

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Evaluación del impacto del aumento del nivel medio del mar y medidas de adaptación para la EAF costa sur Impact assesment of rising sea level and estrategy of adaptation for the enterprise agroforestry costa sur <i>M.Sc. Yolanis Rodríguez-Gil, Dra.C. Alicia Mercadet-Portillo, Dr.C. Arnaldo Álvarez-Brito e Ing. José L. López</i>	3
2	Impacto del aumento del nivel medio del mar sobre los manglares de la provincia de Camagüey para 2050 y 2100 Impact of sea level rise on the mangrove forests in Camagüey province for 2050 and 2100 <i>M.Sc. Lorge Acosta-Broche</i>	11
3	Potencial de retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Agro-Forestal Sancti Spiritus Potential of retention of carbon for the forest patrimony of the Enterprise Agroforestry Sancti Spiritus <i>M.Sc. Liliana Caballero-Landín, M.Sc. Andrés Hernández-Riquene, Dra.C. Alicia Mercadet-Portillo, Dr.C. Arnaldo Álvarez-Brito, M.Sc. Gardenis Merlan-Mesa, M.Sc. Máximo Lozano-Montagne, M.Sc. Jesús R. Toledo-Medina y M.Sc. Roberto Álvarez</i>	17
4	Resultados de la implementación de la técnica de forestería análoga en el sitio de Itabo, Matanzas Results of the implementation of the technique of Analog Forestry in the place of Itabo, Matanzas <i>Ing. Misleydi Morales-Lezcano, Ing. Esperanza Hidalgo-Rodríguez, Téc. Lourdes Gómez-Pulido y Dra. Orlidia Hechavarría-Kindelán</i>	27
5	Potencial económico de cuatro sitios manejados con técnica de Forestería Análoga Economic potential of four sites managed with Analogue Forestry technique <i>M.Sc. Abilio O'Farrill-Colebrook, Dr.C. Wilmer Toirac-Arguelles, M.Sc. Yenía Molina-Pelegrín, Ing. Esperanza Hidalgo-Rodríguez e Ing. Alquilio Mosquera-Figueroa</i>	33
6	Regeneración natural de <i>Juniperus saxicola</i> Britton y P. Wilson en un fragmento del Bosque Nublado Parque Nacional Turquino Natural regeneration of <i>Juniperus saxicola</i> Britto and P. Wilson in a fragment of the Cloud Forest National Park Turquino <i>Ing. José L. Rodríguez-Fonseca, M.Sc. Adonis Sosa-López, M.Sc. Alain Puig-Pérez, M.Sc. Yenía Molina-Pelegrín e Ing. Isnaudy García-Rodríguez</i>	39
7	Respuesta hidrológica entre plantaciones de pino y eucalipto, Alturas de Pizarras, Pinar del Río Hydrological answer among plantations of pine and eucalyptus, Alturas de Pizarras, Pinar del Río <i>Ing. Arsenio Renda-Sayoux, M.Sc. Yolanis Rodríguez-Gil, Dr.C. Tomás Plasencia-Puentes y Dr.C. Juan A. Herrero-Echavarría</i>	45
8	Estimación de aperturas en el dosel por talas selectivas de <i>Pinus maestrensis</i> Bisse en bosques naturales, El Franco, Granma Estimate of openings in canopy for selective cutting of <i>Pinus maestrensis</i> Bisse in natural forests, El Franco, Granma <i>Ing. José L. Figueredo-Fernández, Ing. Ailen Ramírez-Aguilar y M.Sc. Alexey Rosabal-Quintana</i>	53
9	Comportamiento de la calidad fisiológica de las semillas del programa de mejoramiento genético de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret y Golfari Behavior of the physiological quality of the seeds of the genetic improvement program of <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret and Golfari <i>Dr. Arnaldo Álvarez-Brito, M.Sc. Lourdes Sordo-Olivera, Ing. Pablo Echevarría-Caraballo, Téc. Lorenza Martínez-González y Lic. Sandra Herrera-Soler</i>	59
10	Estructura poblacional de <i>Abarema maestrensis</i> (Urb.) Bässler en un fragmento del bosque pluvial montano, La Platica, Parque Nacional Turquino Population structure of <i>Abarema maestrensis</i> (Urb.) Bässler in a fragment of the mountain pluvial forest, Turquino National Park <i>Ing. Alain Puig-Pérez, M.Sc. Ing. Adonis Sosa-López, Ing. José L. Rodríguez-Fonseca e Ing. Isnaudy García-Rodríguez</i>	67
11	Inicios en la propagación por estaquillas de sabina de costa (<i>Juniperus barbadensis</i> L. var. <i>Lucayana</i> (Britton) R. P. Adams) Beginnings in the propagation for cuttings of sabina de costa (<i>Juniperus barbadensis</i> L. var. <i>Lucayana</i> (Britton) R. P. Adams) <i>M.Sc. Miladys Delgado-Méndez, M.Sc. Isael Pérez-Cabrera, M.Sc. Jakeline Carmenates-Basulto, M.Sc. Juan M. Yumar-Pinares e Ing. Julio C. Montero-Rodríguez</i>	73
12	Estado sanitario de la familia Meliaceae depositadas en la Colección Núcleo de Maderas Sanitary status of Meliaceae family deposited in Wood Collection Nucleus <i>Dra. Katia Manzanares-Ayala, Ing. Digna Velázquez-Viera, M.Sc. Gardenis Merlan-Mesa y M.Sc. Magaly Arcia-Chávez</i>	79
13	Especificaciones técnicas para el trasplante a envases de posturas de ratán obtenidas por regeneración natural Technical specifications for the transplant to containers of ratan postures obtained for natural regeneration <i>Ing. Jorge León-Acosta, Ing. Miguel Álvarez-González y Esp. Miguel Betancourt-Riquelme</i>	87
14	Comportamiento de <i>Calamus tetradactylus</i> Hance (ratán) en dos sitios de Baracoa, Guantánamo The performance of <i>Calamus tetradactylus</i> Hance (ratán) at two places of Baracoa, Guantánamo <i>M.Sc. Adela Frómeta-Cobas y Téc. Hermis Silot-Navarro</i>	93

EDITORIAL

El Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida), conformada por cinco acciones estratégicas y once tareas, constituye una propuesta integral, que presenta, tanto una primera identificación de zonas y lugares priorizados, sus afectaciones y las acciones de adaptación a acometer, como las proyecciones futuras para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero de Cuba.

La Revista Forestal Baracoa durante varios años ha mostrado resultados en esta temática por el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, que han dado lugar además a dos libros en los que han sido aunados esfuerzos de otras entidades científicas y universidades del país y extranjeras, el último de ellos dedicado especialmente a la Tarea Vida.

Por ello, comprometo sus páginas con el Plan de Estado, por la importancia que posee para Cuba como parte de la comunidad internacional de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL INAF

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA LA EAF COSTA SUR

IMPACT ASSESSEMENT OF RISING SEA LEVEL AND ESTRATEGY OF ADAPTATION FOR THE ENTERPRISE AGROFORESTRY COSTA SUR

M.Sc. YOLANIS RODRÍGUEZ-GIL¹, DRA.C. ALICIA MERCADET-PORTILLO¹, DR.C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO¹
E ING. JOSÉ L. LÓPEZ²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723, e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba. telef.: 72084767, fax: 72082189, yoly@forestales.co.cu

² Empresa Agro-Forestal Costa Sur. Departamento de Ordenación. Carretera Central, Km 160, Entronque de Fierro, San Cristóbal, Artemisa, Cuba

RESUMEN

La subida del nivel medio del mar (NMM) plantea una grave amenaza a los pequeños estados insulares (PEI), lo que conlleva pérdidas de los bosques, de importantes hábitats y a las economías de cada región. El patrimonio costero de la Empresa Agro-Forestal Costa Sur, provincia de Artemisa, ha sido sometido a una evaluación del impacto del aumento del nivel medio del mar, y fue evaluado con el escenario de emisiones A1C para una sensibilidad climática alta (4,2 °C), con las proyecciones de aumento del NMM para Cuba en 2050 y 2100 y por los resultados presentados por la Agencia de Medio Ambiente (AMA). Los bosques de la empresa constituyen un recurso vulnerable ante el incremento del NMM, lo que implica que se pierda más de la mitad de su patrimonio costero para 2100, tanto en superficie como en volumen maderable. Para ello se propone un plan de medidas de adaptación.

