno. En los recorridos por el área no se detectaron ataques de agentes nocivos como hongos (fumagina), cóccidos e insectos de la madera como es el caso de las termitas. De igual forma no se evidencian daños a las plantas por afectaciones de enfermedades.

Un estado fitosanitario satisfactorio refleja la capacidad de adaptación de la especie a las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla [Lazcano, 2004].

CONCLUSIONES

- La identificación y localización de poblaciones importantes de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en el Parque Nacional La Bayamesa permitió el hallazgo de cuatro poblaciones compuestas por 26 individuos, lo cual constituye una valiosa contribución al estudio de la especie en el país.
- El monitoreo de las poblaciones en el PNLB muestra un estado de conservación adecuado para ellas, avalado por la estructura vertical (clases de altura) y horizontal (clases diamétricas), lo cual denota la existencia de una buena regeneración natural de la especie y por ende su perpetuidad en la localidad.

BIBLIOGRAFÍA

- BÄSSLER, M. 1998. Flora de la República de Cuba: Fascículo 2 Mimosaceae. Serie A. Plantas Vasculares. Koeltz Scientific Books. Koenigstein. República Federal de Alemania. 202 pp.
- BERAZAIN, R.; F. ARECES; J.C. LAZCANO; L.R. GONZÁLEZ. 2005. Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) 4: 1-86.
- BUDOWSKI, G. 1965. «Distribution of tropical American rain forest in the light of successional processes». *Turrialba* 15: 40-42.
- CALDATO, S.L.; LONGHI, S.J.; FLOSS, P.A. 1999. «Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, em Caçador, SC». *Ciência Florestal* (BR) 9: 89-101.
- GARCÍA, M.B. 2002. Interés de los estudios demográficos en la conservación. Catalogación de especies amenazadas. 15-27. En: Bañares, A. (Ed.): Biología de la conservación de plantas amenazadas. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio del Medio Ambiente. España. 263 pp.
- LAZCANO, J.C. 2004. Biología poblacional y aspectos ecológicos de *Microcycas calocoma* (Miq.) A. DC. en la Sierra de la Caoba Viñales. 40 h. Tesis (en opción al Título Académico de Máster en Ciencias. Mención en Botánica). Universidad de la Habana.
- MACEIRA, F.; FONG, D.A.; ALVERSON, W.S.; WACHTER, T. 2005. Cuba: Parque Nacional La Bayamesa. Rapid Biological Inventories Report 13. The Field Museum, Chicago, USA. 243 p.
- MARTÍNEZ, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. En: Gómez, A. y S. Del Amo (eds.). Investigaciones sobre la regeneración natural de selvas altas en Veracruz, México, II. Editorial Alambra Mexicana, Xalapa, Veracruz, México. 191-240.
- MAY, T. 2001. «Estructura poblacional y reproducción natural de diez especies de un bosque nublado en República Dominicana». *Revista Forestal Centroamericana* (CR) 35: 45-49, julio-septiembre.
- MEFFE, G.K.; CARROLL, C.R. 1997. Principles of Conservation Biology. Second Edition, Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA. 729 pp.
- MONTENEGRO, V. 1991. Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba.
- ODUM, E.P. 1988. Fundamentos de ecología. Fundación Calouste Gulbenkian. Cuarta edición. Lisboa. 927 pp.
- PRIMACK, R., ET AL. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México. 797 pp.
- REIS, A. ET AL. 1996. «Demografía de *Euterpes edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau, SC. Sellowia». *Itajaí* (BR) no. 4-48: 13-45.
- RENDA, A.; ET AL. 1981. Estudio sobre las condiciones edafológicas, fisiográficas y agrosilviculturales de la Sierra Maestra, municipio Guisa. Informe inédito. Centro de Investigaciones Forestales. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 90 pp.
- SÁENZ, G., FINEGAN, B. 2000. «Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal». *Manejo Forestal Tropical* no 15. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 8 pp.
- WEAVER, P.L. 1992. «An ecological comparison of canopy trees in the montane rain forest of Puerto Rico's Luquillo Mountains». *Caribbean Journal of Science* (US) 28: 62-69.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adonis Sosa López

Ingeniero Forestal, máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, investigador aspirante de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, profesor instructor adjunto de la Universidad de Granma, Sede Universitaria Municipal Guisa, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de conservación de especies amenazadas de la Sierra Maestra, silvicultura urbana y genética forestal. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

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



INAF

Instituto
de Investigaciones
Agro-Forestales

EFECTOS DE QUEMAS CONTROLADAS EN LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA ESPECIE *PINUS TROPICALIS* MORELET

EFFECTS OF CONTROLLED BURNS IN THE NATURAL REGENERATION OF *PINUS TROPICALIS* MORELET

M. SC. BEATRIZ RODRÍGUEZ-ALFARO,¹ DR. C. ISYOEL URRUTIA-HERNÁNDEZ,¹ ING. JOSÉ A. HERNÁNDEZ-ABREU,² DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,³ DR. C. JOSÉ G. FLORES-GARNICA,⁴ ING. LORENZA MARTÍNEZ-GONZÁLEZ,¹ TÈC. DIANEYS BEJERANO-CASTILLO,¹ DR. C. LUIS W. MARTÍNEZ-BECERRA⁵ Y DRA C. MARTHA BONILLA-BICHOT⁵

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

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

³Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

⁴Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México

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

RESUMEN

La investigación se realizó en bosques de *Pinus tropicalis* pertenecientes a la Empresa Forestal Integral la Palma, donde se aplicaron quemas controladas el 10 de junio de 2009 en tres parcelas experimentales de 20 m x 50 m, en que se evaluó el comportamiento del fuego. La quema eliminó todas las especies del sotobosque, pero no causó daños significativos en los pinos del estrato arbóreo. Dos meses después de las quemas aumentó considerablemente el número total de individuos en el estrato herbáceo. Antes del fuego existían escasos pinos en la regeneración natural, pero a los 18 meses después de las quemas se incrementó significativamente el número de individuos por hectárea, por lo que se concluye que al aplicar quemas controladas se favorece la regeneración del *Pinus tropicalis* Morelet, lo que permite garantizar la continuidad de estos ecosistemas que por diversas causas no se regeneran en el medio natural.

Palabras claves: quemas controladas, *Pinus tropicalis*, regeneración natural.

INTRODUCCIÓN

En general, los incendios forestales son considerados dañinos por la mayoría de las personas; sin embargo, no siempre es así, ya que en realidad son un componente esencial del funcionamiento de los ecosistemas forestales. De esta forma el fuego es considerado un agente de

ABSTRACT

The research was carried out in forests of *P. tropicalis* La Palma Forest Enterprise. On June 10th 2009, controlled burns were applied in experimental plots of 20 x 50 meters and fire, behavior was evaluated. By the use of controlled burns all the species in the bush stratum but it didn't cause significative damages in trees stratum, two months after controlled burn, an increase of total number of individuals in the herbaceous stratum, before fire scarce Pine tree individuals were found in natural regeneration, but 18 months later, individuals average per ha. We can conclude that when applying controlled, burn, natural regeneration of *P. tropicalis* is favored allowing continuity of these ecosystems that are not natural regenerated due to diverse causes.

Key words: controlled burns, *Pinus tropicalis*, natural regeneration.

cambio con diversas funciones, y efectos dentro de los ecosistemas forestales está ligado a las dinámicas que ocurren en varias comunidades vegetales y animales [Flores, 2009a]. La ecología del fuego se concentra en estudiar los orígenes, los ciclos y las etapas de los incendios en el

medio ambiente natural [Bradley *et al.*, 1992, citado por Flores, 2009a].

El fuego causa disímiles efectos en los ecosistemas forestales, principalmente en elementos como el suelo, la vegetación, la fauna, además de la atmósfera. Estos efectos pueden ser beneficiosos o perjudiciales, dependiendo del tipo de ecosistema, el comportamiento del fuego y la frecuencia con que este ocurra.

De no ser por el fuego muchas de las superficies terrestres cubiertas hoy de praderas serían montes, muchos bosques de coníferas estarían poblados de especies boscosas y no pocos de los sectores más altos y mejores del tipo mediterráneo serían ya bosques [Rodríguez, 2010].

La regeneración natural no ocurre en lugares muy sombreados o donde el suelo está cubierto por abundante hojarasca. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de quemaduras controladas en la regeneración natural de la especie *Pinus tropicalis* Morelet.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un bosque natural de *Pinus tropicalis* Morelet de la Empresa Forestal Integral La Palma, con un área de 4 ha.

Caracterización de la vegetación

En cuanto a la vegetación, la especie dominante es *P. tropicalis* Morelet, pudiéndose clasificar en la etapa de desarrollo de latizal alto con una altura promedio de 13 m y un diámetro de 16 cm, de las que es bueno destacar la altura del fuste limpio que presentan los árboles, aspecto a tener en cuenta a la hora de aplicar el fuego controlado para no afectar la parte aérea de la planta y que no influya en su crecimiento, y le permita sobrevivir al efecto del fuego superficial de baja intensidad. Florísticamente por estrato, el bosque se caracteriza por un estrato arbóreo compuesto por *P. tropicalis*, un estrato arbustivo compuesto por *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK; *Tetrazigia coriácea* (Mill.) Cog.; *Roigella correifolia* (Griseb.) Borhidi & Fernández, L.; *Clusia rosea* Jacq., *Xylopia aromatica* (Lam.) Mait, *Matayba apetala* (Maca.) Radlk; y *Andira inermis* Sw. HBK, así como un estrato herbáceo compuesto por *Sorghastrum stipoides* HBK Nash, *Odontosoria wrightiana* Maxon, *Andropogon bicornis* Lin. y *Cyathea arborea* Smith. Se encuentran además lianas y epífitas.

Muestreo y toma de datos

Durante el desarrollo del experimento se evaluó el comportamiento del fuego y sus efectos sobre el material combustible disponible. En el caso del comportamiento del fuego consistió en la ubicación de tres parcelas rectangulares de 1000 m² cada una, quemadas con la técnica de quema en retroceso, con dimensiones de 20 m x 50 m en el área experimental. Para aplicar las quemaduras controladas se tuvieron en cuenta trabajos realizados en España, Centroamérica, Estados Unidos, Cuba y otras regiones. Como la investigación se realizó fundamentalmente para favorecer la regeneración natural de *P. tropicalis*, se hizo necesario tener en cuenta la época en que las semillas son liberadas para aplicar las quemaduras y disminuir la cantidad de material combustible, logrando así que estas lleguen al suelo y puedan germinar, además de las condiciones meteorológicas.

Según Betancourt (1987), los conos maduran por lo regular a finales de julio, por lo que se debe pensar en aplicar las quemaduras antes de este mes.

El estudio de la regeneración natural de *P. tropicalis* se realizó en cinco parcelas de 10 m x 10 m, determinado por la intensidad de muestreo por categoría de regeneración no establecida, según la metodología de muestreo de regeneración natural determinada por Ortiz y Quirós (2002), donde se determinó la cantidad de individuos de la especie en cada una de ellas antes de aplicadas las quemaduras, y 150 días después de aplicado el fuego. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de la mediana basada en la inferencia de dos muestras, específicamente la prueba de Irwin-Fisher, utilizando el paquete estadístico Infostat Software versión 2008.

Se determinó el grado de afectación causado por el fuego, según se indica a continuación:

Afectación ligera: cuando el fuego toca superficialmente el fuste desde la base hasta la mitad de la copa, sin penetrar en los tejidos vivos.

Afectación grave: cuando el fuego carboniza parte del fuste y más del 50 % de la copa es afectada, sin llegar a la yema terminal.

Afectación completa: cuando el fuego carboniza totalmente al árbol.

Comportamiento del fuego

Para determinar la intensidad del fuego se utilizó la ecuación 1 [Byram, 1959, citado por Brown y Davis, 1973].

$$I = H \cdot w \cdot r \quad [1]$$

donde:

I : Intensidad del fuego en $\text{kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

H : Calor de combustión en $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$
($\pm 4\,000 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$)

w : Peso del combustible disponible en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

r : Velocidad de propagación del fuego en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

El calor liberado por unidad de área se determinó con la ecuación 2 [Rothermel y Deeming, 1980].

$$Ha = \frac{I}{r} \quad [2]$$

donde:

Ha : Calor liberado por unidad de área, en $\text{kcal} \cdot \text{m}^{-2}$

I : Intensidad del fuego, en $\text{kcal} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

r : Velocidad de propagación en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

La longitud de las llamas fue estimada y observada directamente durante las quemas por la altura de carbonización de la corteza.

La velocidad de propagación del fuego se determinó según lo planteado por Ramos (2010), ubicando varios puntos y calculando el tiempo que el fuego demoró en llegar, expresando el

resultado en metros por segundo y utilizando la ecuación 3. Se clasificó según Bottello y Cabral (1990), quienes plantean que es lenta cuando es menor de $0,033 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, media cuando está entre $0,033$ y $0,166 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, alta entre $0,166$ y $1,166 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, y extrema cuando es mayor de $1,166 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$r = \frac{d}{t} \quad [3]$$

donde:

r : Velocidad de propagación del fuego en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

d : Distancia del avance del fuego en metros (m).

t : Tiempo de demora del avance del fuego en segundos (s).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento del fuego

El comportamiento del fuego fue influenciado por el viento y la disponibilidad del material combustible en las áreas experimentales, donde se efectuaron las quemas. El fuego se propagó fundamentalmente por las misceláneas y las ráfagas de viento, influyendo estas últimas en la longitud de las llamas, en algunos momentos durante las quemas, donde la velocidad de propagación fue de $0,0153 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, alcanzando las llamas longitudes de hasta $0,76 \text{ m}$, como se observa en la *Tabla 1*.

TABLA 1

Comportamiento de los parámetros del comportamiento del fuego

Parámetros	$I(\text{kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$	$r \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$Ha(\text{kcal} \cdot \text{m}^{-2})$	$L \text{ (m)}$
	127,37	0,0153	8324,84	0,76

La velocidad de propagación se mantuvo en los rangos descritos por Wade y Lunsford (1989), los cuales afirman que las quemas contra el viento avanzan con velocidades entre $0,0056$ y $0,0167 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, logrando así menor intensidad del fuego y longitud de las llamas.

Evaluación de los efectos de las quemas controladas sobre la regeneración de *Pinus tropicalis* Morelet

Tal como indica De las Heras *et al.* (2005), el fuego como elemento natural es un factor positivo entre los que definen la estación, y ha contribuido, desde siempre, a la repartición y

selección de las especies, a la composición de las formaciones vegetales y a la estabilidad, alternancia o sucesión de sus etapas, hasta tal punto que en muchos casos es necesario para multiplicaciones de ciertas especies y la regeneración de sus formaciones.

Una semana antes de aplicar las quemas el estrato arbóreo estaba representado por la especie *P. tropicalis*, el estrato arbustivo principalmente por *Byrsonima crassifolia*, *Tetrazigia coriacea* y géneros de la familia Rubiaceae. En el estrato herbáceo prevalecen las especies *Sorghastrum stipoides* y *Odontosoria wrightiana*, y además se observa la presencia de *Davilla rugosa*.

Al aplicar el fuego se afecta aproximadamente el 95 % de la vegetación de los estratos herbáceos y arbustivos, los cuales no son capaces de soportar el fuego, a diferencia del estrato arbóreo, donde predomina el *P. tropicalis*, que posee mecanismos para sobrevivir al efecto del fuego.

La regeneración en el estrato herbáceo aparece a partir del mes de aplicadas las quemas, y varias especies ocupan el estrato arbustivo. A los tres meses ya se aprecia una recuperación del sitio quemado. Es válido resaltar que los individuos de *P. tropicalis* no sufrieron daños considerables, solo chamuscados en la corteza, pero sin consecuencias considerables.

Se encontró con poca cuantía individuos del *P. tropicalis* en los estratos herbáceo y arbustivo, por lo que es de esperar que si no se aplican medidas la tendencia es a la desaparición de los bosques naturales de la especie.

Esto puede estar dado, entre otros elementos, al igual que en otras regiones del mundo, al éxito de la protección contra incendios que ha llevado al aumento de la carga de combustible. En esta región, según datos facilitados por el Cuerpo de Guardabosques de La Palma, hace más de diez años que no ocurren incendios forestales en estas áreas; además, no se realiza ningún tratamiento silvicultural. En la ausencia de incendios, las especies longevas y aquellas que se pueden regenerar y crecer bajo árboles adultos se volverán dominantes. Si se quiere mantener un paisaje donde dominan las especies de pino, se deben utilizar, por lo general, algunas medidas de control como el fuego para detener el avance de la sucesión [Flores y Cabrera, 2009].

Esta disminución de la vegetación favorece el establecimiento de la regeneración de *P. tropicalis*, ya que al disminuirle la competencia, la especie tiene mayor probabilidad de establecerse. Por ejemplo, la quema controlada es usada para reducir la invasión de especies latifoliadas de bajo valor comercial en rodales de *Pinus* spp. en el sur de Estados Unidos [Ramos, 2010].

Transcurrido dos meses, se observó una regeneración de *Pinus tropicalis*, *Andropogon bicornis*, *Clidemia hirta*, *Roigella correifolia*, *Byrsonima crassifolia* y *Matayba apetala*. Al respecto, Magurran (1988) refiere en que la luz es especialmente limitante para la regeneración y abundancia de especies en el estrato herbáceo de una plantación de coníferas en Irlanda.

Estudios de Cochrane *et al.* (1999), Gerwing (2002), Barlow *et al.* (2003), Ivanauskas *et al.* 2003 [citado por Martínez, 2006] destacan la incidencia e importancia del fuego en la dinámica del bosque en los trópicos.

La evolución del impacto del fuego sobre la regeneración natural es un proceso dinámico debido a que las condiciones que se definen después del fuego no son las mismas después de un período de varios meses. Respecto a la época en que se efectuaron las quemas, se determinó que favorecieron en gran medida a la regeneración natural de la especie de pino en estudio; sin embargo, se observó que en los espacios abiertos y soleados la presencia de regeneración natural de *Pinus tropicalis* se incrementó significativamente como se puede observar en la *Tabla 2* al paso de 150 días después del fuego, considerada como un éxito, contribuyendo a preservar el origen de la especie endémica de Cuba de *Pinus tropicalis*, que en determinadas condiciones de los pinares naturales no se logra mediante la reforestación por diversas causas. Esto demuestra que en el área donde se aplicaron las quemas se presenta un incremento significativo de la regeneración natural entre el área quemada y no quemada. Esto indica que existe una diferencia en una proporción de 1:44, entre las parcelas quemadas y las no manejadas con el fuego.

En correspondencia con lo expresado por Sánchez y Dieterich (1983), refieren que algunos ecosistemas requieren del fuego para su continuidad, mientras que otros solo han desarrollado adaptaciones para poder sobrevivir; asimismo existen especies y comunidades que renacen después de un incendio forestal, y otras en cambio son reducidas o eliminadas por el fuego.

TABLA 2

Análisis de la mediana para dos muestras antes y después aplicadas las quemas en el comportamiento de la regeneración natural de la especie *P. tropicalis*

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2 n(1) n(2)	Med	P(X1>Med)	P(X2>Med)	p(2 colas)
Grupo	Individuos	Antes	Después	5 5 15,50	0,00	1,00	0,0040**

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

NS- $P > 0,05$

Xelhuantzi *et al.* (2010) plantean que la presencia del fuego en los bosques constituye un factor limitante para las especies que son susceptibles a los incendios; sin embargo, para aquellas especies que requieren del fuego es una alternativa que garantiza su continuidad. Según Petrovna (2009), en los ecosistemas boscosos los incendios forestales son un elemento esencial para los procesos de sucesión biológica y mantenimiento de la estabilidad ecológica.

En correspondencia con Martínez (2006), al aplicar quemas prescritas en bosques de *P. tropicalis* observó que después del fuego los estratos herbáceo y arbustivo fueron eliminados completamente; pero a los dos meses después se observaron varias especies endémicas que no se habían encontrado antes del fuego; además, se registró una mayor cantidad de especies, y que el fuego no provocó daños apreciables a los pinos del estrato arbóreo.

Las especies afectadas completamente son latifoliadas, lo que muestra que la especie *P. tropicalis* es más resistente al fuego. Esto está dado por su corteza gruesa, que no permite que el fuego llegue a la madera; además, la elevada altura del fuste limpio que posee impide que el fuego cause daños considerables en las copas. Coincidiendo con estos resultados, Martínez (2006) observó que ningún árbol de *P. tropicalis* murió como consecuencia de las quemas prescritas, y solamente el 18 % de estos se afectó de manera parcial, fundamentalmente en la muerte de las acículas de las ramas más cercanas al suelo producto del calor, y observó carbonización de la corteza en la base del fuste. Por su parte, Flores (2009b) observó que el área sin quemar tuvo un promedio del 96,64 % de su arbolado con color verde. En cambio, las parcelas quemadas tuvieron una media general del 64,71 %.

CONCLUSIONES

- Las quemas controladas en bosques de *P. tropicalis* reducen la cantidad de material combustible, lo que crea las condiciones para el establecimiento de la regeneración natural de la especie, y disminuye el riesgo de ocurrencia y propagación de los incendios forestales.

- Con una adecuada planificación de las quemas, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas, la topografía y el material combustible, se logra que los parámetros del comportamiento del fuego se mantengan en los rangos adecuados para tales fines en bosques de *P. tropicalis* y permite que se cumplan los objetivos planificados.
- El fuego no causó daños a la especie *P. tropicalis*, eliminó la vegetación del estrato herbáceo y parte del arbustivo, lo cual favoreció una disminución de la competencia y un aumento de la iluminación en el interior del ecosistema, favoreciendo la regeneración natural de la especie, lo cual demuestra su eficacia como herramienta para manejar la regeneración natural de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- BETANCOURT, A. 1987. *Silvicultura especial de los árboles maderables tropicales*. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 427 pp.
- BOTTELLO, H.; CABRAL, M.T. 1990. Efeitos ecológicos dos incendios e do fogo controlado sobre o estrato arbóreo. Universidade de Trás-Os-Montes en Alto Douro. pp. 77-83.
- BROWN, A.A.;-DAVIS, K.P. 1973. *Forest Fire – Control and use*. New York. Mc Graw Hill. 686 pp.
- DE LAS HERAS, J., GUERRA, J., HERRANZ, M. 1995. «Influencia de la orientación y de la vegetación briofítica en la evolución de algunos parámetros edáficos 3-5 años después del fuego». *Ecología* (ES) 9:109-119.
- FLORES, J. 2009a. Ecología del fuego y su impacto en los ecosistemas forestales. In: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. pp. 13- 22.
- FLORES, J. 2009b. Evaluación post-incendio del arbolado en un bosque templado. In: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. pp. 127-138.
- FLORES, J.; CABRERA, R. 2009. Alteraciones del paisaje debido a los incendios forestales. Flores, J. In: Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. pp. 293-301.
- InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. Los derechos de autor de este manual, corresponden a: Mónica G. Balzarini, Laura A. Gonzalez, Elena M. Tablada, Fernando Casanoves, Julio A. Di Rienzo, Carlos W. Robledo.
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement Croon Helm and London. pp. 20-24.
- MARTÍNEZ. B. 2006. Uso de quemas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río. 94 h. Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. Cuba.