Palabras claves: Impactos, adaptación, cambio climático, medidas.

INTRODUCCIÓN

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2008), el cambio climático y la subida del nivel medio del mar plantean una grave amenaza a los PEI que existen en las regiones de los Océanos Pacífico, Índico y Atlántico, así como en los Mares Caribe y Mediterráneo. Una exposición extrema a los desastres naturales tales como inundaciones, huracanes, sequías, deslizamientos de tierra y

ABSTRACT

Sea level rising suggest one grave threat to the small insular state, with losing of forest and important habitat, as well as economics of each region. The costal line heritage of the Costa Sur Agro forestry Enterprise, Artemisa province has been submitted to impact assessment of rising sea level. The impact expecting due to rising of sea level with the model A1C for climatic sensory high (4,2 °C) was evaluated, according to projection of rising sea level for Cuba in the years 2050 y 2100 as well as for results given by the Environment Agency. The forest of Costa Sur Agroforestry Enterprise, are made of exposed resource to the rising sea level which involves that more than half of its costal heritage for 2010 can be lost both, the superficial affected and the wood volume. Finale one measure adaptation plan is proposed.

Key words: Impacts, adaptation, climate change, measure.

terremotos deja a estos países en una situación extremadamente vulnerable (PNUD, 2015).

Cuba no está exenta a estas amenazas, dada su condición de insularidad; el ascenso del nivel medio del mar ha sido identificado como la principal amenaza del cambio climático, por lo cual se han considerado las zonas costeras como las más vulnerables al cambio climático global y

los ecosistemas de manglares como uno de los de mayor vulnerabilidad (Mitrani *et al.*, 2010).

La subida proyectada del nivel medio del mar durante los próximos 100 años, de conjunto con un mayor desarrollo costero, tendrá impactos negativos sobre los litorales. Durante el último siglo el nivel medio del mar ha crecido 20 cm, según se desprende de los escenarios del IPCC (2001); el nivel podría incrementar entre 10 y 90 cm para 2100. El propio panel (IPCC, 2007) presentó las nuevas evidencias y modelos del clima, en el cual se estimó un aumento de 0,3 a 0,8 m para 2100. De acuerdo a datos de la estación mareográfica de Siboney, en La Habana, en los últimos 40 años ascendió el nivel medio del mar en el país, con una tasa de 0,191 cm/año (Hernández *et al.*, 2005).

Esto, a su vez, incrementará la vulnerabilidad del medio ambiente costero al reducir la resistencia de las barreras naturales y aumentar el costo de la adaptación. Dado que la gravedad habrá de variar a nivel regional, el problema más grave para algunos de estos Estados será determinar si tendrán, dentro de sus propias fronteras nacionales, capacidad para adaptarse a la subida del nivel medio del mar.

Diversos estudios realizados en el marco de la Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático han reiterado los impactos que ya vienen registrándose en el país, y en especial en su patrimonio forestal (Planos y col. 2012)

como consecuencia del aumento del nivel medio del mar.

Aunque en la literatura las predicciones de escenarios del manglar, a partir de las afectaciones por el aumento del nivel medio del mar son muy controvertidas (Hernández *et al.*, 2005), la capacidad de adaptarse a las condiciones cambiantes que generalmente presentan las costas es una evidencia de la resiliencia que caracteriza al ecosistema de manglar.

Este conjunto de argumentos sugirió plantearse como objetivo del trabajo la evaluación del aumento del nivel medio del mar como consecuencia del cambio climático en el patrimonio de la Empresa Agro-Forestal Costa Sur, provincia de Artemisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Agro-Forestal Costa Sur está ubicada en la provincia de Artemisa, en el municipio de San Cristóbal. La provincia limita geográficamente al norte con el Golfo de México, al sur con el Mar Caribe, al noreste con la provincia de La Habana, al sureste con la provincia de Mayabeque y al oeste con la provincia de Pinar del Río (Fig. 1). La misma está constituida por cinco unidades silvícolas: Artemisa (municipios de Artemisa, Mariel, Alquizar y Guanajay), Bahía Honda, Candelaria, San Cristóbal y San Antonio (municipios de San Antonio, Güira de Melena, Bauta y Caimito) (Jiménez, 2012).

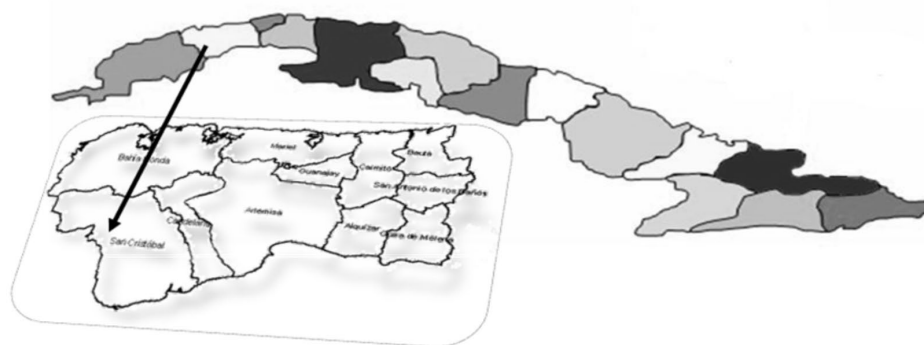


Figura 1. Ubicación de la provincia donde está insertada la EAF Costa Sur.

Según el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH, 2012), la precipitación media anual

de la provincia es de 138 mm, con un promedio de la mínima de 0,55 mm y una máxima de

590,3 mm, mientras que el Instituto de Meteorología (INSMET, 2010) ha reportado que la temperatura media anual de la provincia es de 25,2 °C, la media máxima anual es de 29,9 °C, variando entre 34,0 °C (Güira de Melena) y 33,1 °C (Bahía Honda), mientras que la temperatura media mínima anual es de 20,5 °C, variando entre 14,1 °C (Bahía Honda) y 10,4 °C (Güira de Melena). La humedad relativa media anual es de 78 %, variando entre 89 % (Güira de Melena) y 67 % (Bahía Honda); la velocidad media anual de los vientos de 7,6 km/h, variando entre 4,5 km/h (Güira de Melena) y 9,5 km/h (Bahía Honda).

A partir de la nueva estructuración político-administrativa, la provincia de Artemisa adquiere una mayor dimensión en el patrimonio forestal. Al término de 2013 comprendía 81 Mha (ONEI, 2014). En estos momentos cuenta con 16 148,99 ha de bosques naturales y plantaciones establecidas, cubriendo los litorales, con un volumen de 1 373 168,08 m³.

El patrimonio forestal está compuesto en su mayoría por bosques naturales (Bisse, 1988),

ocupando 15 706,61 ha con las formaciones manglar, semideciduo sobre suelos calizos, semideciduo sobre suelos de mal drenaje, semideciduo sobre suelos ácidos y en menor cuantía por plantaciones establecidas que cubren 442,38 ha. Dentro de las categorías de bosques naturales se cuenta con bosques protectores de agua y suelo, bosques protectores del litoral y bosques protectores de flora y fauna (Dpto. Técnico EAF Costa Sur, 2015).

Para la evaluación de los impactos del aumento del NMM, se evaluaron las cinco unidades silvícolas y los municipios costeros, excepto Guanajay y San Antonio por no tener incidencias en las costas.

Los impactos esperables por el aumento del NMM fue evaluado con el escenario de emisiones A1C (IPCC, 2001) para una sensibilidad climática alta (4,2 °C), con las proyecciones de aumento del NMM para Cuba en 2050 y 2100 (Modelo MAGICC/SCENGEN, versión 4.1; IPCC, 2001), según lo reportado por Salas (2008) y por los resultados presentados por la Agencia de Medio Ambiente (AMA) en el macroproyecto (AMA, 2010) (*Fig. 2*).



Figura 2. Resultados del aumento del NMM en 2050 y 2100 (AMA, 2010).