- ORTIZ, E.; QUIRÓZ, D. 2002. Definición de tipos de Inventarios Forestales en Inventarios Forestales para Bosques en América Central. pp. 1-24.
- PETROVNA, G. 2009. Incendios forestales y salud humana. *In*: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. pp. 305-313.
- RAMOS, M. 2010. *Manejo del fuego*. La Habana. Editorial Félix Varela. Cuba. 230 pp.
- RODRÍGUEZ, F. ET AL. 2010. Estudio y análisis de la vulnerabilidad de las áreas urbano - forestal desde el punto de vista socioeconómico y el impacto de los incendios forestales. Una aplicación a la provincia de Valparaíso, Chile. Universidad de Córdoba. 74 pp.
- ROTHERMEL, R.C.; DEEMING, J.E. 1980. Measuring and interpreting fire behavior for correlation with fire effects. General Technical Report, Ogden, U.S.D.A. Forest Service, INT-93, 4 pp.
- SÁNCHEZ, C.J.; DIETERICH, J.H. 1983. Efecto de quemadas controladas en *Pinus durangensis* en Madera, Chihuahua. Nota Técnica N.9 PR-05. Centro de Investigaciones del Norte. INIF. SARH. Chihuahua. 9 pp.
- WADE, D.D.; LUNSFORD, J.D. 1989. A guide for prescribed fire in southern forests. Technical Publication, Atlanta, U.S.D.A. Forest Service, R8- TP11. 56 pp.
- XELHUANTZI, J.; FLORES, J., CHÁVEZ, A. 2010. Manual de efectos de primer orden de incendios forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. Folleto Técnico Número 8. 66 pp.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Beatriz Rodríguez Alfaro

Máster en Ciencia Forestal, investigadora agregada de la Estación Experimental Agro-Forestal de Viñales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Protección y Manejo del Fuego. Ha impartido docencia en la enseñanza de nivel medio en las temáticas de Dendrología y Protección del Bosque. Obtuvo Premio Organismo 2010 y 2013. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

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

CONOCIMIENTOS TRADICIONALES DENDRO-ENERGÉTICOS EN CUATRO COMUNIDADES RURALES DE PINAR DEL RÍO, CUBA

WOOD ENERGY TRADITIONAL KNOWLEDGE FOUR RURAL COMMUNITIES OF PINAR DEL RÍO, CUBA

DRA. C. KATIA MANZANARES-AYALA,¹ M. SC. MARIA A. GUYAT-DUPUY,¹ ING. DIGNA VELÁZQUEZ-VIERA,¹
M. SC. NOEMÍ MARTÍNEZ-VENTO² Y DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS¹

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

²Delegación CITMA, Viñales, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

La apropiación ilegal de productos forestales, y en particular de leña, es un problema invasivo de la población de los países tropicales que causa enormes daños y transformación del paisaje forestal a las comunidades rurales y a las economías nacionales. En particular, en la provincia de Pinar de Río este problema de apropiación libre de la madera en forma de madera rolliza, tablas y otros surtidos se presenta con notable incidencia por tratarse de la provincia de mayor cubierta forestal en el país. El objetivo del trabajo es identificar la utilización de las especies arbóreas como recurso energético en cuatro comunidades de Pinar del Río: La Majagua, Los Jazmines, San Vicente y Quemados. Se emplearon las técnicas de etnobotánica para la identificación de las diferentes especies maderables a través del levantamiento de entrevistas abiertas, y se consultaron con las muestras de la Xiloteca de la Estación Experimental de Viñales para realizar esa clasificación antropocéntrica dentro de la colección. Se identificaron 36 especies arbóreas distribuidas en 27 familias botánicas y 34 géneros. Se encontró que la familia Mirtáceas es la mayoritariamente consumidas por la población para uso doméstico dendroenergético.

Palabras claves: *energía, leña, especies forestales, colecciones, etnobotánica*

ABSTRACT

The illegal appropriation of forest products and in particular of firewood it is an invasion problem of the population of the tropical countries that causes enormous damages and transformation of the forest landscape, to the rural communities and the national economies. In particular at Pinar de Río province this appropriation problem free of the wood in plump wooden form, charts and other selections, is presented with remarkable incidence to be the county of more forest cover in the country. The objective of the work is to identify the use of the wood species as energy resource in four communities of Pinar del Río: La Majagua, Los Jazmines, San Vicente and Quemados. The ethnobotanic techniques were used for the identification of the different wood species through the rising of open interviews and they were consulted with the samples of the Xyloteca of the Experimental Station of Viñales to carry out that anthropocentric classification inside the collection. It was identified 36 wood species distributed in 27 botanical families and 34 generics. Myrtaceae family was found as the most part the consumed by the population for use domestic dendroenergetic.

Key words: *energy, firewood, forest species, collects ethnobotanic*

INTRODUCCIÓN

Entre todos los problemas globales que debe enfrentar la humanidad en el siglo XXI se destaca

la dependencia de la matriz energética mundial de fuentes no renovables y muy contaminantes,

lo que constituye uno de los desafíos más importantes a solucionar en el contexto actual. La diversidad de servicios que ofrecen los bosques incluye la mejor calidad del agua, prevención de la erosión del suelo, regulación de precipitaciones, suministro de alimentos, madera y energía, así como una rica reserva de biodiversidad y belleza escénica para las comunidades. La apropiación ilegal de productos forestales, y en particular de leña, es un problema invasivo de la población de los países tropicales que causa enormes daños a las economías nacionales y transformación del paisaje forestal de las comunidades rurales. En el caso de nuestro país, se presenta esta situación en algunas comunidades locales a pesar de los beneficios de la revolución energética, debido a la costumbre arraigada de la población de utilizar leña para la cocción de alimentos. Ante el alza de los delitos asociados a la apropiación libre de la madera, y por ser la provincia de Pinar del Río la de mayor superficie boscosa en el país, el cuerpo de Guardabosques intensifica acciones para la vigilancia y protección de los recursos naturales, donde se registran las principales incidencias concentradas en las zonas montañosas de La Palma, Minas de Matahambre, un segmento de Guanahacabibes y Sandino. Por otra parte, el conocimiento tradicional de los pueblos en cuanto a diferentes saberes, como el uso de los combustibles a base de madera, forma parte del patrimonio cultural de la sociología comunitaria, y es importante rescatarlo para elevar la percepción de los actores sociales sobre el cuidado de medio ambiente. El objetivo del trabajo es identificar la utilización de las especies arbóreas como recurso energético en cuatro comunidades de Pinar del Río: La Majagua, Los Jazmines, San Vicente y Quemados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron los datos recogidos a través de visitas a las localidades seleccionadas, las respuestas a cuestionarios completados por los entrevistados y otras fuentes secundarias como los informes técnicos disponibles.

Revisión documental

Se realizó una búsqueda de material bibliográfico para la conformación de los antecedentes del

trabajo, especialmente en lo referido a desarrollo local participativo y técnicas etnobotánicas para recuperación de información. Se identificaron las especies maderables mediante la consulta con diccionarios botánicos, tratados de taxonomía vegetal y la observación con el Herbarium de la sede y la Xiloteca de la Estación Experimental de Viñales.

Recorrido por las áreas de estudio. Se realizó un recorrido por las cuatro comunidades para seleccionar los domicilios que se tomarían como punto de referencia para la investigación. Las comunidades de Pinar del Río se distribuyeron en dos municipios: Viñales –La Majagua y Los Jazmines– y Minas de Matahambre –Rancho San Vicente y Quemados–. Se realizaron largas caminatas por las cuatro comunidades, y en especial por la Estación Experimental de Viñales para seleccionar el marco de ejecución del trabajo referido a la selección de los informantes claves de los interrogatorios, para conseguir que primara en los encuentros con la familia un clima de confianza, respeto, ética y apoyo para la entrevista.

Preparación de las entrevistas abiertas. Se utilizó el método de encuesta etnobotánica basado en entrevistas abiertas mediante la técnica de diálogo directo individual como agente emisor. Se realizaron 24 visitas domiciliarias a un total de 150 personas.

Evaluación de la diversidad

La diversidad alfa se estimó mediante la riqueza bioenergética descrita como el número de especies en cada comunidad, que es considerada el indicador más importante de la diversidad. Para determinar la similitud florística entre las diferentes localidades de acuerdo con los consumos dendro-energéticos, se realizó el análisis de conglomerados jerárquicos mediante la medida de similitud de Sorensen (diversidad Beta).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la población

La individualización del componente social registró que la población interrogada para el estudio presenta edades comprendidas entre 20-75 años. La muestra está compuesta por amas de casa, trabajadores, estudiantes y jubilados.

Los escenarios evaluados se caracterizan por formaciones vegetales de bosques de pino-en-

cino (*Fig. 1*), de galería y semicaducifolio sobre suelo calizo.



Figura 1. Comunidad La Majagua, cercana a la Estación Experimental de Viñales.

Evaluación de las maderas dendro-energéticas

El conocimiento tradicional se basa en una larga experiencia histórica, en el entendimiento profundo de la dinámica de los ecosistemas forestales y puede clasificarse en tres categorías: diversidad del paisaje, biodiversidad, uso de recursos y gobernanza tradicional [Tongkel *et al.*, 2013]. Se reseña el número total de especies dendro-energéticas declaradas por los usuarios de las cuatro comunidades inventariadas de acuerdo con el beneficio de recursos eco-sistémicos de provisión de materias primas (*Tabla 1*). Se identificaron 36 especies arbóreas distribuidas en 27 familias botánicas y 34 géneros. Se observa que las especies pomarrosa (*Syzygium jambos* (L.) Alston), encino (*Quercus oliodes* A. Rich) y macurijes (*Matayba apetala* (Radilk)) comparten ocurrencia en las cuatro comunidades (*Tabla 2*), mientras que el eucalipto (*Eucalyptus saligna* Sm.) y el marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn) se advierte presencia en tres localidades: La Majagua, Quemados y San Vicente. Aproximadamente un 50 % de las especies representadas en una riqueza de 18 taxones se localizan preferiblemente en un solo terri-

torio (Quemados). Esta situación revela que la existencia de los árboles maderables con fines energéticos no se presenta abundante en todos los escenarios debido a las acciones antrópicas de los diferentes sitios y otras perturbaciones naturales como los eventos meteorológicos, las plagas y los incendios. Según Arcia (2005), la extracción de madera de valor económico para la obtención de varas, postes de cerca y otros productos del bosque como la leña para combustible es bastante elevada en los bosques tropicales de la región. Las comunidades con grupos taxonómicos representados en los cuatro escenarios son las familias Fagáceas, Mirtáceas y Sapindáceas, respectivamente. Las entrevistas revelaron una amplia riqueza de especies maderables empleadas por los pobladores, representadas en la comunidad San Vicente, Quemados y Los Jazmines, localidades que declaran sus habitantes abastecerse de 16, 18 y 12 taxones diferentes para uso como combustible con fines domésticos (*Fig. 2*). Se observa que la mayoría de las especies con consumo bioenergético están contempladas en la Xiloteca de la Estación Agro-Forestal de Viñales, que están representados sus códigos en la *Tabla 1*.

TABLA 1**Variables taxonómicas de especies energéticas declaradas por la población**

No.	Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Cód. Xiloteca
1	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill. var. Americana	Laurácea	168
2	Almácigo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent	Burserácea	66C
3	Ayúa	<i>Xanthoxylum martinicense</i> (Lam) D.C.	Rutacea	356
4	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst.	Casuarinacea	74
5	Copey	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Clusiacea	86
6	Dagame	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) D.C.	Rubiaceae	368
7	Encino	<i>Quercus cubana</i> A. Rich.	Fagaceae	146
8	Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	Mirtacea	277
9	Guana blanca	<i>Hildegardia cubensis</i> (Urb.) Kostermans	Sterculiaceae	403
10	Guara	<i>Cupania macrophylla</i> A. Rich.	Sapindacea	457
11	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	401
12	Guao prieto	<i>Comocladia dentata</i> (Jacq.)	Anardiaceae	2
13	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtacea	273
14	Guairaje	<i>Eugenia buxifolia</i> (Sw.) Willd.	Mirtaceas	271
15	Güira	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignonacea	39
16	Hicaco dulce	<i>Chrysobalananus icaco</i> L.	Chrysobalanacea	382
17	Incienso	<i>Proptum fragans</i> (Rose) Urb.	Burserácea	–
18	Jocuma	<i>Mastichodendrom foetidissimum</i> (Jack.) Cronquist	Sapoptacea	441
19	Macurije	<i>Matayba eutona</i> (Macf.) Radlk.	Sapindaceae	456
20	Majagua	<i>Tilipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell.	Malvácea	269
21	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiácea	4
22	Marabú	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	Mimosaceae	216
23	Ocuje	<i>Calophyllum antillanum</i> (Britt) Standl.	Clusiacea	87
24	Palma	<i>Rystonea regia</i> (H.B.K.) O.F. Cook	Aracaceae	–
25	Peralejo	<i>Byrsonima coraceae</i> (Sw.) Ndz.	Malpighiaceae	256
26	Pino macho	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pinacea	321
27	Pino hembra	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pinacea	322
28	Piñón florido	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae	195
29	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Mirtacea	275
30	Teca	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Verbenácea	498
31	Tengue	<i>Poeppigia procera</i> Prest.	Caesalpinacea	209
32	Yagruma	<i>Cecropia peltata</i> L.	Moracea	240
33	Yamagua	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Meliacea	291
34	Yana	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Combretacea	92
35	Yanilla	<i>Cyrilla antillana</i> Michx	Cyriliaceae	–
36	Varia	<i>Gerascanthus gerascanthoides</i> (H.B.K.) Borh.	Boraginacea	56

Percepción ambiental de la población

Se observó que la población utiliza frecuentemente cualquier especie a su alcance para cocinar, y emplea ejemplares valiosos como teca (*Tectona grandis* L.), majagua (*Hibiscus tiliaceum*), jocuma (*Mastichodendron foetidissimum*) y el dagame (*Calycophyllum candidissimum*), que pueden utilizarse para otras soluciones como carpintería, ebanistería, revestimiento de paredes, artesanías, elementos de construcción y

otros dada la calidad de la madera [Ibáñez et al., 2000]. En tres de las comunidades estudiadas –La Majagua, San Vicente y Quemados– se identificó la utilización del marabú (*Dichrostachys cinerea*) para uso doméstico, porque esta taxa presenta muy buen encendido y una braza de calidad para cocinar [Manzanares et al., 2008], lo cual ha favorecido el desarrollo del proyecto internacional titulado Biomasa Marabú, un

desafío para producir energía en Cuba [Padrón, 2013]. En el sitio de Los Jazmines se comprobó la utilización de casuarina (*Casuarina equisetifolia*) por sus propiedades del carbón obtenido y su alto poder calórico [Guyat, 2010]. Se conoce que las dos especies están categorizadas como exóticas [Betancourt, 2000], lo que significa que su consumo es una medida de atenuación de la extensión progresiva de este fenómeno en el paisaje de la

localidad, que puede competir con las especies nativas. Esta situación se debe a la preferencia de la población por la cocción de alimentos como las viandas, así como la herbidura de la ropa blanca con leña para economizar las tarifas de la electricidad, lo cual sugiere una responsabilidad de prospección *in situ* importante mediante actividades de educación ambiental para controlar esas prácticas no sostenibles del recurso.

TABLA 2**Riqueza de especies dendro-energéticas en los cuatro escenarios**

No.	Especies	La Majagua	San Vicente	Quemados	Los Jazmines	Total frecuencia
1	Aguacate	0	0	1	0	1
2	Almácigo	1	0	0	0	1
3	Ayúa	0	0	1	1	2
4	Casuarina	0	0	0	1	1
5	Copey	0	0	0	1	1
6	Dagame	0	0	1	0	1
7	Encino	1	1	1	1	4
8	Eucalipto	1	1	1	0	3
9	Guana	0	1	0	0	1
10	Guara	0	0	1	0	1
11	Guásima	0	1	1	0	2
12	Guao prieto	0	0	1	0	1
13	Guayaba	0	0	0	1	1
14	Guairaje	0	0	1	0	1
15	Güira	0	0	1	0	1
16	Hicaco dulce	0	0	0	1	1
17	Incienso	0	1	0	0	1
18	Jocuma	0	1	0	0	1
19	Macurijes	1	1	1	1	4
20	Majagua	0	1	0	0	1
21	Mango	0	0	1	0	1
22	Marabú	1	1	1	0	3
23	Ocuje	0	1	0	0	1
24	Palma	0	0	1	1	2
25	Peralejo	0	0	0	1	1
26	Pino macho	1	1	0	0	2
27	Pino hembra	1	1	0	0	2
28	Piñón florido	0	0	0	1	1
29	Pomarrosa	1	1	1	1	4
30	Teca	0	1	0	0	1
31	Tengue	0	1	1	0	2
32	Yagruma	0	1	0	0	1
33	Yamagua	0	0	1	0	1
34	Yana	1	0	0	0	1
35	Yanilla	0	0	0	1	1
36	Varía	0	0	1	0	1
Total	Riqueza (S)	9	16	18	12	

Por otra parte, algunos árboles y las hierbas son una fuente de energía que virtualmente no aporta contenidos de carbono extra a la atmósfera, en el sentido de que la cantidad de dióxido de carbono que emiten durante su combustión es la misma que absorbieron del aire mediante la fotosíntesis durante su crecimiento [Boletín Forestal, 2011]. Se advierte utilización de frutales como la guayaba (*Psidium guajava*), el mango (*Mangifera indica*) y el aguacate (*Persea americana*), necesarios para la seguridad alimentaria por sus altos niveles de vitaminas, ya que se ha demostrado que los productos verdes superan ampliamente a los convencionales en calidad, tanto nutritiva como organoléptica, y significa una garantía de alimento futuro de las generaciones venideras [Boletín de Novedades, 2011]; además, emplean el eucalipto (*Eucalyptus saligna* Sw.), especie recomendada para postes de servicio público [Sosa et al., 2009], y su follaje es apreciado por sus aceites esenciales de extensivo uso en la industria de jabonería, perfumería y cosméticos, así como los taninos de la corteza del árbol pueden brindar materias primas para la curtición de pieles. En particular, los azúcares solubles de la corteza del eucalipto, como la glucosa, la fructosa y la sacarosa fermentan en contacto con levaduras y producen etanol. «La industria de la celulosa desecha mensualmente una gran cantidad de este residuo. Cada tonelada puede generar 200 kg de azúcares, volumen suficiente para producir 100 L de etanol», y «rompiendo la estructura de la celulosa se podrán conseguir 94 L de biocombustible adicionales», explicó el químico Juliano Bragatto, responsable del proyecto referido en Boletín Forestal (2011). Estos estudios de casos descritos anteriormente argumentan la magnitud de las pérdidas en que las actividades antrópicas sacrifican el aprovechamiento de la biomasa forestal, en particular de los productos forestales no maderables. Según García (2013), los productos maderables empleados con mayor frecuencia en el trasiego ilegal de la provincia son el cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia mahagoni*), majagua (*Tiliparitis elatum*), ocuje (*Calophyllum antillanum*) y pino (*Pinus caribaea* y *P. tropicalis*), de los cuales las tres últimas especies son declaradas por los pobladores.

Extracción de leña

Esta actividad se realiza por recolección propia, y se caracteriza por ejecutarse en orden

decreciente con la participación de hombres, adolescentes de ambos sexos y mujeres.

Se efectúa para autoconsumo familiar y se realiza fundamentalmente utilizando hacha, machete, cuchillo y rara vez motosierra. Las distancias que se recorren para su obtención varían de 1-15 km como promedio. Se traslada por tracción animal, con carretas y/o bicicletas, y se almacena en la casa. En este sentido, la biomasa es húmeda y voluminosa, su transporte es relativamente caro y resulta difícil almacenarla durante largos períodos de tiempo sin que se vuelva mohosa [Boletín Forestal, 2011].

Relaciones de afinidad florística entre las cuatro comunidades

Como resultado del análisis de clúster se obtuvo un dendograma, y según este diagrama se consiguen tres agrupamientos principales, de los cuales el tercero es el más numeroso porque consta de 21 especies (Fig. 2).

Este grupo corresponde a la formación vegetal semicaducifolia sobre suelo calizo, donde están enclavadas las comunidades de Quemados y San Vicente, escenarios que cuentan con mayor riqueza florística. Estas dos comunidades son altamente vulnerables, ya que presentan las más altas riquezas de consumo de bioenergía, que compromete el abastecimiento de otros servicios ecosistémicos de provisión de recursos naturales como los hídricos, alimentos, control de la erosión, regulación climática y culturales [Gómez Valenzuela et al., 2014]. Los conjuntos con menor fragilidad son el primero y segundo, respectivamente, constituido por las comunidades de La Majagua y Los Jazmines, esta última localidad situada muy cercana al Parque Nacional de Viñales con bosques de pino-encino [Melgarejo, 2009], que contemplan menores especies abastecidas por la población.

Medidas de educación ambiental

Con el propósito de frenar la pérdida de importantes poblaciones de especies endémicas y amenazadas, se conforma el plan de medidas de especies usadas para combustibles ecológicos. La pérdida de biodiversidad tiene importantes consecuencias en la capacidad productiva del recurso forestal y el mantenimiento de estos bienes y servicios eco-sistémicos [Tompson, 2010]. Se observa que el consumo por la población de numerosos taxones de interés económico y con-

servacionista, tales como jocuma (*Mastichodendrom foetidissimum* (Jack.) Cronquist); dagame (*Calycophyllum candidissimum* (Vahl.) D.C.) y guana (*Hildegardia cubensi* Urb. Kosterman), entre otras, que en su mayoría son especies nativas y protegidas por la ley forestal [Álvarez *et al.*, 2006], lo cual sugiere realizar acciones de concientización a la población para atenuar estas prácticas no protectoras de la diversidad forestal del entorno. Se proponen actividades dirigidas a la educación ambiental a edades

tempranas mediante la socialización de la Xiloteca de la Estación Experimental de Viñales, la cual contiene la mayoría de las especies dendro-energéticas declaradas por la población. En 2011 se realizaron varias actividades de este tipo en el círculo de interés de la escuela Floro Pérez, de la localidad La Majagua, donde se identificaron en la colección de maderas las especies dendro-energéticas más utilizadas por los pobladores como una actividad participativa con los escolares y los maestros.

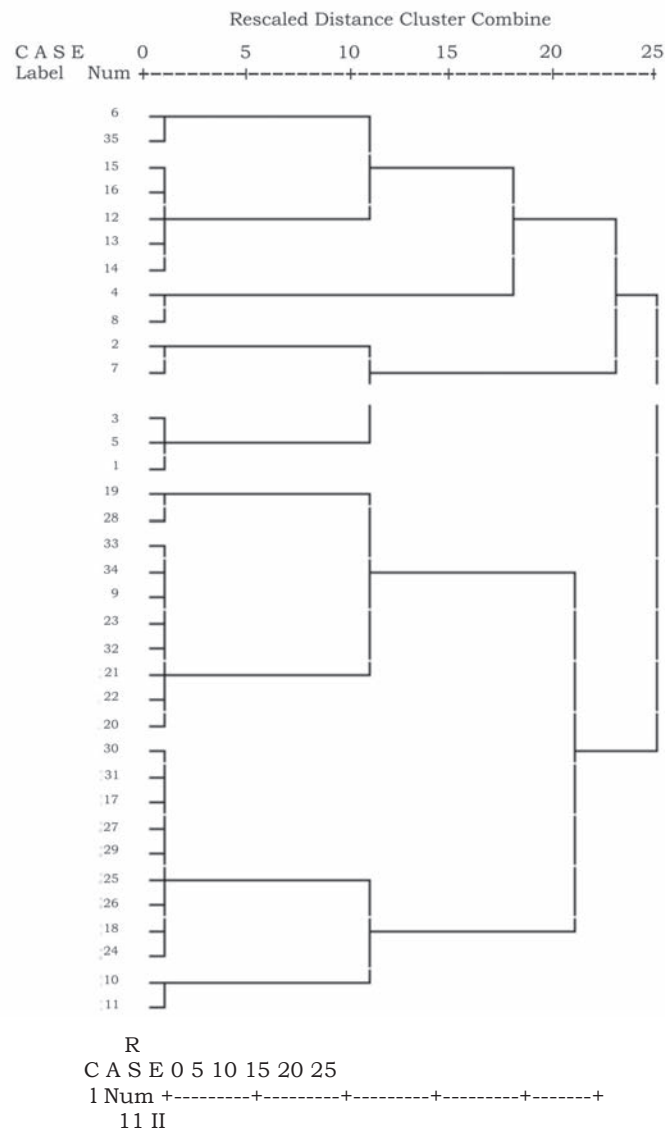


Figura 2. Dendrograma de similitud florística entre las comunidades.