En el caso de la pérdida de bosques costeros por aumento del nivel del mar, el cálculo de las emisiones de CO₂ esperables fue realizado repartiendo proporcionalmente el área y volumen en pie reportado para el lote según su composición de especies, asignando a la especie principal el doble que al resto.

El cálculo del carbono existente en la biomasa del bosque se realizó para cada lote del patrimonio de la empresa, convirtiendo el volumen de fuste en biomasa de fuste con el empleo de la densidad básica promedio, estimada a partir de las especies reportadas en cada lote por el proyecto de ordenación.

A partir de la biomasa de fuste por unidad de superficie fue calculado el factor de expansión de la biomasa y con él la biomasa aérea, a la que se añadió un tercio de su valor para obtener la biomasa total del lote (Mercadet y Álvarez, 2009).

Para el cálculo del contenido de carbono fue empleado como coeficiente 0,4688 (Mercadet *et al.*, 2005) y para su conversión en CO₂, el factor 44/12 (IPCC, 2006).

Para determinar las afectaciones de cada lote se utilizó el criterio de categoría de intensidad de afectación por Álvarez (2015), el cual solo se adecuó de acuerdo al estimado visual (Tabla 1).

Tabla 1. Criterio de intensidad de afectación

<i>Categorías</i>	<i>Rango de afectación (%)</i>
Leve	≤ 30
Moderada	31-79
Fuerte	80-100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Impacto por el aumento del NMM

El análisis cualitativo del aumento del NMM obtuvo los resultados presentados en las Figs. 3 y 4.



Figura 3. Distribución de los lotes de las diferentes Unidades Silvícolas de la EAF Costa Sur.

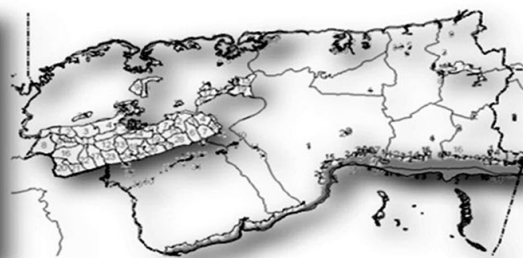


Figura 4. Impacto del aumento del NMM en 2050 (Primera línea) y en 2100 (Segunda línea).

De cumplirse los escenarios empleados, la mayor parte de la superficie y existencias de madera hoy existentes en los lotes costeros de la provincia quedarán cubiertos por el mar a lo largo del presente siglo, con mayor afectación en la costa sur y los bosques costeros; el aumento esperable del NMM representará para la EAF Costa Sur la pérdida por inundación de una superficie estimada en 2632,89 ha de su patrimonio para 2050 y, para 2100 se perderían 7257,31 ha, lo que conlleva a su vez la muerte de los bosques existentes, equivalentes a la pérdida de 228 010,16 m³ de madera para 2050, teniendo un incremento en la pérdida de estos bosques de 612 889,37 m³ para 2100. Tanto en superficie como en volumen, el 61,23 % del patrimonio costero está cubierto por bosques naturales y plantaciones, los cuales se verían afectados por tal impacto.

Según resultados obtenidos en la costa sur de la provincia de Mayabeque, el delta del río Cauto en Granma y la Ciénaga de Zapata en Matanzas, (Álvarez *et al.*, 2010; Álvarez, 2015; Ortiz, 2008),

por solo citar algunos, se han evidenciado la pérdida de áreas no solo con vocación forestal y agropecuaria, sino también de aquellas destinadas a los asentamientos humanos, infraestructura de recreación, la economía como puentes, carreteras, puertos, entre otros. Álvarez (2015) reporta que en la EFI Las Tunas, se afectarán 8188 ha y 19 802 ha para 2050 y 2100, respectivamente, perdiéndose por tal causa aproximadamente 299 704,24 m³ de madera en 2050 y 792 545,80 m³ en 2100.

Tomando en cuenta los resultados se puede decir que se pierde o se desplazarían mayormente las áreas categorizadas como protectoras del litoral dentro de la formación manglar, coincidiendo además con lo señalado por Mitrani *et al.* (2000), citado por Álvarez (2015), quien para Cuba señaló a las zonas costeras como las más vulnerables al cambio climático, apuntando a los manglares como uno de los ecosistemas de mayor vulnerabilidad.

Por otra parte, si las existencias de madera hoy presente en el patrimonio costero de la empresa

no llegaran a ser aprovechadas en función de los resultados del monitoreo de la penetración del mar, en adición a las pérdidas materiales y económicas que ello generaría, se produciría la paulatina descomposición de toda la bioma-

sa que incluye esos recursos forestales, con la consiguiente emisión de 1 713 816,00 t de CO₂ en 2050 y 4 606 844,00 en 2100, cuestión que revertiría la particularidad de ser bosques sumideros a emisores.

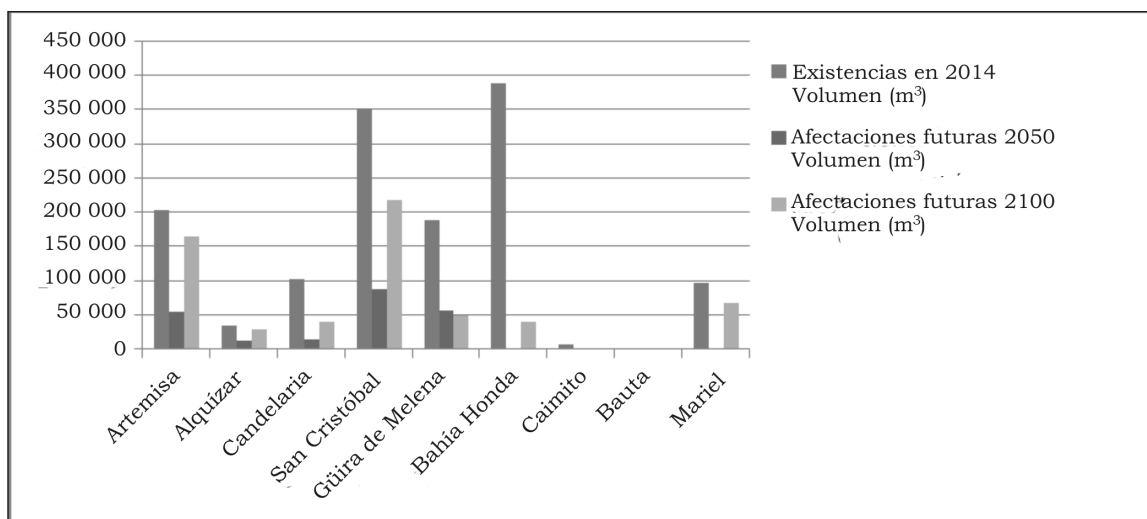


Figura 5. Valoración de las afectaciones al volumen de madera en pie para 2050 y 2100 por municipios.

Teniendo en cuenta estas afectaciones por municipios (Fig. 5), de acuerdo al volumen de madera en pie existente, se evidencia las mayores afectaciones para 2050 y 2100 en los municipios de Artemisa, Alquizar, San Cristóbal, Güira de Melena (municipios ubicados al sur de la provincia), y para 2100 el municipio de Mariel (al norte) se vería afectada prácticamente en su totalidad su cobertura boscosa, cuestión que desde el punto de vista de protección de las costas implica que se encuentren desprotegidos ante fenómenos hidrometeorológicos y a su vez traería consecuencias desfavorables a la economía del país, y por ende se afectaría la propia empresa, ya que su cobertura se vería reducida.

En la Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), (PNUD, 2015), refiere que los ecosistemas costeros son extremadamente sensibles: en ellos, los factores morfológicos y la altura sobre el nivel del mar son claves para conocer el efecto de ciertos eventos hidrometeorológicos, en particular la penetración del mar por oleaje y vientos llamados sures, provocando la sobreelevación del nivel del mar, con la consiguiente afectación a los asentamientos humanos y cultivos situados en las zonas más bajas.