CONCLUSIONES

- Se comprobó que la leña continúa siendo el combustible utilizado con preferencia por la población para la cocción de alimentos en los escenarios evaluados, como complemento de los beneficios del programa de la revolución energética.
- Se observó una elevada cultura popular en especies dendro-energéticas como parte de

los conocimientos tradicionales, hábitos y costumbres de las comunidades distribuidas en 36 especies maderables, 27 familias botánicas y 34 géneros.

- Las comunidades Quemados y San Vicente se distinguen como las localidades más vulnerables, ya que reportan mayor riqueza de especies consumidas por la población para fines energéticos, por lo requiere fortalecer los programas de educación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A., CASTILLO, E., HECHAVARRÍA, O. 2006. *Especies protegidas por la ley forestal*, La Habana, Instituto de Investigaciones Forestales, 252 pp.
- ARCIA, D. 2005. «Caracterización socio-económica del entorno de la reserva forestal El Montuoso». En: C. Ganibaedi (Ed.) *Diversidad biológica y servicios ambientales de los fragmentos de bosques en la reserva Forestal El Montuoso*, Panamá, pp: 29-37
- BETANCOURT, A. 2000. *Árboles maderables exóticos de Cuba*, La Habana, Ed. Científico-Técnica, Instituto Cubano del Libro, 352 pp.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES (INAF). 2011. «Los alimentos ecológicos son la mejor opción para la salud de las personas y del planeta», La Habana, Centro de Documentación del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), enero 2(3), 10 pp.
- GARCÍA, M. 2013. «Enfrentan trasiego de madera», *Juventud Rebelde* (CU), 10 pp.
- GÓMEZ VALENZUELA, V.; BONILLA, S.; ALPÍZAR, F. 2014. Valoración económica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la República Dominicana. Simposio Experiencias en la gestión de servicios ecosistémicos de la República Dominicana. Santo Domingo. Consorcio Ambiental Dominicano. 59 p.
- GUYAT, M. A. 2010. «Listado del poder calórico de 20 especies energéticas de la Xiloteca» La Habana, Informe de salida Proyecto DB 27. Habana. Dpto. TPN- 5 pp.
- IBÁÑEZ, A., MANZANARES, K., SOSA, M. 2000. *Compendio de 56 especies cubanas y de otras regiones tropicales* En CD/ Habana/: Instituto de Investigaciones Forestales, 150 pp.
- MANZANARES, K. ET AL. 2008. «Caracterización y alternativas de uso de la especie (*Dichrostachys cinerea* (L.)Wight et Arm. (marabú)», *Revista Forestal Baracoa* (CU) 27(1): 3-12.
- MELGAREJO, P. 2009. «Efecto de la antropización sobre la conservación de los bosques semidecíduos y pino-encino del Parque Nacional de Viñales», 50 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal), Universidad de Pinar del Río.
- SOSA, C.; VELÁSQUEZ, D.; MANZANARES, K. 2009. «Sustitución de los postes de hormigón y pino por eucaliptos», Memorias Taller de Protección de la Madera, IRG, Costa Rica, 15 pp.
- PADRÓN, R. 2013. Comunicación personal. Jefe de proyecto Biomasa Marabú.
- TOMPSON, I. 2010. «La trascendencia de la resiliencia», *Actualidad Forestal* (JP) 18(1):16-18.
- TONGEL, F.; LASIMBANG, C.; CHING, P. 2013. «El conocimiento tradicional y la ordenación forestal sostenible: la experiencia de Malasia», revista *Unasylva* (IT) 240(64): 41-49.

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 de organismos en 2007-2009 y varios reconocimientos en el Fórum de Ciencia y Técnica. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ESPERADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL VILLA CLARA Y ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN

ASSESSMENT OF THE EXPECTED IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON INTEGRAL ENTERPRISE FOREST VILLA CLARA AND STRATEGY OF ADAPTATION

M. SC. LILIANA CABALLERO-LANDÍN, M. SC. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE, DR. C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO
Y DRA. C. ALICIA MERCADET-PORTILLO

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

RESUMEN

A partir del escenario A1C, para una sensibilidad climática alta (de 4,2 °C), se determinaron los impactos esperados que por aumento del nivel del mar afectarían a los bosques de la Empresa Forestal Integral Villa Clara desde 2030, 2050 y hasta 2075. Los impactos más importantes recaen en las unidades silvícolas de Sagua la Grande, Encrucijada y Remedios, y sobre las especies *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (patabán) y *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo). También se afectarán áreas de *Conocarpus erecta* L. (yana), *Bursera cimaruba* L. Sargent (almácigo), pero en menor cuantía. Se evalúan las áreas afectadas por la penetración del mar por unidades silvícolas, y por escenarios 2030, 2050 y 2075, áreas de penetración por especies y escenarios, por especies y unidad silvícola, y finalmente una evaluación resumen de las áreas de penetración del mar por especies, unidad silvícola y escenarios, lo cual se utiliza para la proposición de las estrategias de adaptación, las que están enfocadas fundamentalmente sobre el ámbito económico y ambiental.

Palabras claves: impactos forestales, adaptación, cambio climático, Cuba

ABSTRACT

From the A1C scenario for high climate sensitivity (4.2 °C) the expected impacts that sea level rise would affect forests Integral Forestal Villa Clara from 2030 to 2050 and determined the 2075 the most important impacts are borne in silvicultural units Sagua, Crossroads and Remedios and *Avicennia germinans* (L.) L. (black mangrove), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (patabán) and *Rhizophora mangle* L. (red mangrove). Areas *Conocarpus erecta* L. (yana), *Bursera cimaruba* L. Sargent (nursery) also affect, but less. Areas affected by the penetration of the sea by forestry units and scenarios 2030, 2050 and 2075 are evaluated; areas of penetration by species and scenarios by species and forestry unit and finally a summary assessment of the areas of penetration of sea species, forestry unit and scenarios, which is used for proposing adaptation strategies which are focused primarily on economic and environmental issues

Key words: forest impacts, adaptation, climate change, Cuba

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la subida del nivel del mar son una grave amenaza a los pequeños estados insula-

res (PEI) de los océanos Pacífico, Índico y Atlántico, así como los mares Caribe y Mediterráneo.

Los pronósticos de los impactos esperados sobre los bosques debido al cambio climático incluyen impactos tales como el aumento de la producción de biomasa en bosques y sabanas; la inundación de costas llanas y deltas de los ríos, con pérdidas de vegetación y reducción del drenaje en áreas interiores; la transformación de los suelos en los humedales costeros con reducción de la vegetación; afectaciones a la conservación de los recursos genéticos con aumento de los riesgos de extinción; aumento del peligro de incendios; reducción de la capacidad de recuperación de los bosques; retraso de la temporada de crecimiento; mayor frecuencia de inundaciones durante las lluvias y prolongación de las sequías, entre otros.

Según Álvarez (1998), en Cuba el estudio nacional sobre los impactos del cambio climático y medidas de adaptación está dirigido a determinar los posibles impactos ese cambio y una evaluación realista de las implicaciones socioeconómicas de este, así como a un rango de políticas potenciales para adaptarse que puedan ser incorporadas en la planificación nacional. Es por ello que, partiendo de los resultados en la primera aproximación, y teniendo en cuenta la metodología descrita por Álvarez (2001), además de los resultados de los estudios realizados por Hernández y Caballero (2004), se llevó a cabo la evaluación de impactos esperados que por aumento del nivel del mar afectarían los bosques y el sector silvícola de la costa norte de Villa Clara, tomando como estudio de caso la EFI Villa Clara.

Con este trabajo se logra un incremento de la cantidad y calidad de la base de datos relativa a los impactos del cambio climático en el sector forestal de la provincia de Villa Clara, la cual contará por primera vez con un trabajo realizado a partir del uso de los sistemas de información geográfica con datos más actualizados y con una mayor precisión que los realizados anteriormente, lo cual incrementaría la capacidad para estudiar los asuntos relacionados con el cambio climático en la empresa, además de mejorar las predicciones provinciales de los impactos del cambio climático sobre la rama forestal, así como se proponen las medidas de adaptación al cambio a nivel de unidades silvícolas y especies, teniendo en cuenta los impactos esperados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los impactos generados por las vulnerabilidades del sector forestal al cambio climático en general, y en particular al aumento del nivel mar, así como la formulación de las estrategias de adaptación correspondientes, fue llevada a cabo mediante el desarrollo de un estudio de caso en la Empresa Forestal Integral (EFI) Villa Clara. Ubicada entre los 23°04'14" N - 80°45'15" W y los 21°56'45" N - 79°19'05" W, la EFI Villa Clara cuenta con una superficie total de 59 743,9 ha (según dinámica 2008), de las cuales 57 191,7 ha están consideradas como áreas forestales (95,73 %), y 2552,2 como inforestales (4,27 %), repartidas en nueve unidades silvícolas. De estas nueve se escogieron las de Corralillo, Quemado de Güines, Sagua la Grande, Cifuentes y Remedios, que ocupan específicamente la parte norte de la provincia, limitrofe con el mar. El acumulado anual de precipitaciones es del orden de los 1326 mm, con una temperatura media anual de 24,0 °C.

En la composición de la EFI Villa Clara, por formaciones hay un predominio de la formación semicaducifolio sobre suelo calizo con 20 739,6 ha (36,26 %) y manglar con 19 341,7 ha (33,82 %), donde ambas formaciones abarcan el 70,08 %. El resto corresponde a otras áreas forestales de la empresa.

Para la evaluación integral de los impactos del cambio climático y de las medidas de adaptación en la EFI Villa Clara se empleó la metodología descrita por Álvarez y Ponce (2001). Los escenarios de aumento del nivel del mar utilizados para los estudios de caso fueron 15 cm para 2030; para 2050 el valor considerado fue 27 cm, y para 2075, que fue el tercer punto temporal considerado, fue de 64 cm. 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.

Teniendo en cuenta los valores de elevación del mar previstos por el escenario seleccionado y las características de la EFI Villa Clara, se calculó la pendiente. Fue utilizado el sistema de

información geográfico ILWIS 3.7.1 para crear el modelo de elevación digital del terreno, y así conocer los valores de pendiente, para posteriormente calcular la distancia de penetración.

Partiendo de las informaciones contenidas en el Proyecto de Ordenación 1986-2007 de la empresa, se calcularon a nivel de rodal los im-

pactos que se producirían, teniendo en cuenta en cada rodal su pendiente y la composición de especies arbóreas.

El mapa con la distribución de los rodales por especies en cada una de las unidades silvícolas de la provincia de Villa Clara utilizados para el estudio de caso puede ser observado en la Fig. 1.

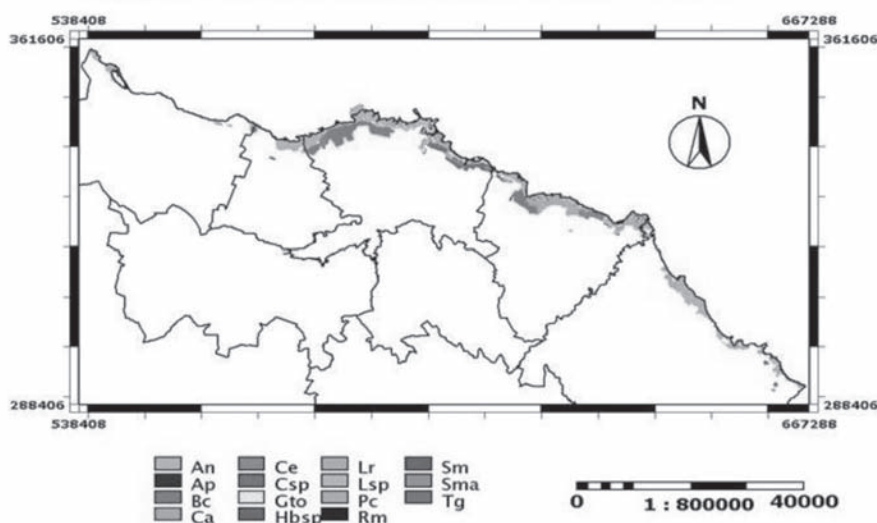


Figura 1. Distribución de los rodales por especies en cada unidad silvícola.

Los resultados por rodales se analizaron por unidades silvícolas, y al final se obtuvieron los mapas de penetración del mar para cada escenario por unidades silvícolas y por escenarios 2030, 2050 y 2075, áreas de penetración por especies y escenarios, por especies y unidad silvícola, y finalmente una evaluación resumen de las áreas de penetración del mar por especies, unidad silvícola y escenarios. La leyenda utilizada durante el trabajo para identificar las especies fue la empleada en el proyecto de ordenación definida de la siguiente forma: An - *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto), Rm - *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), Lr - *Laguncularia racemosa* R.G. (patabán), Bc - *Bursera simaruba* (L.) Sargent (almácigo), Csp - *Casuarina* sp. (casuarina), Ce - *Conocarpus erecta* L. (yana), Gto - *Guazuma tomentosa* HBK (guásima), Ap - *Albizia procera* (Roxb.) Benth. Hook (algarrobo indio), Tg - *Tectona grandis* L. f. (teca), Ca - *Calophyllum antillanum* Brito (ocuje), Pc - *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari (pino macho), Sm - *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba del país), Lsp - *Leucaena leucocephala* (ipil ipil),

Hbsp - *Hibiscus elatus* Sw. (majagua); Sma - *Swietenia macrophylla* King. (caoba de Honduras).

También se hicieron los análisis de impacto por formación boscosa con el mapa correspondiente (Fig. 2), obteniendo la información de las áreas de penetración del mar por escenario por cada formación boscosa. Las formaciones boscosas que se utilizaron fueron las existentes en la empresa, y aparecen en el proyecto de ordenación. La leyenda es la siguiente: Mc - Manigua costera; Mg - Manglar; Scf-a - Semicaducifolio sobre suelo ácido; Scf-c - Semicaducifolio sobre suelo calizo y Scf-m - Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ecosistema Manglar se desarrolla en la EFI Villa Clara por toda la costa norte, abarcando los municipios de Corralillo, Encrucijada, Quemado de Güines, Sagua la Grande y Remedios.

Como en el resto del país, este ecosistema está formado en Villa Clara por cuatro especies

arbóreas: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán) y *Conocarpus erecta* L. (yana). Las cuatro especies están distribuidas espacialmente en la misma secuencia que se expuso anteriormente, donde *Rhizophora mangle* L. ocupa la posición más cercana al mar, y *Conocarpus erecta* L. la más interna en tierra firme, apreciándose gran cantidad de áreas ocupadas por esta especie; sin embargo, ni *Avicennia germinans* (L.) L. ni *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. se observan en gran medida en el área de estudio. Tampoco se observan ni siquiera restos de la manigua costera debido a que en gran parte de la zona se buldocearon los jucarales y la manigua costera,

lo que ha incrementado el avance de la salinidad tierra adentro.

Es importante tener en cuenta que, como consecuencia del impacto del aumento del nivel del mar, la distribución de estas especies puede modificarse sustancialmente de acuerdo con las condiciones específicas de cada lugar, principalmente en lo que se refiere a *A. germinans* (L.) L., que se adapta muy bien a lugares de elevada salinidad, y a *L. racemosa*, que es menos exigente en la competencia por la luz [Menéndez et al., 2000].

Como resultado importante se obtuvo el mapa de penetración del mar en las áreas de la empresa para los tres escenarios en estudio (Fig. 2).

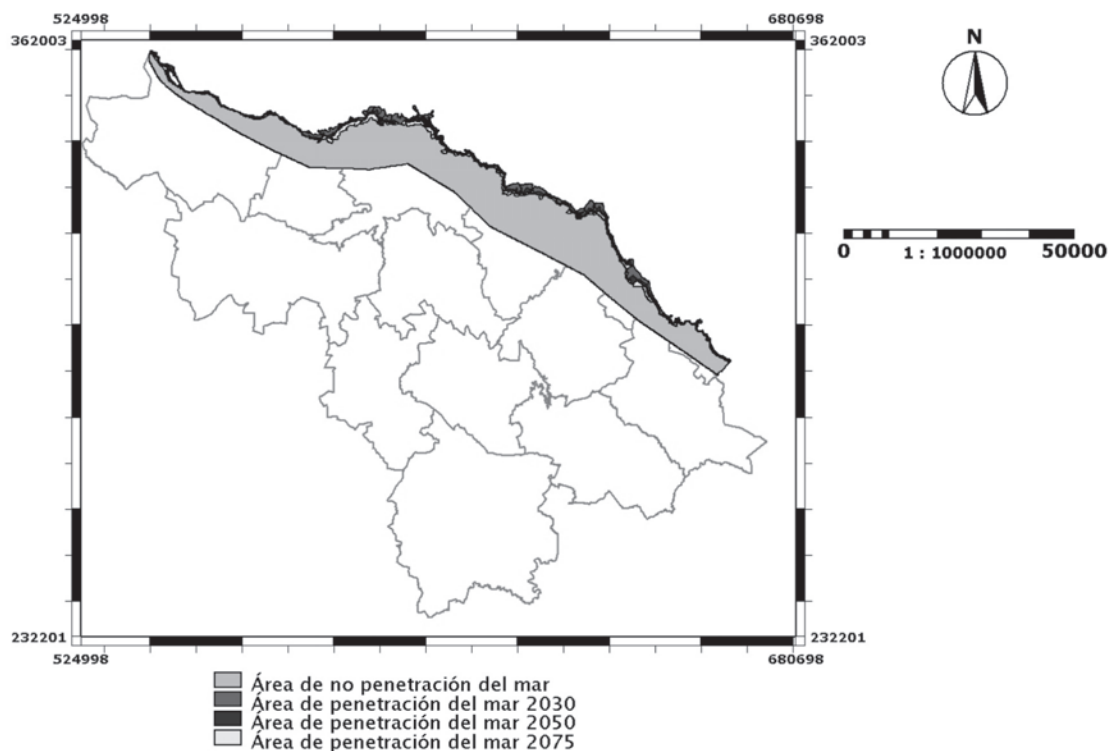


Figura 2. Área de penetración del mar para cada escenario.

En los tres escenarios las unidades silvícolas que más se verán afectadas serán Sagua la Grande, Encrucijada y Remedios, por lo que en ellas se deben ir tomando medidas con antelación para adaptarse a este impacto. En general, la empresa, al finalizar 2075, perderá 14 412,92 ha de sus

bosques costeros (Tabla 1), para el 60,32 % de sus áreas, las que estarán totalmente inundadas.

La elevación del nivel del mar en 15 cm prevista para 2030 traerá los mayores impactos negativos para *Avicennia germinans* (L.) L., con

una afectación de 4373,96 ha (18,31 %). Esta especie se afectará en mayor cuantía debido a que los neumatóforos imprescindibles

para su respiración quedarán bajo el agua del mar y les será imposible continuar su supervivencia.

TABLA 1

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

Unidades silvícolas	Área de no penetración	Escenarios			Total	Área afectada en los tres escenarios
		2030	2050	2075		
Quemado de Güines	730,32	300,04	163,52	96,04	1289,92	559,6
Encrucijada	2801,68	2003,76	928,12	1132,2	6865,76	4064,08
Sagua la Grande	4167,44	2572,04	866,12	2110,32	9715,92	5548,48
Corralillo	260,32	381,48	185,16	320,24	1147,2	886,88
Remedios	1519,68	1486,28	773,92	1093,68	4873,56	3353,88
Total	9479,44	6743,60	2916,84	4752,48	23 892,36	14 412,92

También se afectarán *Laguncularia racemosa* R. G. y *Rhizophora mangle* L., de las cuales se verán afectadas 1246,88 ha (5,22 %) y 1028,08 ha (4,30 %), respectivamente; sin embargo, *Conocarpus erecta* L. y *Bursera simaruba* Sargent también se afectarán, pero en menor cuantía, con una afectación de 60,72 ha (0,25 %) y 33,88 ha (0,14 %), respectivamente. Hay que tener en cuenta que los impactos negativos se agudizarán si los tensores de salinidad aumentan, siendo afectadas las cuatro especies de mangle. Para 2050 y 2075 se prevé un aumento del nivel del mar de 27 y 64 cm, respectivamente, por lo que los impactos negativos se incrementarán en ambos escenarios para las especies *Avicennia germinans* (L.) L., *Laguncularia racemosa* R. G. y *Bursera simaruba* Sargent, con penetración del mar desde 1760,72 ha (7,37 %) en 2050, hasta 2207,96 ha (9,24 %) en 2075, desde 920,84 ha (3,85 %) en 2050, hasta 1088,96 ha (4,56 %) en 2075, y desde 119,56 ha (0,50 %) en 2050, hasta 902,44 ha (3,78 %) en 2075, respectivamente.

El análisis de penetración del mar por especies que se verán afectadas por cada unidad silvícola puede ser observado en la Tabla 2, donde se especifica cuántas hectáreas de cada especie y su porciento se afectará por unidad silvícola, así como cuántas hectáreas y porciento por especies se verán afectadas al finalizar 2075, siendo *Avicennia germinans* (L.) L., *Laguncularia racemosa* R. G., *Bursera simaruba* Sargent, *Rhizophora mangle* L. y *Conocarpus erecta* L. las

más perjudicadas debido al aumento del nivel del mar, afectándose 8342,64 ha, 3256,68 ha, 1243,8 ha, 1055,88 ha y 354,2 ha de cada especie, respectivamente.

Teniendo en cuenta los resultados, hay que señalar que los impactos negativos esperados no solo afectarán las áreas de manglares que son las más perjudicadas, sino que también otras áreas del interior con especies tales como *Bursera simaruba* Sargent (almácigo), *Casuarina* sp. (casuarina), *Guazuma ulmifolia* HBK (guásima), *Albizia procera* Benth. (algarrobo indio), *Tectona grandis* L. F. (teca), *Calophyllum antillanum* Brito (ocuje), *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari (pino macho), *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba del país), *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit (ipil ipil), *Swietenia macrophylla* King. (caoba de Honduras), *Hibiscus elatus* Sw. (majagua) se verán afectadas, por lo que hay que poner interés en estas áreas, pues si se pierde gran cantidad de bosques costeros la cuña salina penetrará tierra adentro, afectándose tanto estas especies forestales como del sector agrícola, teniendo nefastas consecuencias tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

Por otra parte, la empresa debe encaminar sus esfuerzos al desarrollo de los programas de reforestación en las áreas donde no habrá penetración del mar, que cubren un área de 9479,44 ha (Tabla 3).

TABLA 2
Resumen de las áreas de penetración del mar por unidades silvícolas, especies y escenarios

Unidades silvícolas	Escenarios	Especies															Total
		An	Rm	Lr	Bc	Csp	Ce	Gto	Ap	Tg	Ca	Pc	Sm	Lsp	Hbsp	Sma	
Quemado de Güines	2030	300,04															300,04
	2050	163,52															163,52
	2075	96,04															96,04
	ANPenet.	595,20			63,08			22,4	7,56	42,08							730,32
Subtotal		1154,80	0,00	0,00	63,08	0,00	0,00	22,4	7,56	42,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1289,92
Encrucijada	Subtotal para los tres escenarios	559,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	559,60
	2030	803,00	445,84	669,00	27,96		57,96										2003,76
	2050	198,04	26,28	662,96	25,96	0,64	14,24										928,12
	2075	355,24	27,32	515,40	137,68	46,60	49,96										1132,20
Subtotal	ANPenet.	552,12	5,20	775,56	865,88	157,64	417,12		0,04		0,2	0,04	27,88				2801,68
Sagua la Grande	Subtotal	1908,40	504,64	2622,92	1057,48	204,88	539,28	0,00	0,04	0,00	0,2	0,04	27,88	0,00	0,00	0,00	6865,76
	Subtotal para los tres escenarios	1356,28	499,44	1847,36	191,60	47,24	122,16	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4064,08
	2030	1737,24	353,52	472,60	5,92		2,76										2572,04
	2050	546,36	53,36	156,60	93,60	4,88	11,32										866,12
Corralillo	2075	620,44	98,84	316,36	749,20	103,52	217,96										2110,32
	ANPenet.	383,28	88,88	294,20	1941,80	1037,64	416,2										4167,44
	Subtotal	3287,32	594,60	1239,76	2790,52	1146,04	648,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9715,92
	Subtotal para los tres escenarios	2904,04	505,72	945,56	848,72	108,40	232,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5548,48
Remedios	2030	381,48															381,48
	2050	185,16															185,16
	2075	320,16			0,08												320,24
	ANPenet.	164,48		32,52	63,32												260,32
Subtotal		1051,28	0,00	32,52	63,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1147,20
Remedios	Subtotal para los tres escenarios	886,80	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	886,88
	2030	1152,20	228,72	105,28							0,08						1486,28
	2050	667,64	5,00	101,28													773,92
	2075	816,08	4,92	257,20	15,48												1093,68
Subtotal	ANPenet.	787,96	2,44	557,68	12,36	40,32			19,92	29,56	4,48			10,8	30,64	23,52	1519,68
	Subtotal	3423,88	241,08	1021,44	27,84	40,32	0,00	0,00	19,92	0,00	0,00	0,08	0,00	10,8	30,64	23,52	4873,56
Subtotal para los tres escenarios		2635,92	238,64	463,76	15,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3353,88
Total		10825,68	1340,32	4916,64	4002,32	1391,24	1187,52	22,40	27,52	71,64	13,92	0,28	0,04	38,68	30,64	23,52	2392,36
Total de los tres escenarios		8342,64	1243,80	3256,68	1055,88	155,64	354,20	0,00	0,00	0,00	4,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1412,92

TABLA 3**Áreas de penetración del mar por escenarios y formaciones boscosas**

<i>Escenario</i>	<i>Formación boscosa</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Escenario</i>	<i>Formación boscosa</i>	<i>Área (ha)</i>
2030	Mc	29,68	2050	Mc	40,76
	Mg	6 475,08		Mg	2 638,32
	Scf-a	0,28		Scf-a	0,16
	Scf-c	1,12		Scf-c	0,56
	Scf-m	237,44		Scf-m	237,04
	Total	6 743,60		Total	2916,84
2075	Mc	181,2	Área de no penetración del mar	Mc	958,24
	Mg	3 202,68		Mg	4400,84
	Scf-a	0,16		Scf-a	0,68
	Scf-c	1,00		Scf-c	209,48
	Scf-m	1 367,44		Scf-m	3910,20
	Total	4 752,48		Total	9479,44

Otro impacto a esperar estará relacionado con la fauna de la región, ya que al perderse la vegetación, que constituye su hábitat, tendrá que emigrar y adaptarse a otras áreas donde existan fuentes de alimento, y en este caso se encontrarán los flamencos y tortugas, especies que están desarrollando estrategias de adaptación, enterrando sus huevos tierra adentro para evitar que sean arrastrados por el oleaje a medida que ha ido aumentando el nivel del mar.

Resumiendo el impacto esperado, de las 23 892,36 ha de áreas costeras hoy existentes en la EFI Villa Clara, en 2075 se verán afectadas por el aumento del nivel del mar 14 412,92 ha, que representan el 60,32 % de la superficie total; sin embargo, 9479,44 ha de áreas no afectadas por el mar podrán ser recuperadas mediante tratamientos silvícolas. Además, el impacto en los manglares traerá aparejados impactos secundarios sobre la pesca y la biodiversidad marina, los que deberán ser analizados por personal competente y recomendadas las estrategias de adaptación correspondientes.

Estrategia de adaptación

En las unidades silvícolas y áreas de manglares que van a ser afectadas en cualquiera de los tres escenarios, y teniendo en cuenta que la empresa cuenta con gran cantidad de bosques productores y protectores que constituyen la única barrera física terrestre que protege a esos territorios contra los efectos del aumento del nivel del mar,

incluyendo la pérdida de territorio, la erosión costera y la intrusión salina de los acuíferos, se proponen en primera instancia la suspensión de toda actividad de aprovechamiento económico en esos bosques, y la creación de un sistema de monitoreo permanente del comportamiento de la marea y del estado de los bosques, incluyendo las modificaciones que de ello puedan derivarse en el proyecto de ordenación forestal de la empresa, y solo cuando sea evidente e inminente por el aumento del mar la pérdida de recursos forestales en esos territorios, debe procederse a su aprovechamiento.

La utilización de los recursos maderables así obtenidos estará en concordancia con los surtidos que se extraigan. En el caso de los manglares ya muertos, la madera se utilizará principalmente como leña y para la producción de carbón vegetal, tanto para el consumo industrial como doméstico. En el caso de las áreas de Manigua costera ocupadas por el mar, el aprovechamiento se realizaría tanto de madera rolliza para construcciones rurales, cujes y utilización directa como combustible (leña) en el caso de la madera de muy cortas dimensiones, como para la extracción de madera para traviesas. Los recursos no maderables que queden disponibles, como la corteza de mangle, podrán ser empleados en la producción de curtientes vegetales o desde el punto de vista medicinal.

En las áreas donde habitan varias de las especies integradoras del ecosistema manglar, no

todas se verán afectadas al mismo tiempo, por lo que puede desarrollarse un proceso de colonización donde predomine una o dos especies; sin embargo, puede ocurrir una nueva distribución de especies y abundancia relativa de ellas. Esta situación se presentará, fundamentalmente, en áreas de transición entre las formaciones manglar y semicaducifolio o en zonas donde coexistan tres o todas las especies que integran los manglares, y el desarrollo de esta estrategia, basada en una sustitución natural, solo requerirá la intervención del hombre en los casos en que se detecte la invasión de vegetación indeseable.

Sin embargo, podrán presentarse otras áreas cubiertas, por solo una o dos especies de mangles que no se adapten a las nuevas condiciones, pero donde sea factible implementar una reforestación para fortalecer su presencia o para sustituirlas. En tales casos, la rehabilitación se efectuará por medio de plantaciones, sea por siembra directa o por plantación, para lo cual será necesario realizar una valoración previa por área y determinar, en dependencia de las condiciones existentes (salinidad, inundaciones, etc.), cómo proceder, qué especies emplear y cuál método de reforestación se debe usar.

Las zonas que reflejen altos índices de salinidad requerirán una preparación previa por medio de un sistema de canales que faciliten la circulación e intercambio de las aguas marinas con las aguas interiores, teniendo en cuenta que la costa norte de Villa Clara es una región llana y existe la problemática de que hay muchos canales que se han interrumpido, y no hay mucha circulación entre el agua dulce y salada, razón por la que en muchos lugares no se ven grandes áreas de mangles rojo y prieto, fundamentalmente en las zonas de Piñón, Uvero e Isabela de Sagua.

Entre las medidas de adaptación también deben incluirse objetivos de protección de la biodiversidad, ya que en la zona de estudio puede haber existencias de las especies arbóreas incluidas en las regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país, así como su relación [CITMA, 2011].

CONCLUSIONES

- Los resultados en este estudio de caso demuestran que hay que poner particular inte-

rés en las evaluaciones cuantitativas y cualitativas, que el cambio climático ejercerá influencia negativa en los ecosistemas costeros en cuanto a la evaluación del impacto de aumento del nivel del mar.

- A semejanza de lo reportado para otros pequeños Estados insulares alrededor del planeta, y muy en especial en la región comprendida entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio, también para Cuba y en particular para la empresa en estudio, que cuenta con patrimonio dentro de la zona costera la vulnerabilidad al aumento del nivel del mar, constituye una importante amenaza, cuyos impactos hay que tomarlos en consideración. El análisis realizado a la EFI Villa Clara indicó que a fines de 2075 cabe esperar afectaciones físicas de sus bosques naturales costeros de 14 412,92 ha que representan el 60,32 % de la superficie total de área costera, y un 24 % del área total de la empresa, a lo que hay que añadir los impactos que tales cambios producirán sobre la biodiversidad y los recursos genéticos existentes en esas zonas, gran parte de ellos con muy escasas posibilidades de emigrar y adaptarse a nuevos hábitats en el período de tiempo en que tales modificaciones ambientales ocurrirán.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A. ET AL. 1998. Evaluación general de los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos y ambientales de Cuba. Sector silvícola. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Programa para la Atmósfera. Subproyecto: «Estudios de casos nacionales para la evaluación de los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación». Estudio de Caso: Cuba. Resultados de la Fase I: Evaluación general de los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos y ambientales del país. Instituto Investigaciones Forestales. 14 pp.
- ÁLVAREZ, A.; MILIÁN, C.; ÁLVAREZ, L. 1998. Estudio de caso nacional para la evaluación de los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación. Instituto de Investigaciones Forestales. Ciudad de La Habana. 23 pp.
- ÁLVAREZ, A. 1999. Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe Final del Proyecto No.: 01301019 al Programa Nacional de Ciencia y Técnica «Los cambios globales y el Medio Ambiente Cubano». Ciudad de La Habana.
- ÁLVAREZ, A.; PONCE, D. 2001. El cambio climático y el sector forestal: Segunda aproximación. Reanálisis y regionalización de los impactos del cambio climático. Informe final del Subproyecto 11.25.01. Instituto de Investigaciones Forestales. 43 pp.
- BISSE, J. 1988. *Árboles de Cuba*. Ciudad Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 pp.

CITMA. 2011. Resolución 160: Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país. 83 pp.

EMPRESA FORESTAL INTEGRAL VILLA CLARA (EFI Villa Clara). 2008. Dinámica forestal. Informe final. EFI Villa Clara. Villa Clara. Cuba.

HERNÁNDEZ, A., CABALLERO, L. 2004. Estudio de impactos y su adaptación a los efectos de los cambios climáticos por las

áreas de la Empresa Forestal Integral Villa Clara. Instituto de Investigaciones Forestales (CD). Taller por el desarrollo Forestal Sostenible DEFORS. 22/09/2005. ISBN.959-246-180-5.

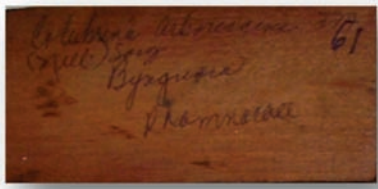
MENÉNDEZ, LEDA *ET AL.*, 2000. Bases ecológicas para la restauración de Manglares en áreas seleccionadas del Archipiélago Cubano y su relación con los cambios globales. Informe al PNCT «Cambios Globales y Medio Ambiente», ACYT, CITMA: 153 pp.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Liliana Caballero Landín

Graduada de Ingeniera Forestal en la Universidad de Pinar del Río, Cuba, obtuvo el título de Máster 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.

***Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. Rhamnaceae**



NOMBRE VULGAR: bijáguara

No: 377

Distribución geográfica: presente en toda Cuba e Isla de la Juventud, Florida, Bahamas, Antillas y América Central en montes semicaducifolios en suelos calizos.

Caracteres macroscópicos: duramen de color rojo brillante y albura blanca amarillenta, textura fina, grano recto, dura, pesada, con anillos de crecimiento poco visibles.

Densidad: 0,750 g/cm³

Caracteres Microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa, poros mayormente solitarios ovales y grupos radiales de 2 a 5.

φ (μm): 60-92-112

No/mm²: 18

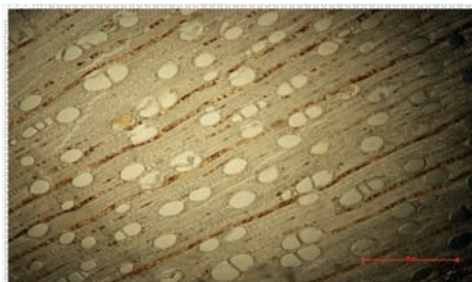
Pared (μm): 5

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas

Contenidos: rojizos en el durámen, amarillentos en la albura.

Longitud(μm): 220-400-540



B. Parénquima axial:

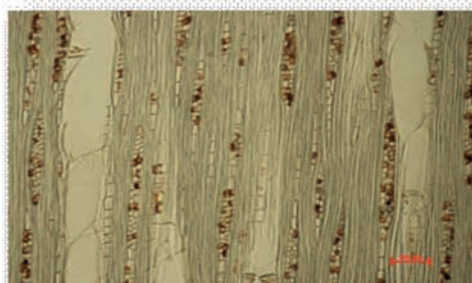
Distribución: paratraqueal escaso

φ (μm): 30

No. células la serie: 2-4-6

Contenidos: no

Long. serie (μm): 312-470-510



C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogéneos

No/mm: 40-60-75

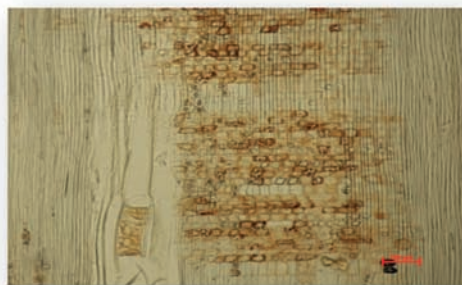
Contenidos: rojizos y cristales poliédricos muy abundantes algunos con núcleos orgánicos

Ancho (μm): 40-60-75

No. células: 2 a 3

Alto (μm): 362-560-630

No. células: 15-23-35



D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales

Distribución: radial

φ (μm): 19

Grosor de pared (μm): 2,5

Longitud (μm): 775-1000-1200

E. Caracteres especiales: no

INDUCCIÓN DE LA BROTAÇÃO A PARTIR DE ESTACAS DE CEDRO (*CEDRELA ODORATA* L.) Y COMPORTAMIENTO DE INDICADORES DE CRECIMIENTO EN LOS BROTES OBTENIDOS

INDUCTION OF BUD FROM STAKES CEDAR (*CEDRELA ODORATA* L.) AND PERFORMANCE INDICATORS DERIVED GROWTH IN BUDS

M. SC. MILADYS DELGADO-MÉNDEZ,¹ TÈC. YAILÍN BELTRÁN-GONZÁLEZ,¹ DR. C. ROLANDO GARCÍA-GONZÁLEZ,² DR. C. MARCOS DAQUINTA-GRADAILLE,³ DR. C. CARLOS E. ARAGÓN-ABREU³ E ING. RENÉ C. RODRÍGUEZ-ESCRIBA³

¹ UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba, camaguey@forestales.co.cu

² Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Católica del Maule. Ave. San Miguel 3605, Casilla 617, Talca, Chile

³ Centro de Bioplasmas. Universidad de Ciego de Ávila. Carretera a Morón Km 9, C.P. 69450, Ciego de Ávila, Cuba

RESUMEN

El cedro (*Cedrela odorata* L.) es una de las especies más importantes para el sector forestal cubano; sin embargo, actualmente existen problemas relacionados con la explotación intensiva de sus plantaciones naturales. Las técnicas de cultivo in vitro, aplicadas en árboles con edad suficiente para que expresen características de interés, constituyen un método efectivo para reducir el período de tiempo necesario para la obtención de plantaciones base mejoradas. La clonación de árboles maduros es generalmente difícil, pero puede lograrse con el manejo de diferentes factores en el rejuvenecimiento del material vegetal. La presente investigación tuvo como objetivo inducir la brotación y el rejuvenecimiento de los brotes en estacas de cedro colocadas en cuatro soluciones de reguladores de crecimiento, así como evaluar el comportamiento de indicadores de crecimiento (masa fresca (g) y masa seca (g)) en los brotes obtenidos, con vistas a obtener brotes de calidad para su posterior introducción al cultivo in vitro.

Palabras claves: cedro, estacas, brotación, rejuvenecimiento, indicadores de crecimiento.

ABSTRACT

The Cedar (*Cedrela odorata* L.) is one of the most important species for the Cuban forest sector, however currently there are problems related to intensive exploitation of natural plantings. The in vitro culture techniques, applied in trees with characteristics sufficient to express interest age is an effective method to reduce the time necessary for obtaining improved plantations basis. Cloning of mature trees is usually difficult but can be achieved with the use of different factors in the rejuvenation of the plant material. The present study aimed to induce sprouting and rejuvenation of outbreaks in cedar stakes placed in four solutions of growth regulators and evaluate the behavior of indicators of growth (fresh weight (g) and dry mass (g)) in shoots obtained, in order to obtain quality sprouts for introduction to the culture in vitro.

Keys words: cedar, cuttings, shoot development, rejuvenating, indicators of grow.

INTRODUCCIÓN

El cedro (*Cedrela odorata* L.) es una de las especies más importantes para el sector forestal cu-

bano debido a la alta calidad de la madera y sus usos relevantes en la construcción de muebles

finos y la fabricación de cajas de tabaco. Por su importancia económica las poblaciones naturales de *Cedrela odorata* L. enfrentan actualmente serios problemas asociados con la sobreexplotación y la degradación ambiental [Lamb *et al.*, 2005]. Por otro lado, el cultivo intensivo de esta especie en plantaciones comerciales, lo cual podría ayudar a aliviar la presión en las poblaciones naturales, se encuentra amenazado por el barrenador de vástagos *Hypsipyla grandella* Zellar [O'Neil *et al.*, 2001].

En Cuba el desarrollo de plantaciones de maderas preciosas de la familia Meliaceae se limita por los largos ciclos biológicos de estas especies, su susceptibilidad al ataque de plagas y como consecuencia el rechazo de los productores a realizar este tipo de plantaciones. Como una alternativa a las técnicas de silvicultura clásica, la propagación *in vitro* de especies arbóreas ha demostrado ser una estrategia rápida para la producción de plantaciones comerciales, restauración forestal [Haggman *et al.*, 2006], producción de biomasa forestal, así como conservación y rejuvenecimiento de germoplasma élite [Husain *et al.*, 2008].

En algunas especies forestales el uso de técnicas vegetativas para su propagación y protección se viene practicando desde siglos anteriores, realizándose diversos trabajos orientados a encontrar métodos y técnicas que permitan propagar con eficiencia el material mejorado de un gran número de especies. Se han desarrollado importantes investigaciones científicas en la propagación de árboles pertenecientes a la familia de las Meliáceas. El género *Cedrela*, al cual pertenece la especie en estudio, ha sido objeto de investigaciones en el campo de la micropropagación. Pérez *et al.* (2003) experimentaron en la micropropagación de *Cedrela odorata* L. a partir de semillas. Otros resultados para el cedro incluyen el cultivo de brotes apicales [Maruyama *et al.*, 1997] y la micropropagación de segmentos nodales y fragmentos de hipocótilos derivados de plántulas obtenidas a partir de semillas [Valverde, 1998]. Nunes *et al.* (2007) informaron estudios en la micropropagación de *Cedrela fissilis* Vell, y Peña-Ramírez *et al.* (2010) trabajaron en el establecimiento de un protocolo para el rejuvenecimiento de árboles adultos élites de cedro.

No obstante estos resultados, es necesario investigar más en el establecimiento de una me-

todología que permita el trabajo con material vegetal adulto para poder trabajar con genotipos seleccionados e integrar estas técnicas a los programas de mejora genética de la especie. Las técnicas de cultivo *in vitro*, aplicadas en árboles con edad suficiente para que expresen características de interés, constituyen un método efectivo para reducir el período de tiempo necesario para la obtención de plantaciones base mejoradas. La clonación de árboles maduros es generalmente difícil [Sánchez y Ríos, 2005], pero puede lograrse con el manejo de diferentes factores en el rejuvenecimiento del material vegetal. La presente investigación tuvo como objetivo ensayar diferentes soluciones de reguladores de crecimiento para la inducción de la brotación y el rejuvenecimiento de material vegetativo de cedro, así como evaluar el comportamiento de indicadores de crecimiento en los brotes obtenidos con vistas a lograr brotes de calidad para su posterior introducción al cultivo *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron en el Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos del Centro de Bioplasmas de la Universidad de Ciego de Ávila, en colaboración con la UCTB Estación Experimental Agroforestal Camagüey. Se utilizó material vegetal de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) que se localizaron previamente en la Estación Experimental Agroforestal de Camagüey. Los ejemplares de cedro tenían una edad biológica estimada de 10 a 12 años y una altura de 12 m. Se seleccionaron estacas terminales aéreas, bien diferenciadas, con presencia visible de los brotes axilares. La longitud de todas las estacas se estableció por encima de los 10 cm, y el diámetro de la base fue de 1 cm. El corte en los extremos basales y terminales se realizó de manera longitudinal con una inclinación de 45°. Se realizó la defoliación de las estacas y la eliminación de la dominancia apical a través de la escisión de la yema apical en cada una de ellas. Las estacas se introdujeron en frascos de vidrio de 8 cm de diámetro y 19 cm de altura, con un volumen de solución de aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la altura total de la estaca. Para el diseño de las soluciones de inducción de la brotación se escogió la concentración de 5 mg/L de BAP, según resultados informados por Guevara *et al.* (1992) durante el estudio de la brotación de estacas de

cedro dulce (*Cedrela tonduzii*) ante diferentes concentraciones de 6-BAP, así como lo indicado por García *et al.* (2004) para la inducción de la brotación en estacas de cedro. El experimento contó con los siguientes tratamientos:

Solución I: Agua + 6-BAP (5,0 mg/L)

Solución II: Agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIB (1,0 mg/L)

Solución III: Agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIA (1,0 mg/L)

Solución IV: Agua (control)

El experimento se mantuvo bajo condiciones naturales de fotoperiodicidad, con aproximadamente 12 h de luz/ 12 h de oscuridad, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ de intensidad luminosa y temperatura ambiente de 25 ± 1 °C. La humedad relativa osciló entre el 70 y el 85 %. Los ensayos se desarrollaron en octubre y noviembre. La solución estimuladora de la brotación se cambió con una frecuencia de 10 días, manteniéndose las estacas por un período de 30 días en las soluciones de inducción. Para cada tratamiento se hicieron tres réplicas con un total de 12 estacas por tratamiento, donde cada una de las estacas constituyó una unidad experimental.

Se estableció como criterio de evaluación la supervivencia de las estacas en las diferentes soluciones a los 21 días de montado el experimento. Todas las evaluaciones se llevaron a cabo en horas tempranas de la mañana, aproximadamente en el horario comprendido entre las nueve y las diez de la mañana. También se evaluaron en los brotes obtenidos los indicadores de crecimiento: masa fresca (g) y masa seca (g).

Para la determinación de la masa fresca (g) y la masa seca (g) los brotes se tomaron a los 21 días de montado el experimento, y siempre en horas tempranas de la mañana. Se determinó la masa inicial de los brotes para cada una de las estacas en cada tratamiento (masa fresca). Para la obtención de masa seca los brotes se colocaron durante 72 h a 70 °C en una estufa de convección (HSA) hasta obtener una masa constante. Para cada tratamiento se hicieron tres réplicas con un total de 27 estacas por tratamiento, donde cada una de las estacas constituyó una unidad experimental.