Producto de lo previsto para los escenarios contemplados (Fig. 6), las unidades silvícolas (US) que mayor pérdida del patrimonio tendrían son las de Artemisa y San Cristóbal. Para 2100 ambas pierden prácticamente todo su patrimonio; ya en menor medida se verían afectadas las de Candelaria y San Antonio, de acuerdo a que su volumen existente no representa una gran pérdida para la empresa, y la de Bahía Honda no implica pérdidas a la empresa, ya que su volumen de madera en pie es superior a la mínima afectación del patrimonio para 2100.

Es importante tener en cuenta que la unidad silvícola San Antonio, aunque no represente una gran pérdida económica desde el punto de vista de madera en pie, pero sí acarrearía grandes pérdidas ambientales, ya que esta cobertura boscosa existente, al perderse o trasladarse de área, favorecería la intrusión salina, afectando en gran medida el acuífero subterráneo el cual se encuentra interconectado con la cuenca sur que abastece de agua potable al propio municipio de la provincia y a la capital, así como de agua para riego de los cultivos, ya que los municipios colindantes son altos productores agrícolas, los cuales también abastecen a la capital de tales productos.

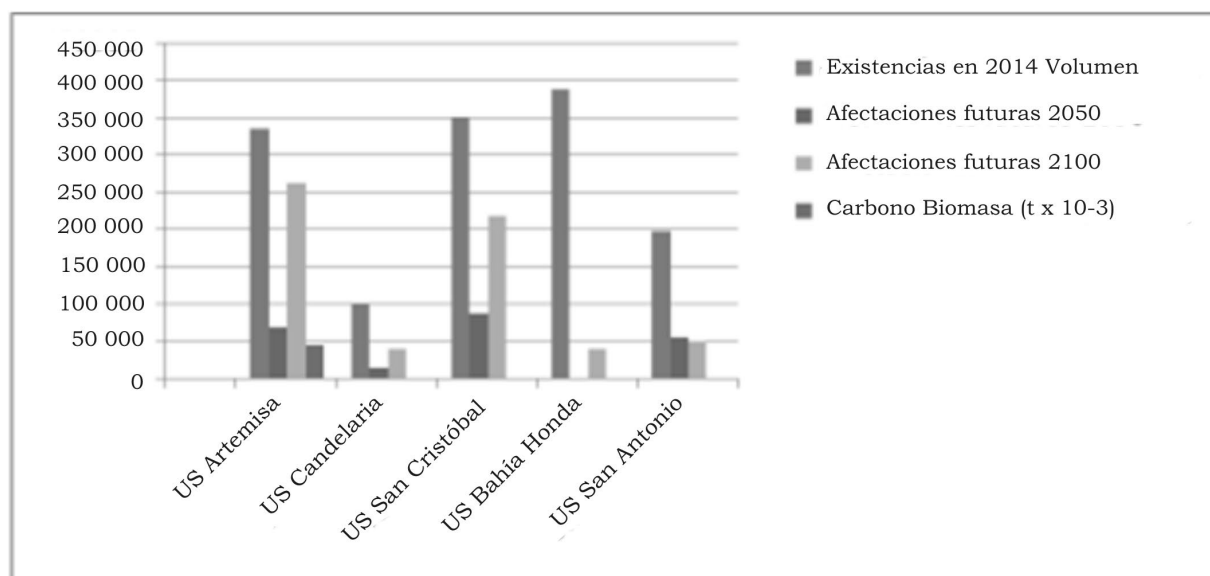
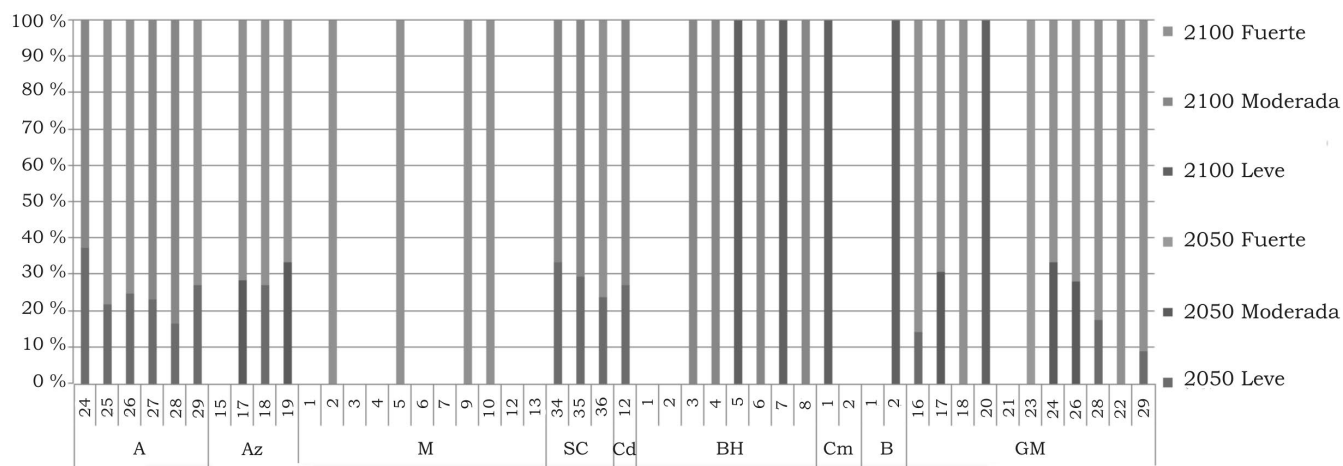


Figura 6. Valoración de las afectaciones al volumen de madera en pie para 2050 y 2100 por unidad silvícola.

En cuanto a la biomasa descompuesta producto de estas afectaciones, la unidad silvícola Artemisa es la que mayor emisión de carbono a la atmósfera emitiría ($45\,394,826\text{ t} \cdot 10^{-3}$); por tanto, es una unidad que requiere de prestar mayor atención a los resultados obtenidos.

En la evaluación realizada a cada lote (Fig. 7) de la empresa, se concluyó que tendría una afectación total para 2050, el lote 23 del municipio de Güira de Melena, el cual se perdería completamente por el incremento NMM. En 2100 se afectarían moderadamente los lotes 25,

26 y 29 de Artemisa; 17, 18 y 19 de Alquizar; 36 de San Cristóbal; 16, 17, 18, 24, 26, 28 y 29 de Güira de Melena. En el caso de los lotes del municipio de Mariel y el 18 y 22 de Güira de Melena, sufrirían afectaciones totales para 2100. Como se muestra en el gráfico, existen lotes que desde un inicio se perderían completamente en 2050, otros se afectarían leve o moderadamente en este periodo, pasando a ser afectados fuertemente para 2100, por lo que es de interés analizar la serie de lotes que se afectarían por este impacto.



A: Artemisa, Az: Alquizar, M: Mariel, SC: San Cristóbal, Cd: Candelaria, BH: Bahía Honda, Cm: Caimito, B: Bauta, GM: Güira de Melena.

Figura 7. Intensidad de afectación por aumento del NMM de cada lote de la EAF Costa Sur.

b) Medidas de adaptación

La única barrera terrestre natural con que cuentan los pequeños Estados insulares para atenuar en magnitud y dilatar en tiempo los efectos negativos del aumento del nivel del mar y sus consecuencias en la intrusión salina, son los bosques destinados a la protección del litoral, y en la medida en que aumente la reforestación de sus áreas, mayor será la disminución de estos impactos. Debido a lo expuesto se impone la necesidad como primera acción de adaptación:

- Suspensión del aprovechamiento de los recursos maderables presentes en el ecosistema manglar según la moratoria establecida por la Dirección Forestal del MINAG. Esta formación tiene la finalidad de proteger la costa contra la erosión marina.
- Aprovechar los recursos maderables existentes en las superficies posterior al manglar en función de los resultados del monitoreo de la penetración del mar, pues en esas áreas las emisiones netas de GEI serán prácticamente inevitables, ya que por una parte esas áreas nunca podrán volver a ser reforestadas por quedar bajo el mar, y por otra la reforestación de áreas posteriores a ellas tierra adentro significaría una conversión de áreas agropecuarias en áreas forestales, con la consiguiente disminución de la producción de alimentos, decisión que está fuera del alcance de la empresa.
- La empresa disponga de un proyecto de ordenación forestal con la flexibilidad suficiente para poder incluir en él, a partir de la actualización de su dinámica y de conjunto con las instituciones científicas de la provincia, las modificaciones que ocurran sobre la situación costera, con vistas a la inclusión de las decisiones oportunas en el plan productivo que la entidad prepare para el año próximo.