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 11.5. El procesamiento y análisis de los resultados se realizó a través de una prueba ANOVA de un factor, como análisis paramétrico. La prueba ANOVA de un factor se siguió con una prueba de Tukey para un 5 %. Previamente siempre se demostró la distribución normal y homogeneidad de varianza, según las pruebas de Kolmogorov-Smirnov (5 %) y Levene (5 %), respectivamente. Los datos de porcentaje se transformaron de la siguiente manera: $y = 2 \arcsen(\sqrt{x/100})$. Los experimentos se realizaron bajo un diseño completamente aleatorizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siguiente figura muestra la respuesta de las estacas de cedro ante las diferentes soluciones de inducción a los 14 días de montado el experimento.



Figura 1. Estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.) a los 14 días de tratadas. Estacas de cedro brotadas en solución de agua + 6-BAP (5,0 mg/L) (A). Estacas de cedro brotadas en solución de agua + 6-BAP (5,0 mg/L) (izquierda), y a la derecha estacas de cedro colocadas en solución de agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIA (1,0 mg/L) (B). Estacas de cedro brotadas en agua (control) (C).

Como puede observarse en la *Fig. 1A*, las estacas colocadas en solución de agua + 6-BAP (5,0 mg/L)

emitieron mayor cantidad de brotes, y estos fueron también de mayor vigor en comparación con los

brotes emitidos por las estacas colocadas en solución de agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIA (1,0 mg/L) (Fig. 1B), y con relación también a los brotes emitidos por las estacas colocadas en agua (Fig. 1C). La Fig. 1C muestra que las estacas colocadas en agua (control) emitieron menor cantidad de brotes, y estos fueron de menor vigor en comparación con el resto de las soluciones. En todos los tratamientos las estacas comenzaron a emitir sus brotes entre los cinco y siete días a partir de su inmersión en las soluciones evaluadas, y estos brotes comenzaron su formación mostrando una coloración verde intensa.

En la Tabla 1 se representa la supervivencia (%) de las estacas en las diferentes soluciones de inducción a los 21 de iniciados los tratamientos.

TABLA 1
Porcentaje de supervivencia de las estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.) en las diferentes soluciones de inducción evaluadas a los 21 días de montado el experimento

Tratamientos	Supervivencia a los 21 días (%)
Solución I	91,66 a
Solución II	91,66 a
Solución III	100 b
Solución IV	83,66 c
Es = ± 0,05	

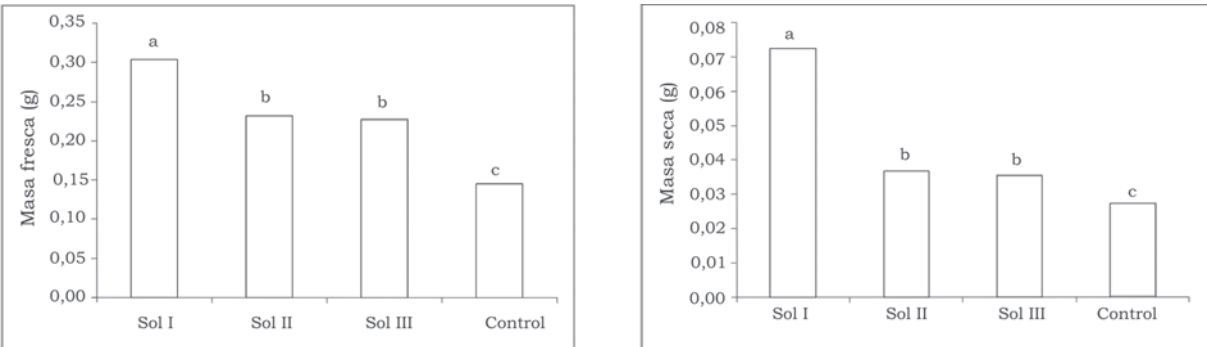
Letras diferentes para tratamientos que difieren entre sí (ANOVA, Tuckey, $p < 0,05$).
Solución I: Agua + 6-BAP (5,0 mg/L)
Solución II: Agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIB (1,0 mg/L)
Solución III: Agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIA (1,0 mg/L)
Solución IV: Agua (control)

Como puede observarse en la tabla, a los 21 días de montado el experimento el indicador supervivencia de las estacas mostró diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose el mayor valor para el tratamiento con la solución III. Las estacas tratadas con las soluciones I y II mostraron altos valores de supervivencia.

El tiempo máximo de cultivo en las soluciones de inducción se estableció en los 21 días, pues se observó que a partir de este momento los brotes comenzaron a perder calidad fisiológica, comenzando con la pérdida de la turgencia hasta la muerte y su caída. Además, se considera un brote de calidad máxima para ser introducido al cultivo *in vitro* aquel que presente alta turgencia y poca resistencia al corte del escalpelo, la consistencia de la epidermis debe ser herbácea y deben presentar un pobre desarrollo de los tejidos vasculares.

La Fig. 2 muestra los resultados de las determinaciones de masa fresca (g) y masa seca (g) en brotes de cedro, provenientes de las estacas colocadas en las diferentes soluciones de inducción.

Como puede observarse en la figura, el mayor valor de masa fresca (MF) se obtuvo en los brotes provenientes de la estacas colocadas en la solución I (agua + 6-BAP (5,0 mg/L) con diferencias estadísticamente significativas con respecto al resto de los tratamientos (Fig. 2A). Para el caso de la masa seca (Fig. 2B) se obtuvo un resultado similar, siendo también la solución I la de mejores resultados, con diferencias estadísticamente superiores al resto de los tratamientos.



2A: Masa fresca. Letras diferentes para tratamientos que difieren entre sí (ANOVA, Tuckey, $p < 0,05$, Media general: MG = 0,23, Error estándar: Es = 0,02, n = 9). 2B: Masa seca (ANOVA, Tuckey, $p < 0,05$, Media general: MG = 0,05, Error estándar: Es = 0,004, n = 9). Solución I: agua + 6-BAP (5,0 mg/L). Solución II: agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIB (1,0 mg/L). Solución III: agua + 6-BAP (5,0 mg/L) + AIA (1,0 mg/L); control: agua.

Figura 2. Masa fresca y masa seca de brotes de cedro (*Cedrela odorata* L.) obtenidos a partir de estacas tratadas con diferentes soluciones de inducción a los 21 días de iniciados los tratamientos.

Los mayores valores de masa fresca y masa seca obtenidos en los brotes correspondientes a la solución I y con resultados estadísticamente superiores con respecto al resto de los tratamientos corresponden con los resultados de mayor número de brotes totales, y mayor valor de brotación media por estaca informados por García *et al.* (2004) para brotes de cedro obtenidos a partir de estacas tratadas con las mismas soluciones de inducción. La solución I está compuesta por el 6-BAP, el cual es un análogo sintético de las citoquininas naturales. Se conoce que estos compuestos son eficientes en estimular la formación de tejidos verdes, ya que activan los cloroplastos, se forman más hojas y el tallo herbáceo del brote se desarrolla más. Estimulan también la división celular y los procesos de desarrollo. Adicionalmente, en los tejidos tratados promueven la ruptura de la dominancia apical y estimulan el crecimiento y desarrollo de las yemas axilares [Salisbury y Ross, 1992].

Estos resultados corroboran la ventaja del uso de esta solución de inducción (solución I) con respecto a la cantidad de brotes y su calidad en cuanto a su masa. Los brotes que presentan una mayor masa fresca y masa seca pueden estar mejor preparados para entrar en un proceso de implantación precedido de una desinfección, donde el tamaño del brote, su grado de hidratación y su robustez son elementos determinantes en el éxito de este proceso. La masa fresca y la masa seca son elementos estrechamente relacionados a estos indicadores anteriormente mencionados. Teniendo en cuenta los indicadores de supervivencia (Tabla 1) y los indicadores de crecimiento masa fresca y masa seca (Fig. 2), se consideró que los brotes obtenidos a partir de las estacas colocadas en la solución I presentaron las características más adecuadas para la introducción al cultivo *in vitro*.

CONCLUSIONES

- A los 21 días de montado el experimento las estacas colocadas en las soluciones I y II mostraron altos valores de supervivencia.
- El tiempo máximo de cultivo de las estacas en las soluciones de inducción se estableció en los 21 días.

- Los brotes provenientes de estacas de cedro tratadas con la solución que contenía 5 mg/L de BAP (Solución I) mostraron mayores valores de masa fresca y masa seca, resultando ser los más adecuados para ser introducidos al cultivo *in vitro*.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA, R. *ET AL.*, 2004. «Introducción al cultivo *in vitro* de cedro (*Cedrela odorata* L.)». Memorias del III Congreso Forestal de Cuba. Ciudad de la Habana, 13-17 de septiembre, 2004.
- GUEVARA, E.; HIDALGO, N.; MURILLO, O. 1993. «Cultivo *in vitro* de cedro dulce (*Cedrela tondozii*)», *Tecnología en Marcha* (CR) 11 (3): 10-16.
- HÄGGMAN, H. *ET AL.* 2006. «Somatic Embryogenesis of pine species: from functional genomics to plantation forestry», *Dig. Plant. Cell. Monogr.* (US) 2: 119-140.
- HUSAIN, M.K.; ANIS, M.; SHAHZAD, A. 2008. «In vitro propagation of a multipurpose leguminous tree (*Pterocarpus marsupium* Roxb.) using nodal explants». *Acta Physiologiae Plantarum* (US) 30: 353-359.
- LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTTA, J.A. 2005. «Restoration of degraded tropical forest landscapes», *Science* (US) 310 (5754):1628-1632.
- MARUYAMA, E. *ET AL.* 1997. «Germplasm conservation of the tropical forest trees *Cedrela odorata* L., *Guazuma crinita* Mart. and *Jacaranda mimosaeifolia* D. Don. By shoot tip encapsulation in calcium-alginate and storage at 12–25 °C», *Plant. Cell. Rep.* (US) 16: 393-396.
- NUNES, E.C. *ET AL.* 2007. «Micropropagation of *Cedrela Fissill* Vell. (Meliaceae)». En: Jain and H. Häggman, eds, *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits*. pp. 221-235.
- O'NEIL, G.A. *ET AL.* 2001. «Strategies for genetic conservation of trees in the Peruvian Amazon», *Biodivers. Conserv.* 10: 837-850.
- PEÑA-RAMÍREZ, Y.J., *ET AL.* 2010. «Multiple adventitious shoot formation in Spanish Red Cedar (*Cedrela odorata* L.) cultured *in vitro* using juvenile and mature tissues: an improved micropropagation protocol for a highly valuable tropical tree species», *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant.* 46: 149-160.
- PÉREZ, J. *ET AL.* 2003. «Desarrollo de un método de micropropagación aplicable a genotipos selectos de *Cedrela odorata* L. Optimización de la fase de multiplicación», *Revista Forestal Centroamericana* 38: 24-35.
- SALISBURY, F.B.; C.W. ROSS: *Fisiología Vegetal*. Grupo Ed. Iberoamérica, pp. 339-451, 1992.
- SÁNCHEZ-OLATE, M.; RIOS, D.G. 2005. *Bioteología vegetal en especies leñosas de interés forestal*. Ed. Austral.
- SPSS. 2002. *Statistics Package for Social Science, User Guide Version 11.5.0*, SPSS Inc. for Windows.
- VALVERDE, C.L.; DUFOUR, M.; VILLALOBOS, V.M. «*In vitro* organogenesis in *Albizia guachapele*, *Cedrela odorata* and *Swietenia macrophylla* (Fabaceae, Meliaceae)», *Biol. Trop* 46: 225-228, 1998

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Miladys Delgado-Méndez

Licenciada en Microbiología, máster en Biotecnología Vegetal, investigadora agregada de la Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Mejoramiento de Especies de Interés Forestal mediante métodos biotecnológicos. Ha participado activamente en eventos científicos, tanto nacionales como internacionales, y recibido varios cursos de posgrado con resultados satisfactorios.

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.

BASES METODOLÓGICAS PARA EL CÁLCULO DEL POTENCIAL ECONÓMICO DE FINCAS FORESTALES INTEGRALES EN SUELOS SALINIZADOS

METHODOLOGICAL BASIS FOR THE CALCULATION OF ECONOMIC POTENTIAL OF COMPREHENSIVE FOREST ESTATE IN SALINE SOIS

M. SC. ABILIO O'FARRILL-COLEBROOK Y LIC. EMILIO RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ

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

RESUMEN

En el período comprendido entre 2008-2012 se ejecutó el proyecto Restauración de la Biodiversidad y Desarrollo Comunitario en la Provincia Oriental de Guantánamo, con la participación del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales en 14 Fincas Forestales Integrales de la zona de Paraguay, pertenecientes a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Guantánamo, de la Empresa Forestal Integral Guantánamo. La restauración de la biodiversidad forestal en suelos salinizados, utilizando las técnicas de forestería análoga, constituyó un reto para el equipo de investigadores y especialistas como una forma de manejo forestal novedoso para el país, que significó un intento único por lograr el establecimiento de plantaciones forestales, frutales y otros cultivos en áreas donde se habían realizado intentos fallidos. El presente trabajo recoge el método empleado para calcular el potencial productivo en estas áreas con el objetivo de demostrar a las autoridades decisoras la factibilidad de aplicación de esta técnica.

Palabras claves: restauración, biodiversidad, factibilidad, potencial productivo

INTRODUCCIÓN

En todas las formas de actividad social es necesaria la previsión de las perspectivas de desarrollo y las futuras consecuencias de las medidas que se tomen en la actualidad, así como de las manifestaciones que pudieran surgir, indepen-

ABSTRACT

In the period 2008-2012, the Restoring Biodiversity and Community Development in the Eastern Province of Guantánamo was carried out with the participation of the Research Institute of Agro-Forestry at 14 Forest Farms area integrals Paraguay, belonging to the Forestry Business Unit Base of Guantánamo Forest Enterprise. The restoration of forest biodiversity in saline soils using techniques Analog Forestry was a challenge for the team of researchers and as a form of new forest management for the country represented a unique attempt to achieve the establishment of forest plantations, fruit and other crops in areas where there had been failed attempts. This paper presents the method used to calculate the productive potential in these areas in order to demonstrate to decision makers the feasibility of applying this technique.

Key words: restoration, biodiversity, feasibility, production potential

dientemente de las medidas dirigidas a fines específicos.

En 2008 se inicia la recuperación de fincas forestales en tierras salinizadas del valle de Guantánamo con la participación de diferentes

agentes sociales, utilizando técnicas de forestería análoga, ya que desde 2000, fecha de constitución de estas fincas, existían áreas que se habían plantado en tres ocasiones sin lograr los niveles de supervivencia mínimos establecidos para la zona (65 %).

Se conoce como antecedente que las tierras donde se localizan estas fincas se sobreexplotaron con cultivos de caña de azúcar y algodón, combinado con un mal uso del riego, lo que motivó la extinción de su productividad al incrementarse notablemente los tenores de sal en los suelos.

Según Hechavarría *et al.* (2011), para lograr establecer un ecosistema dominado por árboles que sea análogo en estructura arquitectónica y funciones ecológicas a la vegetación clímax original de un bosque próximo al sitio, donde se aplica la forestería análoga, se debe realizar un grupo de acciones de forma organizada que permita responder creativamente a un diseño del ecosistema.

El punto de partida de la proyección del potencial económico de la finca es el diseño. Según Toirac *et al.* (2011), el diseño es el resultado de la combinación de la valoración ecológica, fórmula fisionómica de la vegetación de referencia, tabla de especies y los mapas elaborados, con los resultados del diagnóstico de la situación inicial de cada finca en cuestión.

El potencial económico de una finca no es más que el resultado de asignar valor a todos los productos que esta puede generar en una perspectiva razonable, sean estos (bienes) tangibles o (servicios ambientales) intangibles; se calcula en etapas bien definidas que incluye la proyección de los volúmenes físicos de los bienes y servicios y su valoración, así como la aplicación de los algoritmos necesarios para el cálculo de los indicadores de eficiencia económica. Se aplicaron los métodos de costo-beneficio (ACB) y el valor económico total (VET).

El análisis costo-beneficio (ACB) es la principal herramienta analítica para evaluar las decisiones ambientales, estudia los costos y beneficios actuales y futuros. Este método se adapta a las condiciones de una economía planificada con elementos de mercado, como está caracterizada la cubana, cuyas metodologías de evaluación se apoyan en indicadores objetivos. Según Rodríguez (2010), hasta el momento este ha sido

el método usado exclusivamente en la esfera productiva de la actividad forestal en Cuba para realizar el análisis de las inversiones y los estudios de factibilidad de los proyectos, ya que las metodologías orientadas no admiten en sus ingresos valores intangibles.

«El valor económico total (VET) es una clasificación establecida por los economistas para determinar el valor ambiental, diferenciando en él los valores de uso y los de no uso [Turner *et al.*, 2003]. Otros autores consideran que este concepto es más amplio que la evaluación tradicional de costo-beneficio porque incluye los bienes y servicios tangibles, así como las funciones medioambientales y los valores relacionados al uso del recurso mismo» [Barzev, 2002].

El presente trabajo expone sintéticamente lo experimentado por los autores al evaluar los impactos económicos esperados en las fincas en proceso de restauración mediante el empleo de la forestería análoga en la zona de Paraguay, Guantánamo, con el objetivo de establecer una metodología científicamente argumentada y ajustada a la realidad del proyecto social cubano. Este método de evaluación del potencial económico se está aplicando en otros escenarios del país donde se comienza a introducir dicha técnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área donde se realiza la investigación abarca 351 ha. Es un escenario caracterizado por poseer condiciones edafoclimáticas extremas y una compleja situación social, ya que se localiza en el corredor xerofítico del sur oriente del país, conocido como el semidesierto de Cuba, donde según Machuca (1998), el aire tiene una temperatura media de 26 °C, por lo general superior al resto del país, la humedad relativa fluctúa entre el 65 y el 80 % y la lluvia promedio es de 750 mm anuales. Por su parte, el programa nacional de lucha contra la desertificación y la sequía de la República de Cuba (2003) considera que la zona llana del valle de Guantánamo, debido a los problemas de aridez y la salinidad de su área agrícola, ha quedado rezagada del desarrollo económico-social del país, a pesar de todos los esfuerzos del gobierno, y por tanto constituye la región más atrasada de toda la república.

El suelo en términos generales «es clasificado como fluvisol, diferenciado, sobre material

transportado, carbonatado; medianamente profundo (21-50 cm), medianamente humificado (2,1-4,0 %), poca erosión, medianamente salino; textura arcillosa; 30 cm de profundidad efectiva, o sea, de poca profundidad efectiva (<50 cm). El drenaje superficial es moderado, y el interno es de moderado a deficiente» [Sánchez *et al.*, 2008].

En la división político-administrativa del municipio de Guantánamo estas fincas pertenecen al Consejo Popular Paraguay, que incluye las comunidades Cecilia, Sombrilla y Paraguay; tiene una población de 1500 habitantes, 765 mujeres y 735 hombres, y el 40 % de su fuerza laboral está vinculada a la actividad forestal. «Del total de personas que están en edad laboral, laboran en la comunidad 253; el resto se encuentra entre los que emigran en busca de empleo o desempleados» [Suárez *et al.*, 2011].

La implementación de técnicas de restauración de ecosistemas degradados que conjugue la participación comunitaria con la ciencia exige una seria evaluación de las repercusiones económicas de dicha acción para contar con argumentos que permitan demostrar a las autoridades que deciden su efectividad, y por consiguiente su posible generalización, y al productor directo la posibilidad de beneficiarse económicamente si aplica estas técnicas correctamente.

Proyección del potencial productivo a partir del diseño

La proyección de la producción de cada finca se realizó utilizando técnicas de prospección y técnicas tradicionales de proyección, como la extrapolación de las tendencias, criterio de expertos, etc.

Mediante un taller participativo se definieron y compatibilizaron las ideas de futuro de los finqueros, la comunidad y la dirección de la empresa en cuanto a los tipos de actividades a desarrollar en sus tierras [Perini, 2012].

Estas ideas de futuro se adaptaron a las condiciones específicas de las zonas en que se dividen las fincas de acuerdo con los tenores de sal de sus suelos (zonas 1, 2, 3 o 4), lo que dio lugar a un diseño perspectivo.

Se confeccionó una tabla con los volúmenes de plantación de cada especie forestal y frutal, el área de los cultivos agrícolas, el número de colmenas a establecer, cebaderos de toros, etc.

Se calcularon los volúmenes de producción agrícola, de frutas, miel de abejas, semillas de moringa, carne vacuna en pie, flores y especies medicinales, lo que constituyó la base para el cálculo de los ingresos tangibles.

No es política de Estado el pago de los servicios ambientales. Se decidió proyectar a modo de ilustración el potencial de dos servicios ambientales: la remoción de CO₂ calculado, según metodología de Mercadet y Álvarez (2009), y el mejoramiento de suelos para el cálculo de los ingresos totales, y con ello destacar las reservas potenciales que poseen estas fincas.

Cálculo del potencial económico

Para el cálculo de los indicadores económicos se utilizaron los métodos de costo-beneficio y el potencial de cada finca y del paisaje. Este último método se utilizó para mostrar los valores que en la práctica hoy deja de recibir el sector forestal, ya que en Cuba aún no ha comenzado a aplicarse el pago por servicios ambientales. Por esta razón, este valor no se utiliza para el cálculo de los indicadores económicos.

En base a los volúmenes de producción y los niveles de los servicios ambientales proyectados, según el paso anterior, se calcularon los ingresos directos medioambientales y totales esperados, mediante el procedimiento siguiente:

- Se utilizaron precios de acopio para los productos tangibles.
- La valoración de los servicios ambientales se realizó con precios estimados. En el caso de la remoción de CO₂, se tomó un valor inferior al utilizado por Álvarez (2010) en un ejemplo hipotético de las diferentes situaciones que pueden surgir para el pago de la ganancia de carbono a los tenentes. Se estimó un valor de 9 USD/t, y la tasa de 7 a 1 que tienen establecidas las ONG HIVOS de nacionalidad holandesa, y COSUDE de nacionalidad suiza para valorar las donaciones que hacen a Cuba, ya que en la isla no se paga la remoción de CO₂.
- La multiplicación de los precios por los volúmenes de producción y servicios nos da los valores de los productos.
- Se calcularon los costos de operación.
- Cálculo para cada finca del estado neto de los ingresos, resultado de deducir los costos de producción a los ingresos.

- Aplicación del sistema computadorizado Flujo de Caja, diseñado por el Ministerio de Economía y Precios para calcular los indicadores de eficiencia económica [Rodríguez, 2009].
- Para el cálculo de los indicadores de eficiencia mediante el sistema computadorizado Flujo de Caja es necesario utilizar la inversión inicial. Para esto se utilizó la técnica de conteo estándar, según CATIE (2006), adaptada por Hamilton (2011).

El costo de inversión recoge todos los gastos en que se incurre para el establecimiento de una hectárea de plantación desde la preparación del suelo hasta los tres años en que se certifica el logro. «Para el establecimiento de los estándares se partió de la metodología para la introducción del costeo estándar en el establecimiento de plantaciones, la cual establece como parámetros a medir las condiciones edafoclimáticas, las

especies forestales, las tecnologías aplicadas al proceso productivo, el nivel de mecanización de las actividades y la capacidad y disponibilidad de los recursos humanos» [Hamilton, 2011].