Es importante que la entidad tome en consideración las medidas de adaptación propuestas y se implemente para así disminuir la magnitud del impacto, dilatarla en tiempo o combinarla y asuma una posición proactiva ante este impacto ambiental, lo cual le permite prepararse para, aun bajo esas condiciones, continuar cumpliendo la misión social que le fuera asignada por el Estado.

CONCLUSIONES

- Los bosques de la Empresa Agro-Forestal Costa Sur constituyen un recurso vulnerable ante el incremento del nivel medio del mar, lo que implica que se pierda más de la mitad de su patrimonio costero para 2100, tanto en superficie afectada como en volumen maderable.
- Debido al impacto previsto en el patrimonio forestal costero de la empresa, para 2050 se emitirían a la atmósfera 1713 Mt de CO₂, triplicándose estas emisiones para 2100, siendo la unidad silvícola Artemisa la mayor emisora.
- Los municipios más afectados por el aumento del nivel medio del mar serán los ubicados en la costa sur de la provincia de Artemisa, teniendo su mayor afectación las unidades silvícolas de Artemisa y San Cristóbal, donde se pierde más del 90 % de su patrimonio costero.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Medio Ambiente (AMA). 2010. Resultados del macroproyecto Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2100) al término del año 2009. CITMA.
- Álvarez, A., Jiménez, F., Mercadet, A. 2010. Impacto del aumento del nivel del mar durante el siglo XXI sobre el patrimonio de la EFI Mayabeque en la costa sur de La Habana, Subproy. 11.69.02 "Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación", Proy. 11.69, Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, Subsector Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana. 25 p.
- Álvarez, Y. 2015. Evaluación de los impactos asociados al cambio climático y estrategia de adaptación para la Empresa Forestal Integral Las Tunas. Informe Técnico. 13 p.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnica. Cuba. 384 p.
- Departamento Técnico Empresa Agro Forestal Costa Sur. 2015. Comunicación personal.
- Hernández, M. *et al.* 2005. "Estimación de la tasa de incremento del nivel medio del mar a partir de mediciones directas y evaluación de su impacto en el Golfo de Batabanó y en la Península de Zapata", Primera Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias: 1-24. CD-ROM.
- IPCC. 2001. Special Report on Emissions Scenarios. IPCC WGIII. 35 p.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. Vol. IV: Agriculture, Forest and Other Land Uses.
- IPCC. 2007. Climate Changes 2007. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working

- Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO/UNEP. p.18.
- IPCC. 2008. Reporte Especial sobre las Vulnerabilidades de los Pequeños Estados Insulares. IPCC WGII. 80 p.
- Instituto Nacional Recursos Hidráulicos (INRH). 2012. Boletín Hidrológico enero-diciembre. Dirección de Cuencas Hidrográficas. Lluvias mensuales y acumuladas de los municipios de Bahía Honda, Güira de Melena y La Palma para el período 1970-2010.
- Instituto de Meteorología (INSMET). 2010. Base de datos meteorológicos para el período 1980-2008. Estaciones de Bahía Honda, Güira de Melena, Bauta y La Palma.
- Jiménez, F. 2012. Distribución de los lotes costeros de la EAF Costa Sur. Departamento. Ordenación Forestal, Dirección Nacional Forestal.
- Mercadet, A., Álvarez, A. 2005. Informe final del Subproyecto 11.25.03 "Metodología para establecer la línea base de carbono en las Empresas Forestales Cubanas". Proyecto 11.25. El cambio climático y el sector forestal cubano: Segunda aproximación. Instituto de Investigaciones Forestales. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 26.
- Mercadet, A., Álvarez, A. 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba. En: Ortega, F., L. Fernández y A. Volpedo. Efecto de los cambios globales sobre el ciclo del carbono. RED CYTED 406RT0285. Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica. p. 107-118.
- Mitrani, I. *et al.* 2010. "Las penetraciones del mar en las costas de Cuba, las zonas más expuestas y su sensibilidad al cambio climático". Informe de resultado científico INSMET-IPF, La Habana, 2000; Hernández (et. al.), 2005, ob. cit.; Menéndez, L., J.M. Guzmán: "Los bosques de mangles del archipiélago cubano, caracterización, distribución y relación con el Cambio Climático", p.: 90-107, en A.C. Hernández-Zanuy y P.M. Alcolado (eds.): "La biodiversidad en Ecosistemas marinos y costeros del litoral de Iberoamérica y el cambio climático I", Memorias del Primer Taller de la RED CYTED BIODIVMAR: 410RT0396.
- Ortiz, O. *et al.* 2008. Evaluación de impactos y estrategia de adaptación para la Empresa Forestal Integral "Victoria de Giron", provincia Matanzas. Informe de Resultado. Subproyecto 11.69.02 Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación; proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal. Instituto Investigaciones Forestales, La Habana. 11p.
- ONEI. 2014. Boletín sobre superficie de bosques por provincias. La Habana. p. 21.
- Planos, E. y col. 2012. Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. La Habana. INSMET. 426 p.
- PNUD. 2015. Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). República de Cuba. p. 43, 48, 118 y 120. Consultado en <http://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/ourwork/SIDS.html>
- Salas, L. 2008. Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerado los cambios climáticos. En: Memorias del Taller Cambios Globales y Medio Ambiente: Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo. La Habana, Cuba.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Yolanis Rodríguez Gil

Ingeniera Agrónoma, Máster en Geografía, Medio Ambiente, Ordenación Territorial en la mención de Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, investiga temas relacionados al Manejo de Cuencas, Hidrología Forestal, Estudios de Impactos y Emisiones de Cambio Climático, de Medio Ambiente. Ha impartido conferencias y asesoramientos a personal técnico, especialistas en la Agricultura Urbana y al sistema empresarial agroforestal y personal del INAF. Tiene la responsabilidad de la actividad de Gestión Ambiental del INAF. Obtuvo Premios Organismos en 2010, 2012, 2013 y 2014. Premio Academia del CITMA, 2013. Como colaboradora de un resultado, obtuvo el Premio Gaspar Jorge García Galló, 2013, perteneciente a la Universidad Central Marta Abreu, de las Villas. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR SOBRE LOS MANGLARES DE LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY PARA 2050 Y 2100

IMPACT OF SEA LEVEL RISE ON THE MANGROVE FORESTS IN CAMAGÜEY PROVINCE FOR 2050 AND 2100

M.Sc. LORGE ACOSTA-BROCHE

Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz,
Camagüey, Cuba, lorge.acosta@reduc.edu.cu

RESUMEN

Se realizó la evaluación de los posibles impactos del aumento del nivel medio del mar (ANMM) sobre los rodales de manglar que forman parte del patrimonio forestal de la provincia de Camagüey. Se utilizó el sistema de información geográfica ArcView GIS 3.2, contrastando los mapas de ordenación (1984-2007) de la EFIC, de ANMM según el escenario de emisiones A1C para 2050 y 2100 y la división político-administrativa de la provincia. Las mayores afectaciones por inundación permanente hacia 2100 podrán ascender a 43 627,3 ha, y 1 342 467,7 m³ de madera en pie, siendo de mayor magnitud en la costa sur y específicamente en el municipio de Vertientes (18 771,88 ha y 414 228,8 m³). Se espera que el ANMM provoque la pérdida de condiciones de vida para las formaciones vegetales y áreas agrícolas que hoy se establecen detrás de la línea del manglar.

Palabras clave: Cambio climático, nivel del mar, manglares.

ABSTRACT

The assesment of the possible impacts of the sea level rise (SLR) on the mangroves cohorts in the coastals of Camagüey was carried out, using the geographical information system ArcView® GIS 3.2 contrasting the ordination maps (1984-2007) of the EFIC, of SLR according to the scenario of emissions A1C for the years 2050 and 2100 and the politician division of the province. The biggest affectations for permanent flood toward 2100, will be able to ascend at 43 627,3 ha and 1 342 467,7 wood m³. It is expected that the SLR causes the loss of conditions of life for the vegetable formations and agricultural areas that today settles down behind the line of the mangroves.

Key words: Climate change, sea level rise, mangroves

INTRODUCCIÓN

El desarrollo socioeconómico de la humanidad en los últimos 150 años ha devenido en un acelerado proceso de deterioro ambiental. La emisión de gases producto de la quema de hidrocarburos, la deforestación, el cambio de uso del suelo, entre otras, ha provocado que la atmósfera, progresivamente, se torne más caliente debido al reforzamiento del efecto invernadero.

Conforme a Centella *et al.* (2001) en escalas prolongadas de tiempo (décadas o más), existe un balance entre la energía entrante y saliente. Esto significa que la temperatura del sistema tierra-atmósfera permanece aproximadamente constante en esas escalas temporales. Si este balance es alterado, entonces el sistema responde al forzamiento radiactivo e intenta restablecer el balance cambiando su temperatura.

Esta respuesta al forzamiento radiactivo ha dado lugar a lo que el IPCC (2001) define como cambio climático. En sus palabras, se trata de variaciones estadísticamente significativas en el estado medio del clima que pueden deberse a procesos naturales internos o a forzamientos externos y que persisten por un período extendido.

El efecto más notable del aumento de la temperatura global para los pequeños Estados insulares como Cuba lo constituye el ANMM, que se estima tendrá serias implicaciones. Este proceso puede describirse como la suma del cambio global medio, debido a la expansión térmica de los océanos y la adición de masa por la fusión de los glaciares, y las desviaciones locales de esa media provocadas por las corrientes, los vientos, la fuerza de gravedad y el reajuste de la superficie oceánica (The World Bank, 2012).

En el caso de Cuba, según AMA (2010) este fenómeno, si no el único, es la principal amenaza del cambio climático, y hasta el momento implica la disminución gradual de la superficie emergida en zonas bajas en 2,31 % para 2050 y 5,44 % a fines del siglo.

Precisamente el impacto del ANMM ha sido el más estudiado en el sector forestal cubano, destacándose los resultados de Álvarez *et al.* (2011), Ortiz *et al.* (2008), Caballero (2010), Álvarez y Álvarez (2011). En todos estos casos se hace alusión a la pérdida de la totalidad de las áreas presumiblemente inundadas en cada escenario.

Los trabajos sobre impactos del ANMM en la provincia de Camagüey se han concentrado mayormente en los estudios de peligro vulnerabilidad y riesgos (AMA, 2010). En el caso de los bosques, el citado proyecto analizó solamente a los manglares como formación forestal sin detallar los impactos por especies.

En este trabajo se aborda el problema con una mayor profundidad, analizando las áreas donde predomina alguna de las cuatro especies de mangles en los municipios de Esmeralda, Sierra de Cubitas y Nuevitas (en la costa norte), y Florida, Vertientes y Santa Cruz del Sur (en la costa sur). El análisis incluye la determinación del área afectada para cada especie, el volumen de madera en pie para la formación manglar y

la confección de mapas de afectaciones en cada municipio y escenario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la confección de los mapas de afectaciones a los manglares por ANMM en cada municipio se utilizó el sistema de información geográfica ArcView GIS 3.2 y los mapas correspondientes a la división político-administrativa actual facilitado por la Dirección Provincial de Planificación Física, aumento del nivel medio del mar para 2050 y 2100, según AMA, 2010, calculado de acuerdo al escenario de emisiones SRES A1C (IPCC, 2001), proyecto de ordenación (1984-2007) EFIC.

La clasificación de los rodales para la confección de los mapas se realizó utilizando el campo composición de la base de datos del proyecto de ordenación. El área de cada rodal se calculó utilizando la herramienta Patch/Spatial Statistics del ArcView GIS 3.2, y el área total de cada especie por rodal se calculó multiplicando el área del rodal por sus respectivos porcentajes en la composición, asumiendo que todos los árboles son de iguales dimensiones. El volumen se calculó solo para 2100, debido a la falta de datos para estimar el subtotal hacia 2050. Para identificar las especies se utilizaron las siglas siguientes:

An. *Avicenia germinans* (L.) L., mangle prieto; Rm. *Rizophora mangle* L., mangle rojo; Lr. *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., patabán; Ce. *Conocarpus erectus* L.; Cr. *Coccoloba retusa*, hicaquillo; Cht. *Chlorophora tinctoria*, fustete; Ch. *Copaifera hymenaeifolia*, caguairán; Mt. *Metopium toxiferum*, guao de costa; Bc. *Buchenavia capitata*, júcaro amarillo; Gl. *Gymnanthes lucida*, yaiti; Lb. *Lysiloma bahamensis*, soplillo; Ll. *Lysiloma latisiliqua*, sabicú; Be. *Brya ebenus*, granadillo; Ppi. *Piscidia piscipula*, guamá candelón; Bb. *Bucida buceras*, júcaro; Cre. *Colubrina reclinata*, carbonero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se resumen las afectaciones por ANMM sobre los manglares en la provincia, que ascienden en total a 29 639,6 ha para 2050 y 43 627,3 ha, y 1 342 467,7 m³ de madera en

pie hacia 2100. Como es de esperar, el 63,4 % del área corresponde a *A. germinans*, y solo el 1,8 % a *L. racemosa*, debido a que son estas las especies más y menos abundantes de forma general en los manglares cubanos (Menéndez y Guzmán, 2006).

La *Tabla 2* muestra el volumen de madera en pie que contiene actualmente el área presumiblemente inundada para 2100 en cada municipio.

Tabla 1. Afectaciones a las especies de mangle debido al ANMM según el escenario de emisiones SRES A1C en la provincia de Camagüey para 2050 y 2100

Escenario	Hectáreas por especie			
	An	Rm	Lr	Ce
Hasta 2050	20 509,3	6166,7	340,4	2623,2
2050-2100	7159,1	2642,8	446,5	3739,4
Total	27 668,4	8809,5	786,9	6362,6

Tabla 2. Volumen de madera en pie con el área de manglares inundada para 2100 en cada municipio debido al ANMM según el escenario de emisiones SRES A1C en la provincia de Camagüey

Municipio	Metros cúbicos de madera en pie
Esmeralda	376 447,6
Sierra de Cubitas	28 368,3
Nuevitas	87 845,9
Florida	245 341,1
Vertientes	414 228,8
Santa Cruz del Sur	190 235,9
Total	1 342 467,7

Por su parte, en la *Fig. 1* se muestra la progresión de las afectaciones, siendo mayores hasta 2050 para *A. germinans* y *R. mangley*, de ahí a 2100 para *L. racemosa* y *C. erecta*, hecho este relacionado directamente con la zonación de las especies en el perfil mar-tierra firme.

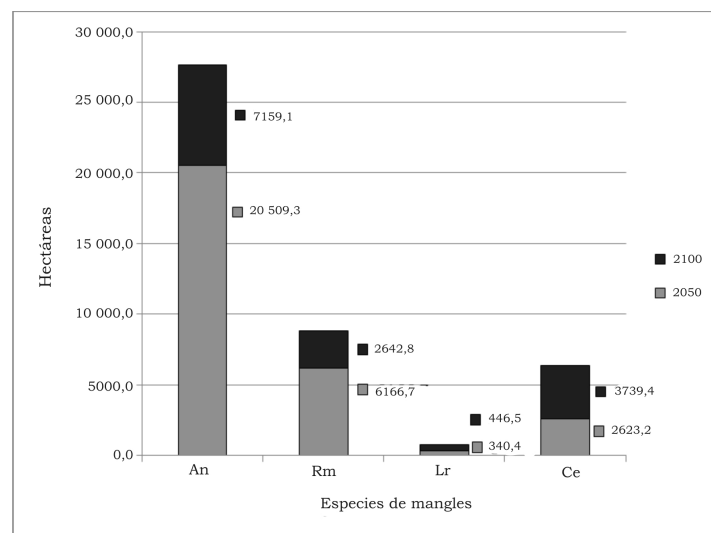


Figura 1. Progresión de las afectaciones a las especies de mangle debido a ANMM según el escenario de emisiones SRES A1C en la provincia de Camagüey.