Como el objeto social de estas fincas es la protección de los suelos y las aguas, en el cálculo de su potencial económico para los primeros diez años se consideró explotar como producto maderable solo la leña de marabú (*Dichrostachys cinérea* (L.) Wight & Arn.) con una existencia estimada en 99,4 ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La consolidación del trabajo detallado para cada finca arrojaron los resultados siguientes. La inversión inicial para el establecimiento de la técnica de forestería análoga asciende a 294,000 pesos.

Valor anual de la producción

No.	Años (ingresos tangibles en miles de pesos)									
Finca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9,8	10,4	11,2	11,8	13,6	15,1	16,3	12,1	13,2	15,9
2	9,3	54,3	62,3	62,9	69,5	73,1	72,7	75,7	78,7	81
3	9,3	9,8	12,4	13,5	16,2	19,2	21,3	25,9	28,9	29,9
4	10,6	11,1	11,5	12,8	14,8	16,5	13	14,4	15,3	16,7
5	9,9	10,4	10,9	13,4	14,1	14,9	17,5	19,4	15,3	17,8
6	10,1	10,6	23,5	26,6	30,4	32,7	35,4	37,9	33,8	37,5
7	9,3	9,9	10,7	11,3	14,2	16,2	15,9	18,8	21,8	24,1
8	11,6	12,1	12,7	13,5	14,4	16,8	17,7	20	20,8	21,9
9	9,5	10	10,5	11,3	12,2	14,5	15,3	16,6	18	18,9
10	10,1	10,6	11,4	12	13	15,2	15,9	19,9	20,6	22,3
11	10,4	10,6	12,4	13,5	15,2	17	14,7	16,1	20,4	21,3
12	8,9	8,4	8,5	9	10,4	10,8	6,3	7,2	7,4	7,9
13	10	10,6	12,2	13	13,9	15	16,6	18,8	19,4	21,3
14	10,9	56	87,4	95,8	107,8	109,4	108,3	109,6	110,1	112,2
Total	139,7	234,8	297,6	320,4	359,7	386,4	386,9	412,4	423,7	448,7

No.	Años (ingresos totales en miles de pesos)									
Finca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	38,0	26,1	37,5	56,4	68,7	94,9	125,0	119,9	121,0	123,7
2	45,8	69,6	96,9	120,6	141,6	177,0	213,7	216,7	218,5	220,8
3	28,5	31,6	36,0	52,9	62,0	84,9	117,5	122,1	124,5	125,4
4	30,4	33,5	35,1	54,3	67,7	92,1	113,9	116,3	119,5	123,2
5	38,5	46,1	58,5	71,9	79,2	105,1	116,2	122,2	124,4	131,5
6	13,5	15,2	29,9	34,6	39,3	45,6	49,8	53,1	48,3	52,8

7	14,7	13,1	16,0	20,1	25,0	31,8	37,0	40,0	41,8	44,1
8	31,1	34,5	40,8	46,7	46,6	60,3	64,1	77,7	77,5	78,6
9	30,5	34,8	40,6	49,6	56,1	64,9	71,7	87,7	87,3	88,2
10	21,6	25,4	42,1	50,9	56,2	66,2	72,9	90,6	90,6	92,2
11	27,4	28,0	33,1	48,1	58,3	79,3	99,3	100,8	104,4	105,4
12	16,7	17,3	17,9	25,6	30,8	41,0	46,6	48,9	49,0	50,5
13	32,0	36,3	43,2	52,2	57,5	66,3	73,9	89,8	89,6	91,4
14	54,6	80,6	128,7	164,9	193,7	234,0	277,2	278,6	277,9	280,0
Total	423,3	492,1	656,3	848,8	982,7	1243,4	1478,8	1564,4	1574,3	1607,8

En las tablas anteriores se puede observar un incremento paulatino de los valores de producción en el tiempo, en correspondencia con el aumento de los volúmenes esperados de productos y servicios ambientales. Es notable la diferencia de valor existente cuando se consideran solo las producciones tangibles, y cuando a estos se les agregan los valores de los servicios ambientales, tal y como lo refleja esta última.

Lo anterior significa un ascenso constante en el nivel de ingreso potencial de los finqueros, pero en las condiciones del país, donde se obvia el pago de los servicios ambientales, no se incentiva su aumento.

La relación costo-beneficio y beneficio-costo, que expresa de forma relativa los niveles de eficiencia económica esperada, se comporta como sigue:

Estado de ingresos netos (estado de resultados anuales). Considerando solo ingresos tangibles:
U/M: miles de pesos

Ingresos tangibles	139,7	234,8	297,6	320,4	359,7	386,4	386,9	412,4	423,7	448,7
Costo de producción	72,0	66,0	52,4	41,6	41,2	39,4	37	37,4	38	39,3
Costo operación	39	30,4	34,1	29,4	35,1	39,4	37	37,4	38	39,3
Costos financieros	33,0	35,6	18,3	12,2	6,1					
Utilidad bruta	67,7	168,8	245,2	278,8	318,5	347	349,9	375	385,7	409,4
Reserva contingencia 5%	3,4	8,4	12,3	13,9	15,9	17,4	17,5	18,8	19,3	20,5
Utilidad imponible	64,3	160,4	233,0	264,9	302,6	329,7	332,4	356,3	366,4	388,9
Impuesto utilidad 35 %	22,5	56,1	81,5	92,7	105,9	115,4	116,3	124,7	128,2	136,1
Utilidad neta	41,8	104,2	151,4	172,2	196,7	214,3	216,1	231,6	238,2	252,8
Relaciones Beneficio-costo	1,94	3,56	5,68	7,70	8,73	9,81	10,46	11,03	11,15	11,42
Costo-beneficio	0,515	0,281	0,176	0,130	0,115	0,102	0,096	0,091	0,090	0,088

Si bien la relación beneficio-costo ilustra el incremento paulatino de los ingresos netos esperado en las 14 fincas, la relación costo-beneficio señala más claramente la eficiencia esperada en este proceso, ya que en la medida en que disminuyen los costos aumenta la eficiencia del trabajo realizado.

En las actuales condiciones del país respecto al pago de los servicios ambientales que aporta el bosque, el análisis del comportamiento de estos indicadores, considerando los ingresos totales, permite destacar los ingresos y eficiencia que pierde el sector forestal por esta omisión.

Los indicadores financieros muestran la efectividad económica que se prevé alcanzar en las fincas de Paraguay con la aplicación de la forestería análoga.

El VAN expresa el valor futuro traído al presente sobre la base de que el dinero se deprecia en el tiempo, la tasa interna de retorno (TIR) indica la velocidad con que vuelve al financista el capital desembolsado al inicio. Según Rodríguez (2011), un retorno de menos del 33 % no es bueno en proyectos forestales. En este caso el TIR se acerca al 49 %. Según este especialista, una recuperación de la inversión en más de 3,2

años no es bueno para proyectos forestales. La reoperación de la inversión calculada en este trabajo, al igual que el resto de los indicadores, es efectiva, ya que son en base a los productos

tangibles que pueden aportar las 14 fincas de Paraguay, lo cual es independiente de las bonificaciones, única fuente de ingresos existente antes de la aplicación de esta técnica.

Estado de ingresos netos. Considerando los ingresos totales: U/M: miles de pesos

Conceptos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos anuales	386,8	476,8	621,7	791,1	910,6	1139,5	1337,8	1423,4	1434,5	1468,0
Costo anual de producción	97,2	69,2	56,1	53,5	35,1	39,4	37,0	37,4	38,0	39,3
Costo de operación	39,0	30,4	34,1	29,4	35,1	39,4	37,0	37,4	38,0	39,3
Costos financiero	58,2	38,8	19,4							
Utilidad bruta	347,8	407,6	565,6	737,6	875,5	1100,1	1300,8	1386,0	1396,5	1428,7
Impuesto utilidades 35 %	121,7	142,7	198,0	258,2	306,4	385,0	455,3	485,1	488,8	500,0
Utilidad neta	226,1	264,9	367,6	479,4	569,1	715,1	845,5	900,9	907,7	928,7
<i>Relaciones</i>										
Beneficio-costo	3,98	6,89	11,08	14,79	25,94	28,92	36,16	30,06	37,75	37,35
Costo-beneficio	0,252	0,145	0,090	0,068	0,039	0,035	0,028	0,026	0,026	0,027

Indicadores financieros

TIR:		48,49 %	Período de recuperación		3,50 años
MP		al %	Costo inv. act. en:		MP
VAN:	787,1	10	RVAN:	2,528	311,4 ≤ al 10 %
VAN:	728,7	11	RVAN:	2,343	311,0 ≤ al 11 %
VAN:	674,8	12	RVAN:	2,173	310,6 ≤ al 12 %
VAN:	625,1	13	RVAN:	2,015	310,2 ≤ al 13 %
VAN:	579,1	14	RVAN:	1,869	309,9 ≤ al 14 %

TIR = Tasa Interna de Rendimiento RVAN = Tasa de Retorno
VAN = Valor Actualizado Neto

Hasta el momento los ingresos que recibían la empresa y los finqueros a través de ella solo respondían a las bonificaciones por el logro de la supervivencia de las plantaciones, y esta se veía afectada por la salinidad.

Esto significa que, además de las bonificaciones, el finquero puede acceder a ingresos por la redistribución de estos ingresos adicionales, lo cual constituye un incentivo para la sostenibilidad en la aplicación de las técnicas de forestería análoga en estas tierras.

CONCLUSIONES

- La metodología de evaluación aplicada permite demostrar a los finqueros que si aplican rigurosamente las técnicas de forestería análoga pueden aspirar a obtener beneficios económicos considerables.

- Constituyó una herramienta efectiva para demostrar a los decisores la factibilidad económica de la aplicación de las técnicas de forestería análoga para la restauración forestal en suelos severamente salinizados.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A. Informe final de resultado. Código del Proyecto: 11.69. Propuesta del sistema nacional de planificación, monitoreo, evaluación y comercialización de la retención de carbono por los bosques, 24 pp.
- BARSEV, R. 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. CCAD-PNUD/GEF, 2002. «Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano». Oficina Regional de Coordinación. Managua, Nicaragua. 148 pp.
- Carpeta de proyectos priorizados programa nacional de lucha contra la desertificación y la sequía. 2003. República de Cuba. Ordenamiento y Gestión Ambiental Integral de la Cuenca Guantánamo-Guaso. Ciudad de La Habana, 2 pp.

- CATIE. 2006. Uso de principios, criterios e indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales.
- HAMILTON, R. 2011. Metodología para implantación de costeo estándar al establecimiento de plantaciones (Fase de Estudio). 23 pp.
- HECHAVARRÍA, O.; TOIRAC, W.; PERINI, N. 2011. «ABC de la forestería análoga». Biblioteca ACTAF. 32 pp.
- MACHUCA, J. A.; LEIVA, O.; GARCÍA, L. 1998. *La salud animal y el empleo de tecnologías apropiadas*. Centro Universitario de Guantánamo. 250 pp.
- MERCADET, A., ÁLVAREZ, A. 2009. «Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba». En: *Efecto de los cambios globales sobre el ciclo del carbono*. Ed. F. Ortega, L. Fernández y Alejandra Volpedo; Red CYTED 406RT0285. pp. 107-118.
- PERINI, N. 2012. Taller oportunidades y potencialidades de las fincas. Guantánamo.
- RIFA (Red Internacional de Forestería Análoga). 2008. *Forestería Análoga: principios e implementación*. Taller de la Red Internacional de Forestería Análoga. República Dominicana, 19-27 de octubre, 2008. 54 pp.
- RODRÍGUEZ, E. 2009. Manual de estudio de factibilidad. Inédito, 42 pp.
- RODRÍGUEZ, E. 2011. Comunicación personal.
- SÁNCHEZ, R., ET AL., 2008. Informe del análisis de suelo realizado a tres Fincas Forestales (1, 2 y 14) de Paraguay, Guantánamo, Cuba. Centro provincial de suelos. Guantánamo. 10 pp.
- SUÁREZ, J. A. 2011. Reseña del Consejo Popular Paraguay para el proyecto DB-28. Presidente del Consejo. Guantánamo. 4 pp.
- TOIRAC, W. ET AL., 2011. «Resultados preliminares de la forestería análoga en la provincia de Guantánamo», Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. *Revista Forestal Baracoa* (CU) 30(2): 51-59. julio-diciembre.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Abilio O'Farrill Colebrook

Licenciado en Geografía, máster en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, investigador auxiliar del Grupo de Medioambiente del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, se encuentra en la preparación de una tesis doctoral en modalidad libre. Ha dirigido proyectos de investigación en la temática de la recuperación de ecosistemas degradados y participado en eventos nacionales e internacionales celebrados en el país.

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.

CARACTERÍSTICAS DE *DICHROSTACHYS CINEREA* (L.) WIGHT ET ARM. (MARABÚ) PARA LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN

CARACTERISTICS THE *DICHROSTACHYS CINEREA* (L.) WIGHT ET ARM. (MARABÚ) OF THE PRODUCTION OF CHARCOAL

M. SC. MARÍA A. GUYAT-DUPUY, ING. DIGNA VELÁZQUEZ-VIERA, TÈC. FRANCISCA B. AGUIRRE-DORADO
Y TÈC. VILMA CAPOTE-PÉREZ

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

RESUMEN

La energía de la biomasa constituye una línea de acción que permitirá armonizar los objetos de crecimiento, equidad social y sustentabilidad ambiental. Se realiza una evaluación de las características químicas de la madera y el carbón vegetal de la especie *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú). Se encontró que la madera presenta un alto contenido de extractivos en agua caliente de 12,5-13,0 %, en solventes orgánicos de 3,2-3,4 %, porcentaje de celulosa (48,0 %) y lignina (33 %), y los carbones obtenidos presentan entre 2 y 6 % en contenido de cenizas, un 64-83 % de carbono fijo, así como la densidad por encima de los límites reportados. Se observó que la composición química de la madera corrobora sus excelentes cualidades energéticas y produce un carbón vegetal de calidad comparable con otras especies que se emplean de forma tradicional.

Palabras claves: *energía, carbón vegetal, especie forestal, Dichrostachys cinerea, calidad*

ABSTRACT

The energy of the biomass constitutes an action line that will allow harmonizing the growth targets, social justness and environmental sustainability. It is carried out an evaluation of the characteristics chemicals of the wood and charcoal of the species *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú). It was found that of wood presents a high content of extractive in hot water of 12,5-13,0 %, in organic solvents of 3,2-3,4 %, cellulose percentage (48,0 %) and lignin (33 %). The obtained charcoals present among 2-6 % in content of ashy, 64-83 % of fixed carbon, as well as the density above the reported limits. It was observed that the chemical composition of the wood corroborates its excellent energy qualities, a charcoal of quality comparable with other species that they are used in a traditional way for the production of charcoal.

Key words: *energy, charcoal, forest species, Dichrostachys cinerea, quality*

INTRODUCCIÓN

La actual crisis energética mundial ha llevado a los países a considerar las posibilidades tecnológicas que ofrecen los sustitutos del petróleo, las llamadas *energías alternativas renovables*, dentro de la cuales la energía de la biomasa constituye una opción prometedora como forma de acumulación de energía solar [Iglesias, 1981].

La biomasa (madera) es una importante fuente actual y futura de energía, ya que puede convertirse en esta mediante métodos tradicionales y modernos. Ella puede transformarse en combustible sólido, líquido y gaseoso para sustituir los combustibles fósiles con bajos niveles de inversión y alta rentabilidad. 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 alrededor del año 2050, principalmente en los países en desarrollo [FAO, 1983; OIMT, 2007; Schroeler *et al.*, 2009].

Los sistemas de conversión de la biomasa en energía pueden representar una oportunidad única para la distribución más racional de la riqueza, y por tanto de acrecentar la equidad del desarrollo entre las áreas rurales y urbanas.

Uno de los factores que más intervienen en la combustión de la madera son las características químicas, unido a otros factores tales como poder calórico, tamaño del material, contenido de humedad y estructura interna, las cuales se interrelacionan entre sí [Patiño, 1989].

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 hasta 5 m, 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 finales, lo cual representa una alternativa de utilización de la especie que puede reportar importantes beneficios para la población local. Se emplea fundamentalmente en la fabricación de carbón, leña y otros usos [Manzanares *et al.*, 2009].

En el caso del marabú se conoce que algunos botánicos le atribuyen propiedades medicinales, melíferas, maderables y comestibles para los animales, además de su contribución paisajística como planta ornamental [Manzanares *et al.*, 2009]. Por estas razones, este trabajo evalúa las potencialidades de aprovechamiento de este recurso disponible para la producción de carbón, con empleo de tecnologías menos perturbadoras del medio ambiente y enfoque agroecológico en función de un desarrollo socioeconómico para garantizar las necesidades crecientes de la sociedad.

Las preferencias que se tiene en el uso de especies forestales como energéticas no presentan un patrón general, más bien depende del gusto,

disponibilidad y facilidad para poder obtener el material combustible en la zona [Pérez, 1989, Guyat, 1998].

El objetivo del trabajo es estudiar las características químicas de la madera y el carbón vegetal de la especie *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arm. de diferentes localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dichrostachys cinerea (L.) Wight & Arm. (marabú) es un arbusto que crece en Cuba y es utilizado principalmente en la producción de carbón vegetal. Esta especie está representada en la Xiloteca del Instituto de Investigaciones Agro-forestales (INAF) con el código 216.

Las propiedades organolépticas se determinaron mediante los indicadores para la descripción de la madera.

El material de prueba en estado seco se destinó a la obtención de probetas prismáticas de dimensiones de 1,5 cm x 2,5 cm x 5,0 cm para el ensayo de densidad.

Se realizó el análisis físico-químico de la madera, y se determinó el poder calórico. Para ello se tomaron muestras procedentes de las provincias de Las Tunas y Pinar del Río. La caracterización química consistió en la determinación de los porcentajes de extractivos en agua caliente (Ac) y alcohol-benceno (A-B), celulosa y lignina. Este estudio se realizó en los laboratorios del INAF mediante la aplicación del método establecido por Brawing (1967). Las características de esta madera se comparó con maderas para estos fines reportado por Guyat (2002).

Para determinar el poder calórico se colocan muestras secas de madera de aproximadamente un gramo de peso a presión constante, y temperatura de 25 °C en un calorímetro de combustión adiabático modelo IKA-Kalorimete-0400.

El análisis del carbón vegetal se realizó mediante la toma de muestras de carbones procedentes de las provincias de Pinar del Río, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Ciego de Ávila y Las Tunas, obtenidos en hornos tradicionales y destinados a la certificación de calidad de los embarques para su exportación. Este análisis también se realizó en los Laboratorios de Tecnología y Productos Naturales del INAF. Se determinó

el contenido de cenizas, materias volátiles y carbono fijo. Para el análisis comparativo de los parámetros obtenidos se empleó la norma NC 580-2008, y la calidad de los carbones se comparó con valores reportados por FAO (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que la madera de *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arm (marabú) es de estructura fina, grano recto, la albura es de color claro y duramen más oscuro y de alta densidad. Estas características, unidas al restringido uso actual de su madera, debido fundamentalmente al limitado crecimiento de su fuste, son las que le confiere condiciones para ser empleada como combustible directo y para la producción de otros tipos de energía.

Caracterización química de la madera

En la caracterización química de la madera se encontró que la especie estudiada posee un contenido de extractivos en agua caliente del 12,5 % para la procedencia de Las Tunas, y el 13,0 % para Pinar del Río, muy similar para ambas procedencias con solo el 0,5 % de diferencia. Estos valores son equivalentes al reportado por Guyat (2002) para *Conocarpus erecta* L. (12,6 %); de igual manera se comportan los contenidos de extractivos en alcohol-benceno (solventes orgánicos) con solo el 0,2 % de diferencia entre las dos provincias (Tabla 1).

El contenido de celulosa y lignina también se encuentra en igual rango para la madera de las Tunas y de Pinar del Río con una diferencia del 0,1 %, respectivamente, para ambas características (Tabla 1). El porcentaje de celulosa y lignina presente en la especie estudiada se encuentran dentro del intervalo para las maderas reportados por Sánchez (1998) y Guyat (2002).

Al comparar los resultados de las características químicas obtenidos en la especie estudiada con los reportados por Guyat (2002) para otras especies utilizadas con fines energéticos, se observa que *Dichrostachys cinerea* presenta valores diferentes. El contenido de extractivos en agua caliente de marabú es alto si se compara con *Eucalyptus pellita* F. Muell, *E. citriodora* Hook y *Z. jambos* (L.) Alston, mientras que los extractivos en solvente orgánico presentan valores similares (Tabla 1).

La madera de *Dichrostachys cinerea* se considera rica en lignina y productos extraíbles en agua caliente, por los valores obtenidos en estos parámetros, y es similar a *E. saligna* Smith, *Casuarina equisetifolia* Forst, *Conocarpus erecta* L. Wight & Arm, *Quercus oleoides* C. estudiadas por Guyat (2002). La propia autora ha observado que las maderas con estas características presentan mayores rendimientos de carbón al compararlas con *E. pellita* F. Muell., *E. citriodora* Hook y *Zuzygium jambos* (L.) Alston, que presentan valores inferiores de estos extractivos.

TABLA 1

Composición físico-química de la madera de *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arm. (marabú) comparadas con otras especies energéticas (b.s.)

Características	Densidad kg/m ³	E. Ac. %	E. (A-B) %	Celulosa %	Lignina %	P. calórico kcal/kg
<i>D. cinerea</i> (L.) Wight & Arm. (Las Tunas)	1100	12,5	3,4	48,0	33,3	4654
<i>D. cinerea</i> (L.) Wight & Arm. (Pinar del Río)	980	13,0	3,2	47,9	33,2	4067
<i>E. pellita</i> F. Muell.	610	6,6	2,7	45,4	22,7	4542
<i>E. saligna</i> Smith	630	10,3	3,4	47,0	33,0	4754
<i>E. citriodora</i> Hook	600	6,6	2,5	45,0	22,0	4497
<i>C. equisetifolia</i> Forst	1140	13,3	4,5	48,0	29,0	4224
<i>C. erecta</i> L.	1100	12,6	3,5	55,5	25,4	5059
<i>Quercus oleoide</i> C. y S. var. <i>sagreana</i> (encino)	963	10,3	5,2	49,3	30,0	4831
<i>S. jambos</i> (L.) Alston	694	6,4	3,2	47,2	27,1	4040

Fuente: Guyat, 2002.

Los valores del poder calórico presentan poca variación entre ambas procedencias (Las Tunas y Pinar del Río). Estos resultados se encuentran dentro de los intervalos reportados para algunas maderas estudiadas por Sánchez (1998) y Guyat (2002) (Tabla 1).

Se observa que los valores del poder calórico de las especies *Conocarpus erecta*, *Quercus oleoides* y *E. saligna* reportados por Guyat (2002) son superiores al de la especie estudiada (Tabla 1).

Los resultados que se muestran en la Tabla 1 indican que la densidad no está relacionada con el poder calórico. Igual resultado encontró Petroff (1978), donde plantea que el poder calórico está relacionado con características químicas de la madera y no con la densidad.

El aumento de la producción de carbón con el empleo de hornos artesanales, de tierra o parva, ha facilitado el crecimiento de las exportaciones de este importante producto forestal. Este suceso ha permitido la incorporación de fuerza de trabajo joven en la actividad carbonera; de igual forma ha posibilitado el empleo de la madera de *Dichrostachys cinerea* (marabú), lo cual ha contribuido al control y eliminación de las grandes extensiones de esta especie clasificada como *invasora*. El carbón vegetal de marabú representa más del 50 % de las exportaciones de carbón que se realizan actualmente.

La calidad del carbón vegetal como combustible está caracterizada por los contenidos de humedad, cenizas y materias volátiles, y carbono fijo en su composición [FAO, 1983].