Cuando se analizan las afectaciones a nivel de costas, se observa claramente para ambos escenarios (*Figs. 2 y 3*), que las mayores se localizan en la costa sur de la provincia, en correspondencia con la mayor extensión de la formación manglar (DNF, 2011) y la menor pendiente en esta región.

En cuanto a los totales municipales (*Tabla 3*), se destaca Vertientes con 18 771,88 ha sumergidas hacia 2100, de ellas el 72,4 % de manglares,

en oposición a Sierra de Cubitas con 365,71 ha presumiblemente inundadas para finales de siglo, y un 78,5 % de ellas cubiertas por manglares. Las afectaciones en cada municipio se ilustran en las *Figs. 4-15*, y su expresión cuantitativa se detalla en las *Tablas 4-9*. Debe señalarse que en el municipio de Minas el proyecto de ordenación no refleja rodales en la zona costera, por lo que no pudo realizarse el análisis.

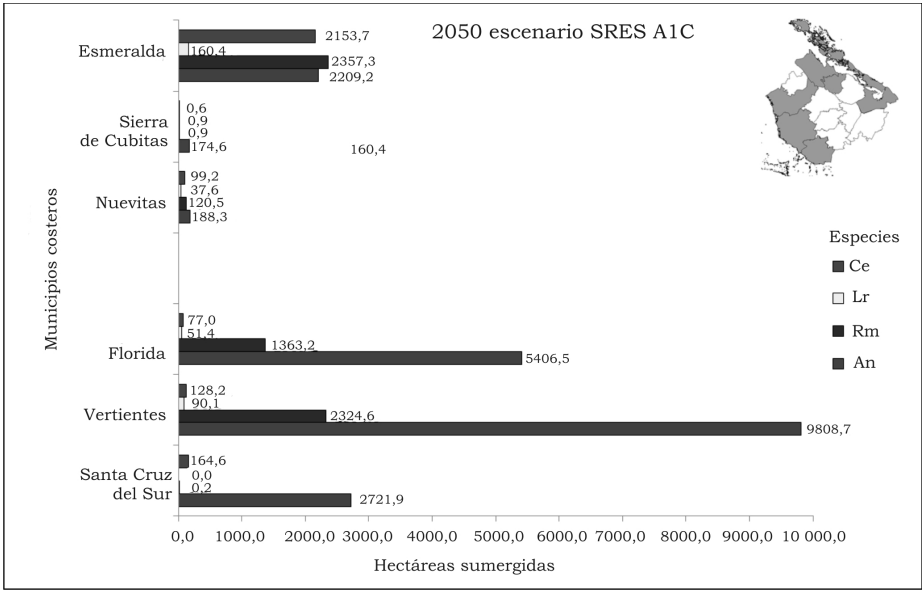


Figura 2. Afectaciones a las especies de mangle debido al ANMM según el escenario de emisiones SRES A1C en ambas costas para 2050.

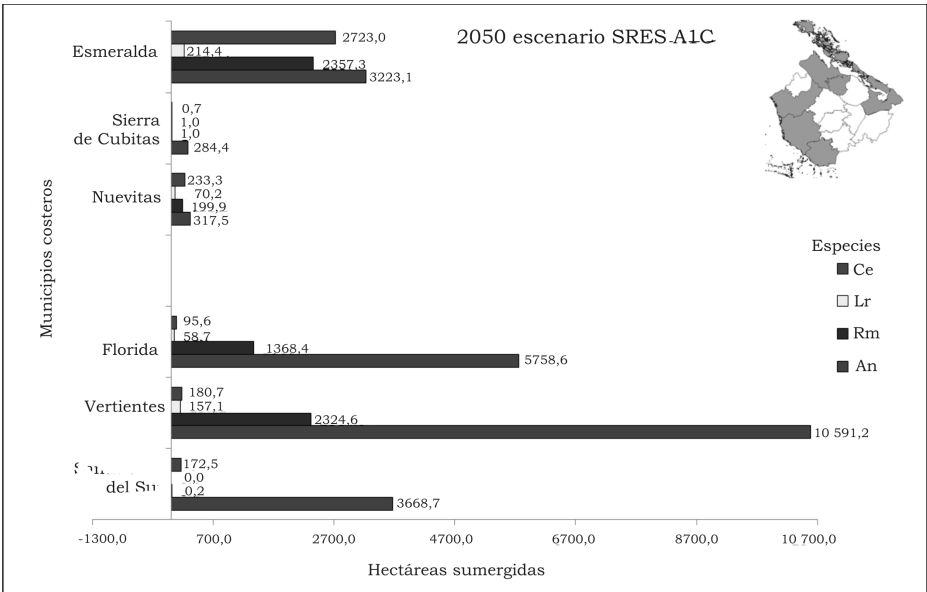


Figura 3. Afectaciones a las especies de mangle debido al ANMM según el escenario de emisiones SRES A1C en ambas costas para 2100.

La dominancia de las especies también se muestra variable en ambas costas, siendo *A. germinans* totalmente dominante hacia la región sur, mientras que el norte *R. mangle*, *C. erectus* y *A. germinans* dominan los rodales en proporciones más o menos iguales.

De los trabajos previos sobre el impacto del ANMM sobre los bosques costeros, solo el de

Caballero (2010) brinda información detallada de las afectaciones por especies y escenarios, de ahí que existen pocos datos con los que contrastar. No obstante los resultados aquí obtenidos, son consistentes en cuanto a la importancia relativa de cada especie de mangle dentro de su ecosistema. Igualmente, en el trabajo citado son *A. germinans* y *R. mangle* las especies

más afectadas, debido fundamentalmente a su abundancia y ubicación espacial, aunque destaca la diferencia en cuanto a *L. racemosa*, al parecer mucho más frecuente en los manglares de Villa Clara, debido a que el área de la especie afectada allí hacia 2085 (3256,68 ha) es cuatro veces superior a la reportada para Camagüey en 2100 (786,9 ha).

El futuro de la formación manglar

Debido a la incertidumbre existente aún sobre la respuesta adaptativa de los manglares ante el ANMM, proponer medidas de adaptación es significativamente riesgoso.

Está claro que la causa más probable que determina la vulnerabilidad del manglar ante este fenómeno es la relación entre la elevación de la superficie del suelo del bosque (ESB) y el aumento del nivel del mar (Cahoon and Hensel, 2006; Cahoon *et al.*, 2006; Gilman *et al.*, 2007b en Gilman *et al.*, 2008), de modo que si ESB es mayor o igual que ANMM, el manglar persiste. Las evidencias históricas demuestran que la elevación de la superficie de los manglares ha ido a la par del ANMM por miles de años en algunos lugares como los *Twin Cays*, en Belice, *Hungry Bay*, en Bermuda y *Mary River* en Australia, oscilando las tasas de elevación de la superficie entre 1 y 10 mm/año (McIvor *et al.*, 2013). De otra parte, si ANMM es mayor que ESB, puede darse el fenómeno de la migración lateral y tierra adentro que estará determinada por la habilidad de las especies que componen la formación para colonizar nuevos hábitats disponibles, debido fundamentalmente a la inundación y cambios en la salinidad (Gilman *et al.*, 2008).

Es por ello que aseverar que la totalidad de las áreas que se supone queden inundadas debido al cambio climático se perderán, puede inducir errores en el diseño de estrategias adaptativas. La respuesta del manglar ante el ANMM suele estar relacionada a condiciones ambientales muy locales y variables, de modo que deben conducirse estudio a ese nivel para tomar decisiones objetivas.

Por una parte, si es el propio bosque quien puede hacer frente al ANMM elevando su superficie y se propone su aprovechamiento, entonces la línea de costa quedaría más vulnerable, facilitándose la inundación y quedando solo la opción migratoria. Esta alternativa la

hizo inviable la moratoria establecida sobre los manglares por la Dirección Nacional Forestal. En Camagüey esa medida iría en contra del objetivo de esa formación forestal debido a que todas las áreas se encuentran bajo la categoría de Bosques Protectores del Litoral y Bosques de Protección y Conservación de la Fauna (DNF 2011). Basado en lo anterior, sería prudente, como medida adaptativa principal, reforestar las áreas de manglares afectadas en la actualidad, tratando de mantener la estructura propia de esta formación.