En el análisis inmediato del carbón vegetal de marabú para la exportación procedente de diversas provincias se observa que el contenido de humedad en el carbón elaborado en las provincias de Matanzas, Pinar del Río y Ciego de Ávila se encuentran por encima de los límites máximos de acuerdo con la NC-580, sobrepasando los valores permisibles para este indicador, según la categoría I y lo reportado por FAO (1983). Estos resultados pudieran estar dados por un inadecuado almacenamiento del carbón en las áreas de producción, causado por lluvia o manipulación en su elaboración.

En el análisis del contenido de cenizas se encontró que todas las muestras presentan valores relativamente altos, y que estos varían para las dis-

tintas procedencias. Las muestras de Las Tunas manifiestan los valores más aceptables para clasificar como calidad I de la NC-580; las de Cienfuegos con un valor ligeramente superior (3,2 %) también puede considerarse en esta calidad; los carbones de Matanzas, Ciego de Ávila y Villa Clara clasifican en la categoría II de la propia norma y para las exigencias de FAO (1983); sin embargo, los carbones procedentes de Pinar del Río, su contenido de este indicador rebasa los límites de los valores referidos en la propia norma para ambas calidades. Este comportamiento pudiera deberse al contenido de corteza que presenta la especie y la experiencia del carbonero en el procesos de producción.

Los carbones estudiados de las distintas procedencias presentan alto contenido de cenizas. Pinar del Río, Matanzas, Villa Clara y Ciego de Ávila muestran los mayores valores (Tabla 2). Estos resultados favorecen la disminución del poder calórico y por tanto en su calidad como combustible. Reveendran (1995) reporta que el contenido de cenizas tiene un significado importante para ser considerado en la utilización de un combustible por dos razones: no se queman y porque son materiales abrasivos, lo que disminuye el proceso de combustión y el poder calórico del carbón.

En el estudio realizado para las diferentes localidades referido al contenido de materia volátil, se encontró que los carbones producidos en Pinar del Río son los únicos que cumplen con los parámetros exigidos en este indicador por la NC-580 para la categoría I con el 5,1 %, y las muestras procedentes de Villa Clara, Ciego de Ávila y Las Tunas presentan valores entre los rangos exigidos para la calidad II; sin embargo, los carbones de Matanzas y Cienfuegos presentan porcentajes por encima de los exigidos para ambas calidades. El contenido de materia volátil tiene marcada influencia en la calidad del carbón vegetal, ya que está relacionado directamente con su tiempo de duración durante su consumo.

Se observó que el contenido de carbono fijo en la procedencia de Pinar del Río (83,4 %) se encuentra por encima del rango reportado por FAO (1983) y la NC-580 para la clasificación de calidad I, mientras que Cienfuegos con el 45,2 % presenta el valor más bajo de este parámetro, muy inferior a los límites para la calidad I y II indicado

en la NC-580 y FAO (1983). Para el resto de las provincias (Matanzas, Villa Clara, Ciego de Ávila y Las Tunas) se encontraron valores dentro de los rangos de clase II.

TABLA 2
Análisis químico inmediato del carbón vegetal de *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arm.) (marabú)

Provincias	Hum. (%)	Cenizas (%)	M. vol. (%)	C. fijo (%)	Densidad (kg/m ³)
Pinar del Río	7,9	6,2	5,1	83,4	265
Matanzas	10,1	3,1	22,0	75,0	321
	4,0	5,5	30,0	64,5	307
Villa Clara	4,0	4,5	27,4	68,1	278
	5,7	5,6	23,0	70,6	228
Cienfuegos	2,6	3,2	51,4	45,2	239
Ciego de Ávila	7,0	5,0	22,0	73,0	300
	6,0	4,0	26,0	70,0	267
Las Tunas [Guyat, 2002]	5,8	2,3	22,9	74,8	302
NC-580-2008	6,0	3,0	10,0-15,0	76-82	250-300
Calidad I	10,0	5,0	20-25	68-75	200-300
Calidad II					
FAO, 1983	10	3-4	20-25	75-80	250-300

Los carbones con alto contenido de carbono fijo y bajo de materia volátil son los que deben quemar más lentamente, según plantea Patiño (1989) y Guyat (2002). Esta característica le confiere mejores propiedades al carbón como combustible. De las procedencias estudiadas en este caso, las muestras de Pinar del Río, Ciego de Ávila y Las Tunas cumplen con esas características, por lo que clasifican como carbones de buena calidad.

Por la experiencia de los autores en el empleo de esta especie y los criterios empíricos de los carboneros sobre la buena calidad del carbón de marabú, se considera que los valores de los parámetros estudiados presentan no conformidad en algunos aspectos de la norma, lo que pueden estar dados por falta de experiencia de los productores actuales en la aplicación de la tecnología de carbonización.

CONCLUSIONES

- Se encontró que *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arm.) presenta un alto contenido de extractivos en agua caliente del 12,5-13,0 %, en solventes orgánicos del 3,2-3,4 %, porcentaje de celulosa (48,0 %) y lignina (33 %).

- Por los altos contenidos de cenizas y material volátil encontrados, el carbón de *Dichrostachys cinerea* de las localidades estudiadas presenta no conformidad en los parámetros establecidos en las normas de calidad. La procedencia de Las Tunas es la que presenta los valores más bajos de ceniza y materia volátil.
- Los carbones presentan alta densidad, indicador por lo que clasifican como carbones de buena calidad.
- En correspondencia con los resultados, se considera la necesidad de realizar ejercicios de capacitación a los obreros dedicados a esta actividad, de manera que posibilite aumentar la calidad de este importante producto forestal exportable.

BIBLIOGRAFÍA

- BISSE, J. 1988. *Árboles de Cuba*. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnico. 384 pp.
- BROWNING B.L. 1967. *Methods of wood Chemistry: T II*. Interscience Publishers. A. Division of John Wiley & Sons. New York. 384 pp.
- FAO. 1983. *Métodos simples para fabricar carbón vegetal*. Roma. FAO. 154 pp.
- GUYAT, M., RAMOS, L., MERCADET, A., CAPOTE, V. 1998. «Potencialidades de especies maderables para energía». *Cuba Forestal* (CU) 1:8-10.

- GUYAT, M. 2002. Estudio de dos parámetros en la producción de carbón vegetal a escala de banco. 59 h. Tesis (en opción al Título Académico de Máster en Análisis y Control de Procesos. ISPJAE.
- IGLESIAS, E.V. 1981. La transición hacia un sistema energético múltiple. *El Correo de la Unesco. Energía para el siglo XXI*. p. 6-8
- MANZANARES, K. ET AL. 2008. «Alternativas de manejo de la especie *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú)». *Revista Forestal Baracoa (CU)* 27(1): 3-12.
- NC 580: 2008. Carbón vegetal. Especificaciones. 7 pp.
- PATÍÑO, V.F. 1989. La madera como combustible. Primera Reunión Regional sobre Dendroenergía. Memorias. División Ciencias Forestales, Chapingo, México. 440 p.
- PÉREZ CRUZ, U.G. 1989. Problemas de abastecimiento y usos de la leña en Tabasco. Primera Reunión Nacional sobre Dendroenergía. División Ciencias Forestales, Chapingo, México, pp. 16-26
- RAVEENDRAN, K. ET AL. 1995. «Influence of mineral matter on biomass pyrolysis characteristics 2». *Fuel (US)* 74 (12): 1813 pp.
- SÁNCHEZ, R.L. 1998. Celulosa y papel. Universidad Autónoma de Chapingo. 190 pp.
- OIMT. 2007. «El papel de la madera como fuente energética del futuro. Conferencia Internacional sobre Dendroenergía». *Actualidad Forestal Tropical (JP)* 15 (2): 24-25 pp.
- SCHROELER, T.Y., HWAN O. MA. 2009. «El uso de la dendroenergía» OIMT. *Actualidad Forestal Tropical (JP)* 16(3): 12-16.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: María Antonia Guyat Dupuy

Máster en Análisis de Procesos, diplomados en Agroecología y Agricultura Sostenible y Ciencia, Tecnología y Sociedad, miembro del Grupo de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, ha desarrollado su actividad investigativa en el campo de la Química de la Madera, Fotoquímica, Energía, Productos Forestales No Maderables y Calidad en Tecnologías y Aprovechamientos de la Madera. Ha impartido cursos, conferencias y entrenamientos de su especialidad. Ha dirigido proyectos nacionales en energía y participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes en la producción. Obtuvo Logro Estatal 1986 y participante del Premio Nobel sobre el Cambio Climático otorgado por el IPCC.

ESCENARIOS DE CLIMA FUTURO PARA LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY. POSIBLE INFLUENCIA SOBRE LAS PLANTACIONES FORESTALES DE DISTRIBUCIÓN MEDITERRÁNEA

SCENARIOS FOR FUTURE CLIMATE CAMAGÜEY PROVINCE. POSSIBLE INFLUENCE ON THE MEDITERRANEAN FOREST PLANTATION OF DISTRIBUTION

LIC. LORGE ACOSTA-BROCHE,¹ LIC. ZOLTAN I. RIVERO-JASPE,² LIC. ROGER E. RIVERO-VEGA² Y M. SC. LEICET
DÍAZ-VARONA¹

¹ Instituto de investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal de Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba, camaguey@forestales.co.cu.

² Centro Meteorológico de Camagüey. Carretera de Nuevitas Km 7½, Camagüey, Cuba, Apdo. 160, C. P. 70100, zoltan@met.cmw.inf.cu; roger@met.cmw.inf.cu

RESUMEN

A partir de los datos suministrados por las seis estaciones meteorológicas de la provincia se calcularon las variables temperatura media, temperatura mínima, temperatura máxima y acumulado de precipitaciones para el período 1976-2005; con esos datos se confeccionó la línea base del clima provincial y se les aplicaron las variaciones consideradas por el modelo HadCM3 para el escenario de emisiones SRES A2, y se calcularon los valores de las variables mencionadas para periodos de treinta años alrededor de 2050 (2036-2065) y 2100 (2085-2115). Los resultados muestran una tendencia a la aridez en toda la provincia, verificada por el aumento de la temperatura media y la disminución de las precipitaciones en todos los escenarios. Estas condiciones pudieran provocar una disminución considerable del crecimiento y productividad de la mayoría de las especies manejadas en plantaciones forestales en la provincia, y hacia 2100 la interrupción del período de crecimiento de las especies caducifolias debido a una segunda caída de las hojas en el mismo año a causa de la magnitud y extensión temporal de la sequía estival.

Palabras claves: cambio climático, escenario, plantaciones forestales, impactos.

ABSTRACT

Using climatic observations taken by the six operational meteorological stations belonging to the province of Camagüey, mean monthly values of precipitation, maximum, minimum and ordinary temperature for the period 1976-2005 were calculated for each station and used to create a reference climate dataset. Changes predicted by the HadCM3 global climate model with greenhouse gasses emission scenario SRES A2 were applied to the climate variables in the reference climate dataset in order to obtain their predicted values for two 30 years period centered in 2050 (2036-2065) and 2100 (2085-2115). Results obtained show a trend to aridity in the province, given by an increase in mean temperatures and a general decrease in precipitation for all scenarios. These conditions could imply a sizable decrease in growth and productivity of most managed species in forest plantations and, at the end of the century, the interruption of the growth period of deciduous species because of a second stage of leaf falling every year given the expected increase in magnitude and length of the so-called summer drought.

Key words: climate change, scenario, forest plantations, impacts.

INTRODUCCIÓN

En las evaluaciones de impacto del cambio climático sobre los sistemas agrícolas y forestales el primer paso es crear las líneas bases del clima y socioeconómica para un período previamente establecido de al menos treinta años [Rivero, 2008]. Una vez cumplido este paso, pueden generarse los escenarios de cambio climático, empleando las variaciones que predicen los modelos de clima global o regional, de acuerdo con los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) seleccionados.

En Cuba la información referida al patrimonio forestal se maneja desde el nivel municipal [DNF, 2011], de ahí que sea factible utilizar el municipio como la menor unidad de estudio, y en consonancia diseñar la estrategia adaptativa ante el cambio climático a ese nivel. Siendo así, la línea base climática y los escenarios de cambio deben generarse para cada municipio, y sobre esa base identificar los impactos esperados sobre su patrimonio forestal.

Estudios previos [Rivero y Rivero, 2004, Rivero *et al.*, 2000] han destacado que la tendencia a la aridez inducirá la evolución del clima de la provincia de Camagüey de bosques estacionalmente húmedos a bosques cada vez más secos, y sabanas con menor densidad potencial de biomasa y de productividad primaria neta.

Si bien estos resultados reflejan cuál será la situación de los bosques en la provincia a nivel ecosistémico, para la entidad administradora del patrimonio forestal, en este caso la Empresa Forestal Integral Camagüey (EFIC), sería más útil conocer cómo respondería cada una de las especies manejadas en plantaciones de cada municipio ante el aumento de la aridez.

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, por lo que en escenarios de clima futuro es de vital importancia estimar cómo influirán las variaciones del clima en dicho factor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Creación de la base de datos de los valores mensuales de las variables climáticas principales para los municipios de la provincia de Camagüey en el período 1976-2005.

A partir de los datos correspondientes al período 1976-2005 suministrados por las seis estaciones meteorológicas con que cuenta el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey (Tabla 1), se calcularon los valores de las variables temperatura media, temperatura mínima y temperatura máxima para un punto cercano al centro geográfico de cada municipio, cuyas coordenadas se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 1
Coordenadas geográficas de los puntos sobre los cuales se calcularon las variables climáticas en cada municipio

<i>Municipio</i>	<i>Longitud (W)</i>	<i>Latitud (N)</i>	<i>Municipio</i>	<i>Longitud (W)</i>	<i>Latitud (N)</i>
Camagüey*	77° 56' 57"	21° 23' 16"	Najasa	77° 45' 29"	20° 58' 22"
Céspedes	78° 17' 11"	21° 38' 19"	Nuevitas*	77° 14' 19"	21° 30' 48"
Esmeralda*	78° 00' 43"	21° 47' 59"	Santa Cruz del Sur*	77° 59' 49"	20° 47' 27"
Florida*	78° 16' 39"	21° 25' 57"	Sibanicú	77° 35' 06"	21° 13' 47"
Guáimaro*	77° 20' 14"	21° 13' 14"	Sierra de Cubitas	77° 47' 38"	21° 38' 51"
Jimaguayú	77° 51' 45"	21° 10' 44"	Vertientes	78° 15' 45"	21° 04' 17"
Minas	77° 34' 12"	21° 33' 07"			

* Municipios con estación meteorológica.

Esos valores se determinaron utilizando el método de interpolación del inverso del cuadrado de la distancia, extensamente usado cuando no se poseen observaciones directas para un territorio determinado [Grieser, 2006]. El uso de esta técnica es consistente con resultados anteriores sobre la evolución de la aridez en Cuba [Rivero y Rivero, 2011].

En este trabajo se asume que los valores obtenidos para cada punto geográfico son representativos de todo el territorio del municipio que lo contiene y se utilizaron para describir la línea base del clima de la provincia.

Los datos de precipitaciones para el período 1961-2000 fueron obtenidos del INRH (2008).

Escenarios de cambio para las variables estudiadas

Para calcular los cambios de las variables climáticas en escenarios futuros se utilizó el programa MAGICC/SCENGEN 4.1. Con este *software* se corrieron los modelos de circulación general HadCM3 y ECHAM4 usando como fuente de forzamiento la concentración de GEI

del escenario SRES A2 [IPCC, 2001]. Estas variaciones se calcularon para períodos de treinta años alrededor de 2050 (2036-2065) y 2100 (2086-2115), y se aplicaron a los valores de las variables obtenidos en el clima base de cada municipio de la provincia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de las variables estudiadas para el período 1976-2005 fueron utilizados para conformar la línea base del clima de la provincia. No se muestran y discuten los resultados en cuanto a temperatura mínima y máxima debido a que estas serán utilizadas en trabajos posteriores para calcular varios índices bioclimáticos.

Línea base del clima de la provincia

La temperatura media

La temperatura media anual de la provincia en el período estudiado fue de 25,7 °C, con una marcha anual (*Fig. 1*) que mostró el valor mínimo en enero, con 22,9 °C, y el máximo en agosto con 28,0 °C.

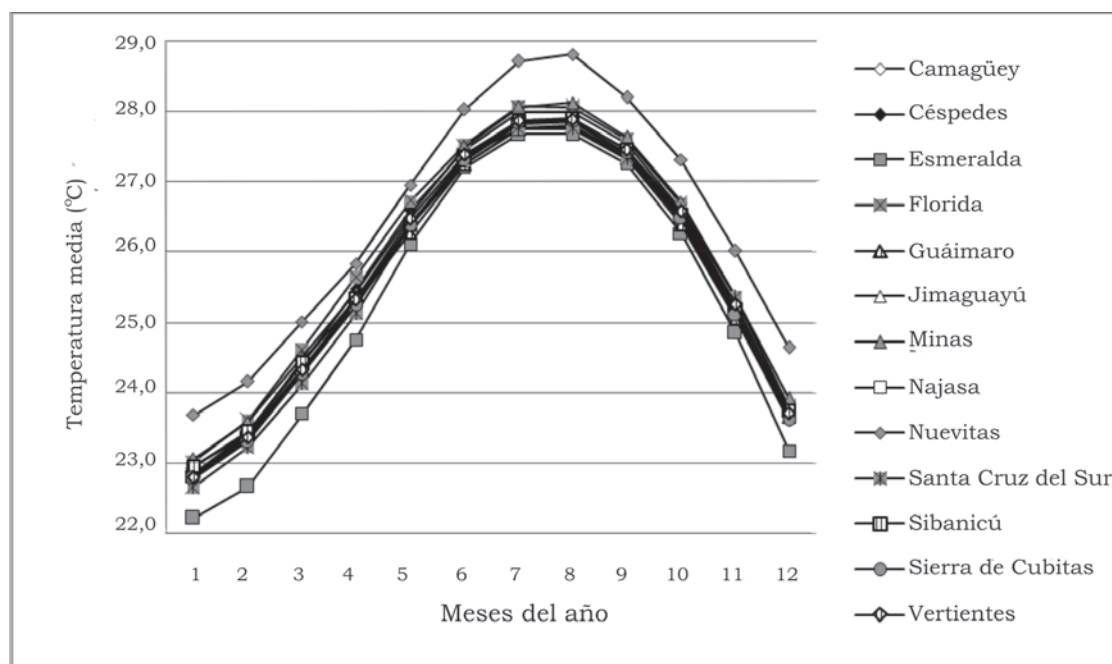


Figura 1. Temperatura media mensual municipal en la provincia de Camagüey para el período 1976-2005 (clima base).

Durante el mes más frío del año las temperaturas medias municipales (T_{mun}) variaron entre un mínimo de 22,2 °C en Esmeralda, y un máximo de 23,7 °C en Nuevitas, con valores cercanos a la media para Florida, Guáimaro y Jimaguayú.

En el mes más caliente del año las T_{mun} variaron entre un mínimo de 27,7 °C en Esmeralda y un máximo de 28,8 °C en Nuevitas, con valores similares a la media provincial en el resto de los municipios.

La pluviosidad

Por su parte, el acumulado medio anual de la provincia en este período fue de 1271,8 mm con

una marcha anual que presentó el valor mínimo en diciembre con 28,1 mm y un máximo en junio con 193,8 mm.

Como es típico en Cuba [Centella *et al.*, 2006], el comportamiento de las precipitaciones en la provincia (Fig. 2) fue marcadamente estacional, correspondiendo el periodo poco lluvioso entre noviembre y abril (298,2 mm), y el lluvioso de mayo a octubre (973,6 mm). Igualmente en julio y agosto ocurrió la conocida sequía interestival, que se corresponde con una disminución de los acumulados de precipitaciones.

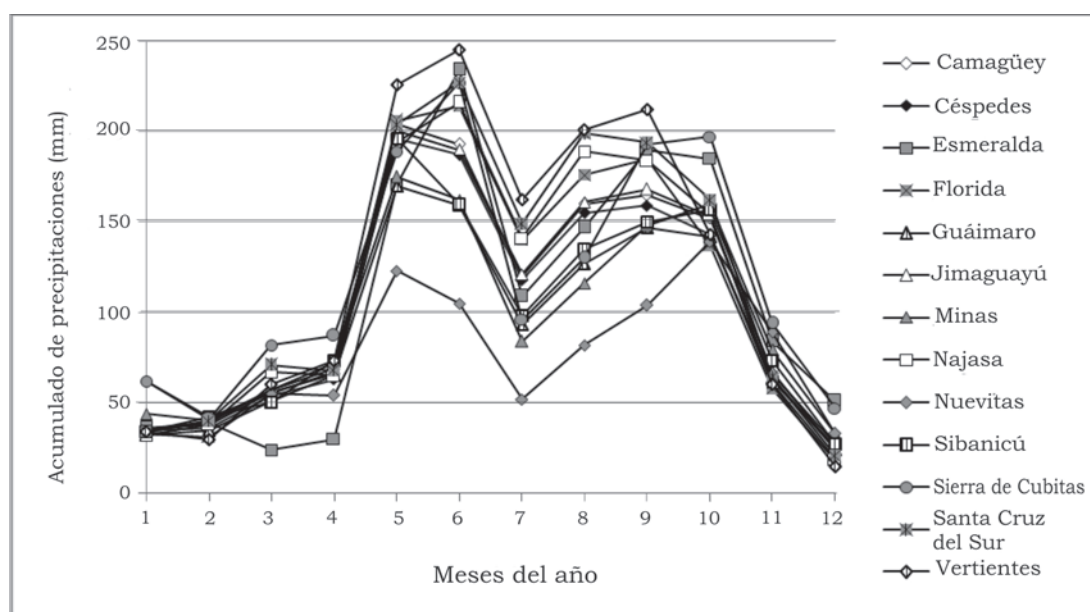


Figura 2. Marcha anual de la pluviosidad media mensual municipal en la provincia de Camagüey para el período 1961-2000 (clima base).

Por su parte, en junio la pluviosidad media municipal varió desde un mínimo de 105 mm en Nuevitas a un máximo de 245 mm en Vertientes, siendo Jimaguayú (190 mm) y Camagüey (193 mm) los más cercanos a la media provincial.

Durante diciembre la pluviosidad media municipal varió desde un mínimo de 15 mm en Vertientes a un máximo de 51 mm en Esmeralda, con Sibanicú (27 mm) y Camagüey (27 mm) con los valores más cercanos a la media provincial.

En cuanto a los acumulados municipales anuales, se destaca Vertientes (1409,9 mm), siendo las mayores diferencias (Fig. 3) con los

municipios de Nuevitas (-35,66 %) y Guáimaro (-24,09 %).

La temperatura ambiente vs. pluviosidad

De acuerdo con la Fig. 4, en cuanto a la combinación de ambos factores durante el período, nueve de los trece municipios de la provincia se ubican en el cuadrante inferior derecho, que agrupa los valores de temperatura superiores, y de acumulado de precipitaciones inferiores a sus respectivos valores medios nacionales, al tiempo que Vertientes, Santa Cruz del Sur, Sierra de Cubitas y Najasa registran valores de pluviosidad superiores a la media nacional.

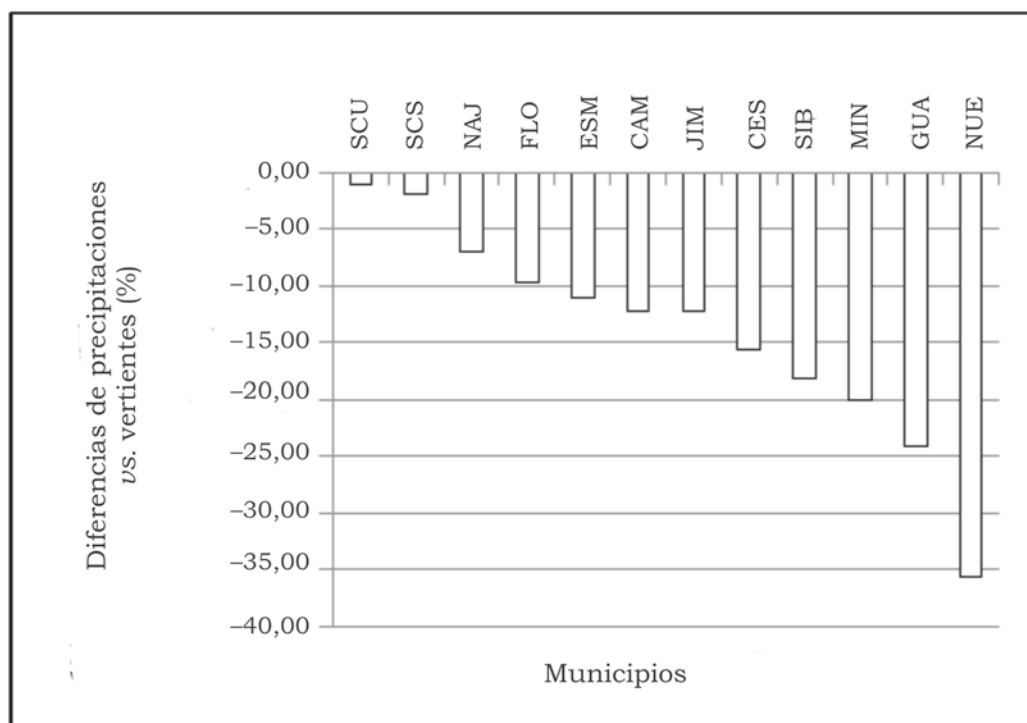


Figura 3. Diferencias en los acumulados municipales mensuales respecto al municipio más lluvioso (Vertientes).

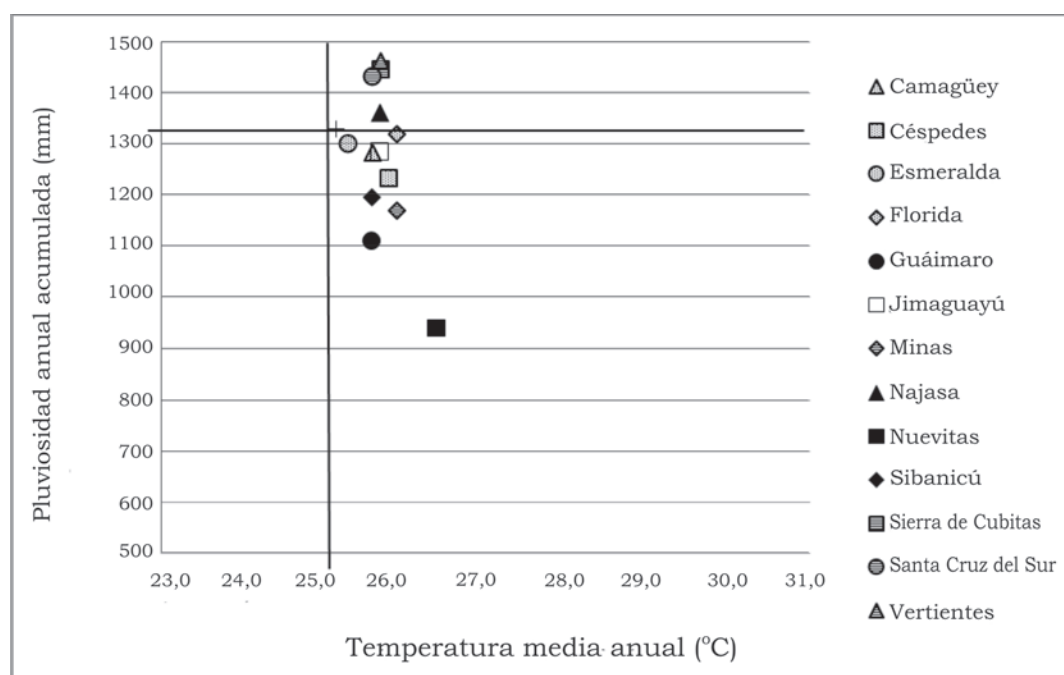


Figura 4. Distribución de los municipios con respecto a las medias nacionales de temperatura media y pluviosidad (líneas en negro). Temperatura media nacional (1979-2000) = 25,15 °C [INSMET, 2008, en Álvarez *et al.*, 2011], acumulado medio anual de precipitaciones (1961-2000) = 1329,7 mm [INRH, 2008, en Álvarez *et al.*, 2011].

Escenarios de clima futuro

Para determinar los valores de clima más extremos en 2050 y 2100 se compararon los valores de las variables estudiadas en escenarios de clima futuro obtenidos a partir de los modelos de circulación general ECHAM4 y HadCM3, resultando más extremos los datos obtenidos con este último.

La temperatura media

En el caso de la temperatura media, las variaciones (*Fig. 5*) para 2050 estarán en el orden de 1,2 °C en abril a 1,6 °C de junio a octubre. Desde el punto de vista geográfico existe una tendencia a la uniformidad en toda la provincia, al punto

que las diferencias entre el mayor valor de la temperatura media anual, correspondiente al municipio de Nuevitas, y el menor a Esmeralda, son apenas 1,1 °C.

Posteriormente, para 2100 el modelo refleja variaciones con respecto al clima base desde 3,2 °C en abril a 4,6 °C de junio a octubre, y desde el punto de vista geográfico la tendencia a la uniformidad observada en 2050, con la salvedad que los menores valores de la temperatura media anual corresponden al municipio de Esmeralda y los mayores a Nuevitas, y son muy similares para los 11 municipios restantes.

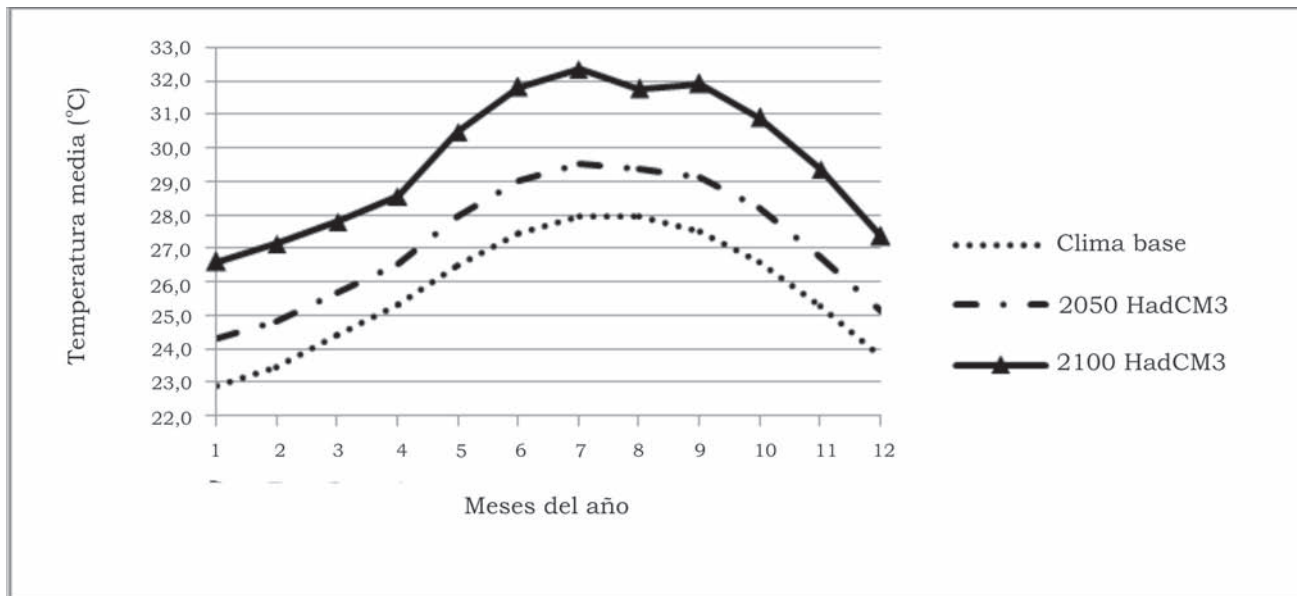


Figura 5. Temperatura media mensual en la provincia de Camagüey para el clima base y los años 2050 y 2100 para el modelo de circulación global HadCM3 y el escenario de emisiones SRES A2.

La pluviosidad

En cuanto a la estacionalidad de las lluvias (*Fig. 6*), para 2050 se observa solo el máximo típico de mayo-junio, y no así el de septiembre-octubre, concentrándose los mayores acumulados solo en octubre. Hacia 2100 la disminución en los acumulados de junio y septiembre y el aumento en noviembre, mes en el que la zona de Nuevitas registra valores típicos de la estación lluviosa ya en el clima base, provocarán que el primer máximo de lluvias sea de solo un mes (mayo) y se desplace el segundo máximo hacia octubre-noviembre,

por lo que el periodo de sequía estival abarcará desde mayo a septiembre.

Los acumulados de precipitaciones mensuales variarán para 2050 desde +26,5 % para noviembre hasta -25,3 % en septiembre, con una disminución del acumulado anual de la provincia del 11,7 %. Debe destacarse que solo en mayo los acumulados serán superiores al acumulado medio mensual del período lluvioso del clima base. Para 2100 los valores extremos de las variaciones serán de +70,9 % en noviembre, hasta -67,6 % en septiembre, siendo la disminución del acumulado anual de la provincia del 22,7 %.

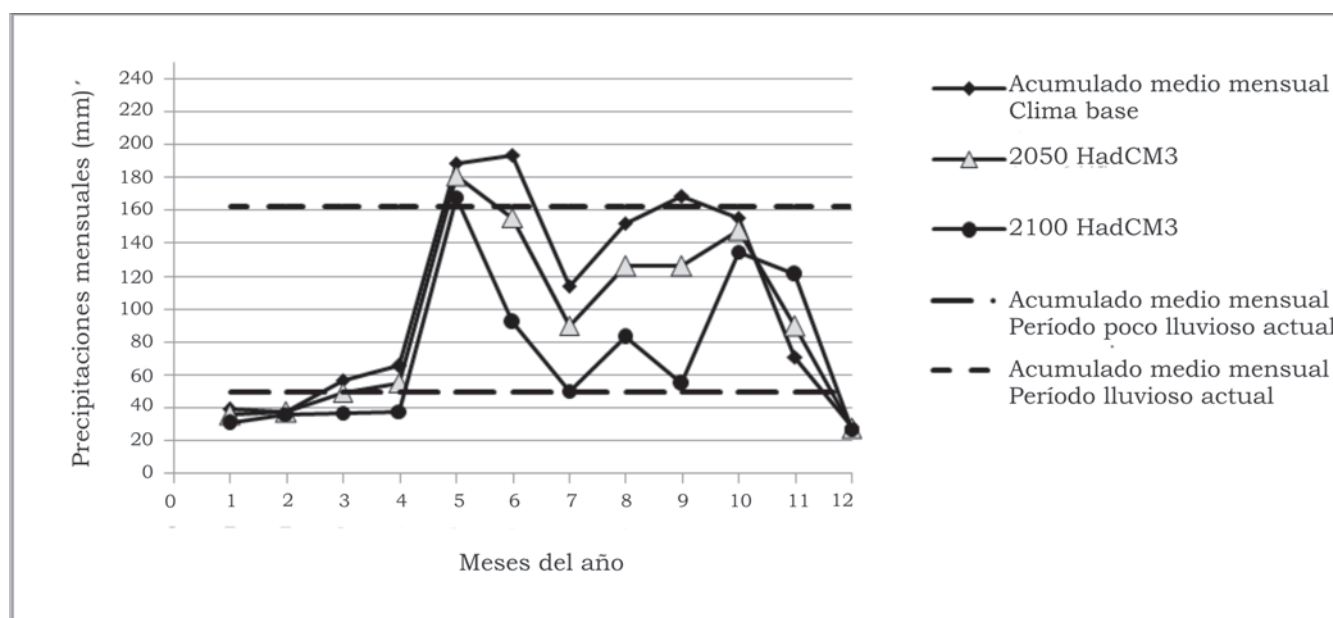


Figura 6. Marcha anual de la pluviosidad media mensual en la provincia de Camagüey para el clima base y los años 2050 y 2100, y el modelo de circulación global HadCM3 para el escenario de emisiones SRES A2.

Igualmente solo mayo presentará valores coincidentes con el acumulado medio mensual del período lluvioso del clima base; el resto estará por debajo de ese valor.

La distribución municipal de las precipitaciones muestra una homogeneidad similar a la del clima base en diciembre en ambos escenarios. Por su parte, en junio para 2050 existe una tendencia a la disminución de los acumulados en la región oriental de la provincia, que se acentúa hacia 2100. Para ambos escenarios será mayo y no junio (como en el clima base) el mes más lluvioso del año.

El comportamiento de las temperaturas en el clima actual destaca las características ya conocidas de la costa norte de la provincia, en contraste con la zona central y sur, debido a una elevada influencia marítima reforzada por la dirección y fuerza predominante de los vientos alisios sobre zonas insulares y litorales norteañas [Lecha *et al.*, 1994]. En los escenarios estudiados se hace evidente que el aumento de las temperaturas no ocurrirá con igual magnitud en los diferentes meses del año, alcanzándose los mayores incrementos precisamente en los meses de la estación lluviosa, que en la provincia de Camagüey coincide precisamente en el tiempo con la temporada más cálida del año.

El régimen de precipitaciones descrito destaca las características de una provincia que alcanza sus mayores tenores de aridez hacia el nordeste, haciéndose cada vez más húmeda y lluviosa a medida que se avanza hacia el occidente [Rivero y Rivero, 2011]. El cambio climático exacerbará esta característica, haciendo más áridas todas las regiones estudiadas y cambiando los patrones estacionales de precipitación a medida que la frontera que hoy separa los climas orientales más áridos se desplace progresivamente hacia el oeste sobre las regiones que hoy están dominadas por climas húmedos y subhúmedos. Esta evolución en el comportamiento de las precipitaciones estará acompañada por el incremento en duración e intensidad de la característica sequía interestival.

Implicaciones sobre las plantaciones forestales de distribución mediterránea

Los cambios en las variables climáticas principales proyectados, según el escenario de emisiones SRES A2, podrían traer consecuencias negativas para las plantaciones forestales en la provincia en sentido general.

De acuerdo con Bugmann y Salomón (2000), el aumento de la temperatura proyectado por sí solo no constituiría un factor limitante, teniendo en cuenta la hipótesis que los árboles presen-

tan su mayor tasa de crecimiento en las zonas más cálidas de su área de distribución (donde la humedad no sea limitante). Estos autores descartan la función parabólica de respuesta a la temperatura, remplazándola por una ecuación asintótica.

Sin embargo, este fenómeno, unido a la disminución de los acumulados de precipitaciones y su distribución anual (estacionalidad) sí provocarían variaciones en el contenido de humedad de los suelos, incidiendo de forma negativa en el crecimiento y productividad potenciales de las especies manejadas en plantaciones.

Por su parte, como se observa en la *Fig. 6*, la magnitud de la sequía estival hacia 2100 (con cuatro meses de duración y acumulados muy similares al acumulado medio del período poco lluvioso actual) podría implicar en una nueva caída de las hojas en las especies caducifolias. De verificarse este fenómeno, y en el caso de que las especies sobrevivieran, su período de crecimiento se vería afectado aproximadamente en un 70 %.

Además, la disminución para 2050 de poco más del 20 % de las precipitaciones en julio, y el adelanto del primer máximo de las lluvias para mayo, hará necesario un cambio tanto en la fecha de plantación (al reducirse el período) como en las especies a utilizar en la (re) forestación.

No obstante, el hecho de que los valores de temperatura y precipitaciones de un municipio indiquen aridez, no es razón concluyente para estimar disminuciones drásticas en el crecimiento de determinada especie forestal, pues la disponibilidad de agua en el suelo depende además del tipo de suelo y cobertura forestal. Debido a que no todas las especies forestales tienen iguales capacidades de adaptación, cabría esperar respuestas adaptativas diversas.

CONCLUSIONES

- Para las condiciones previstas en el escenario de emisiones SRES A2, y los modelos de circulación general HadCM3 y ECHAM4 en la provincia de Camagüey, se proyecta el aumento progresivo de la temperatura media y la disminución de los acumulados de precipitaciones mensuales hacia 2050 y 2100.
- El aumento de la temperatura media y la disminución de los acumulados de precipi-

taciones incidirán de forma negativa en el rendimiento potencial de las especies manejadas en plantaciones de distribución mediterránea, provocado por una disminución del contenido de humedad en el suelo.

- El desplazamiento del segundo máximo anual de precipitaciones de septiembre-octubre hacia octubre-noviembre provocará la extensión temporal de la sequía estival, pudiendo provocar hacia 2100 la interrupción del período de crecimiento de las especies caducifolias debido a una segunda caída de las hojas en el mismo año.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A. ET AL. 2011. *El sector forestal cubano y el cambio climático*, La Habana, Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, 248 pp.
- BUGMANN, H.; SALOMÓN, A. 2000. «Explaining forest composition and biomass across multiple biogeographical regions», *Ecological Applications* (US) 10 (1): 95-114.
- CENTELLA, A. ET AL. 2006. *La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana*, 174 pp.
- DIRECCIÓN NACIONAL FORESTAL. 2011. *Base de datos del patrimonio forestal cubano al término del 2010*, MINAG, La Habana.
- GRIESER, J. 2006. «Introduction to Geostatistics and the spatial interpolation of weather and crop data», Chapter 5.1 CM Box User Guide, FAO. Rome, 9 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS (INRH). 2008. «Boletines hidrológicos». En <http://www.hidro.cu/boletines08.htm>.
- IPCC (2001). Special Report on Emissions Scenarios, IPCC WGIII: 35 pp.
- LECHA, L. B.; PAZ, L. R.; LAPINEL, B. P. 1994. *El clima de Cuba*, La Habana, Ed. Academia, 186 pp.
- MARKESTEIJN, L. 2010. «Drought tolerance of tropical tree species; functional traits, trade-offs and species distribution». PhD. Thesis, Wageningen University, Wageningen, NL, 204 pp.
- RIVERO, R. E. 2008. «Workbook on climate change impact assessment in agriculture», *Basic knowledge, methodologies and tools*, 142 pp.
- RIVERO, R. E. ET AL. 2000. «Preliminary assessment of the biophysical impacts of climate change on forests and main crops in Camagüey, Cuba», In *Climate change impacts and responses. Proceedings of the Conference on National Assessments Results of Climate Change held in San José, Costa Rica, March 25-28, 1998* (Ed. N. Mimura), Japan Environment Agency / Overseas Environmental Cooperation Centre, pp. 223-241.
- RIVERO, R. E.; RIVERO, Z. I. 2011. «Evolución esperada de la aridez y su impacto en Cuba según diferentes escenarios de cambios climáticos», II Congreso Internacional de Cambios Climáticos de la VIII Convención de Medio Ambiente y Desarrollo, La Habana, 4-8 julio 2011, 20 pp.

Rivero, Z. I.; Rivero, R. E. 2004. «Impacto de los Cambios Climáticos sobre los Bosques y Ecosistemas Terrestres». En:

Memorias del Tercer Congreso Forestal de Cuba. III Simposio Internacional de Técnicas Agroforestales, 16 pp.

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.



CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGRO-FORESTAL

La Habana, Cuba

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

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

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

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

Entrega de resúmenes: 30 de noviembre de 2014

Entrega de trabajos en extenso: 31 de enero de 2015

Para mayor información:

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



NORMAS EDITORIALES
Revista Forestal Baracoa
Instrucciones a los Autores

Los originales de los artículos científicos que se elaboren para la *Revista Forestal Baracoa* deben enviarse al Comité Editorial, escritos en español, por una sola cara, a espacio y medio y en hojas de papel bond 8½ x 11 cm, con 2,5 cm de margen a cada lado, letra Arial, en 11 puntos, texto justificado que no debe exceder de 10 páginas, incluidas las tablas e ilustraciones. Debe enviarse una copia en soporte magnético en procesador de texto Microsoft Word. Los trabajos deben ser aprobados por sus respectivos consejos científicos.

Los artículos irán precedidos de un *título* (en español y en inglés), letra mayúscula y en negritas. Debajo del título correspondiente aparecerán el *nombre* o los *nombres de los autores*, con *dos apellidos*, indicando en la parte superior del segundo apellido con numeración arábiga (ej.: Alicia Mercadet Portillo,¹ el *grado científico* y la *dirección completa del autor principal* (ej.: Dra. en Ciencias Forestales, Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 el 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana), mercadet@forestales.co.cu, teléf.: 208 2554, fax.: 208 21 89. Los autores que proceden de la misma institución tendrán el mismo número.

A continuación del autor o autores aparecerá la palabra *Resumen*, que irá alineada a la izquierda, en mayúscula y en negritas, con un texto justificado. Debe contener *no más de 150 palabras*, ni llevar *fórmulas* ni *expresiones matemáticas*, *tablas* o *citas*. Al final del resumen, *de tres a cinco palabras claves* que identifiquen el tema.

Se elaborará un *Abstract* que irá insertado inmediatamente después del Resumen. Al final del *Abstract*, *de tres a cinco key words* que identifiquen el tema.

Cada *artículo* debe contar con los siguientes epígrafes primarios: *Introducción*, *Materiales y Métodos*, *Resultados y Discusión*, *Conclusiones y Bibliografía*

Estos epígrafes se escribirán *alineados a la izquierda*, en *mayúscula y en negritas*.

Las palabras en *latín* y los *nombres científicos* de las categorías de género, especies y subespecies se escribirán con *letra cursiva*, al igual que escritas en otro idioma.

Al final se confeccionarán la *Bibliografía*, teniendo en cuentas la Norma de Asiento Bibliográfico por tipos de Documentos, *Norma ISO 690* para Documentos Convencionales y *Norma ISO 690-2* para Recursos Electrónicos.

Los artículos científicos recibidos para su publicación serán sometidos a una evaluación previa del Comité Editorial. Solo se admitirán trabajos inéditos y en idioma español. Posteriormente el Comité Editorial y el Consejo Científico de la revista decidirán si un artículo reúne los requisitos para ser publicado, previa evaluación de por lo menos dos árbitros. Los artículos científicos enviados a los autores para su corrección, según las opiniones de los árbitros, deberán ser devueltos en un plazo no mayor de 15 días. Pasado ese tiempo el artículo será dado de baja. Su aceptación o rechazo será informado al autor en un plazo dentro de los 60 días posteriores a su recepción. Los trabajos aceptados que no se ajusten a estas normas serán devueltos a los autores para que realicen los cambios pertinentes. Dado que la *Revista Forestal Baracoa* es una publicación periódica que se edita sin fines de lucro con el objetivo de contribuir al desarrollo científico y tecnológico, el contribuyente cede sus derechos patrimoniales de forma gratuita, adquiriendo la revista el derecho de reproducción en todas sus modalidades, incluso para inserción audiovisual, el derecho de comunicación pública, distribución, y en general cualquier tipo de explotación que pueda realizarse por cualquier medio conocido o por conocer. La propiedad intelectual del trabajo científico publicado permanece en el autor o autores. La veracidad del contenido y su rigurosidad científica es de los autores, por lo que el Comité Editorial no se responsabiliza con ello.

COMITÉ EDITORIAL

AQUÍ CUPÓN