Para tener una idea más realista de la extensión de las áreas inundadas, al ANMM proyectado en el escenario SRES A1C de 27 cm para 2050 y 85 para 2100, deben sumarse las variaciones estacionales y locales, de modo que en algunos puntos las inundaciones temporales pueden abarcar mayores áreas (Hernández *et al.*, 2010; Hernández y Marzo, 2009). Sin embargo, más que impactos negativos sobre los manglares, el flujo de agua tierra adentro propiciaría condiciones para el aumento de la productividad de estos bosques, sobre todo al descender los tenores salinos de zonas interiores. Ejemplo de ello es la situación que se presenta al norte del dique sur en la antigua provincia de La Habana, donde la interrupción del flujo de agua ha provocado al menos 19 impactos negativos (Álvarez y Mercadet, 2010). Contrario a esto, la construcción de puentes en viales en Playa Florida ha permitido la recuperación del manglar al restablecerse la circulación entre las aguas marinas e interiores.

El problema mayor se presentaría en otras formaciones vegetales o áreas agrícolas adyacentes al límite actual de los manglares, donde la inundación y la intrusión salina provocarían su extinción o bajos niveles de rendimientos, quedando estas áreas disponibles para la colonización por parte de las especies principales de mangle.

CONCLUSIONES

- En la provincia de Camagüey las afectaciones por ANMM tendrán mayor magnitud en la costa sur, y las áreas más afectadas corresponderán a rodales dominados por *A. germinans* y *R. mangle*.
- El ANMM en la provincia de Camagüey inducirá a cambios en el área de ocupación y

la productividad de los ecosistemas de manglar, formaciones vegetales y áreas agrícolas adyacentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Jiménez, F., Mercadet, A. 2011. Impacto del aumento del nivel del mar en los bosques del sur de La Habana. En: Memorias del 5to Congreso Forestal de Cuba. ISSN. 0138-6441.
- Álvarez, Y., Álvarez, A. 2011. Consecuencias del aumento del nivel del mar por el Cambio Climático en el "Delta del Cauto". En: Memorias del 5to Congreso Forestal de Cuba.
- Agencia de Medio Ambiente (AMA). 2010. Resultados del Macroproyecto Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2010) al término del año 2009. La Habana. CITMA.
- Caballero, L. 2010. Informe técnico final sobre la evaluación de los impactos esperables del cambio climático en la EFI Villa Clara y estrategia de adaptación. Subproyecto 11.69.02 Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación, Proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 20 p.
- Centella, A. *et al.* 2001. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. República de Cuba. 116 p.
- Dirección Nacional Forestal (DNF). 2011. Base de datos del patrimonio forestal cubano al término del 2010. La Habana. Ministerio de la Agricultura.
- Gilman, S., *et al.* 2008. Threats to mangroves from climate change and adaptation options, *Aquat. Bot.* doi:10.1016/j.aquabot.2007.12.009.
- Hernández, M., Marzo, O. 2009. Variabilidad estacional del nivel del mar en el archipiélago cubano. *Serie Oceanológica* 6:1-15. Disponible en <http://oceanologia.redciencia.cu>
- Hernández, M., Marzo, O., Acanda, A. 2010. Tendencia lineal del nivel medio del mar en algunas localidades del archipiélago cubano. *Serie Oceanológica* 7:1-15. Disponible en <http://oceanologia.redciencia.cu>
- IPCC. 2001. *Climatic Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policymakers*. 18 p.
- Mclvor *et al.*, 2013. The response of mangrove soil surface elevation to sea level rise. *Natural Coastal Protection Series*. 59 p.
- Menéndez, L., Guzmán, J.M. 2006. Ecosistemas de manglar en el Archipiélago Cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión. La Habana. Editorial Academia. 329 p.
- Ortiz, O. *et al.* 2008. Evaluación de impactos y estrategia de adaptación para la Empresa Forestal Integral "Victoria de Girón", provincia Matanzas. Informe de Resultado Subproyecto 11.69.02 Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación. Proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 11 p.
- The World Bank. 2012. *Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided*. The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA. 84 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Lorge Acosta Broche

Licenciado en Biología, Máster en Manejo Sostenible de Tierras, profesor de Botánica y Ecología en la Universidad 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.

POTENCIAL DE RETENCIÓN DE CARBONO POR EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA AGRO-FORESTAL SANCTI SPÍRITUS

POTENTIAL OF RETENTION OF CARBON FOR THE FOREST PATRIMONY OF THE ENTERPRISE AGROFORESTRY SANCTI SPÍRITUS

M.Sc. LILIANA CABALLERO-LANDÍN¹, M.Sc. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE¹, DRA.C. ALICIA MERCADET-PORTILLO², DR.C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO², M.Sc. GARDENIS MERLAN-MESA,¹ M.Sc. MÁXIMO LOZANO-MONTAGNE,³ M.Sc. JESÚS R. TOLEDO-MEDINA³ Y M.Sc. ROBERTO ÁLVAREZ¹

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

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

³ Empresa Agro-Forestal Sancti Spiritus. Grupo Agro-Forestal. Máximo Gómez 55 e/ Tirso Marín y Calderón, Sancti Spiritus

RESUMEN

Para el patrimonio de la Empresa Agro-Forestal Sancti Spiritus (EAFSS) se determina la cantidad de carbono retenido en la superficie forestal utilizando el sistema automatizado SUMFOR v-2.19. Se valoran además alternativas que potencien el aumento del carbono retenido con relación al año base. La EAFSS acumula en su año base unas 16 179,4 Mt de carbono. Las especies que más aportan al balance de carbono son Pinus caribaea var. caribaea con el 20,8 %, Albizzia procera con el 15,1 % e Hibiscus elatus con el 10,4 %. Las alternativas más prometedoras son la combinación de cuatro alternativas (aumentar el logro a un 95 %, eliminar los incendios forestales, reducir otras talas en un 50 % y aumentar el IMA de bosques naturales en 1 m³/ha/año), aumentar el incremento medio anual (IMA) de los bosques naturales en 1 m³/ha/año, y en tercer lugar duplicar el área de plantación anual.

Palabras clave: Cambio climático, mitigación, bosques, retención, carbono.

ABSTRACT

For the patrimony of the Agro-Forestry Enterprise Sancti Spiritus (EAFSS) the quantity of carbon retained is determined in the forest surface, using the automated system (SUMFOR v-2.19). They are also valued alternative that facilitate the increase of the carbon retained with relationship a year base. The EAFSS accumulate in its year some 16 179,4 Mt of carbon. The species that more contribute to the balance of carbon are Pinus caribaea var. caribaea with 20,8 %, Albizzia procera with 15,1 % and Hibiscus elatus with 10,4%. The most promising alternatives are: the combination of four alternatives (to increase the achievement to 95 %, to eliminate the forest fires, to reduce other prunings in 50 % and to increase the IMA of natural forests in 1 m³/ha/year), to increase the Half Annual Increment (IMA) of the natural forests in 1 m³/ha/año, and in third place to duplicate the area of annual plantation.

Key words: Climatic change, mitigation, forests, retention, carbon.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los científicos han demostrado que las actividades humanas pueden influir de manera importante en el cambio del clima global.

La posibilidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la actividad forestal y el potencial para aumentar la retención

de carbono aumenta la importancia del sector forestal y su participación en las medidas orientadas a mitigar los efectos del cambio climático, pues la fijación de carbono mediante la actividad forestal está en función de la acumulación y almacenamiento en la biomasa; por lo tanto,

cualquier actividad práctica de ordenación que modifique la cuantía de la biomasa existente en una zona influye en su capacidad de almacenar o fijar carbono (Moura, citado por Álvarez *et al.*, 2010).

El papel desempeñado por el patrimonio forestal cubano en la mitigación del cambio climático global ha sido objeto de sostenido monitoreo desde 1990, a través de los inventarios de gases de efecto invernadero que bianualmente ha preparado el país, utilizando las metodologías recomendadas para estos fines por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (López *et al.*, 2007), (República de Cuba, 2015).

El sector forestal cubano constituye el único sumidero neto de carbono identificado en el país (Centella *et al.*, 2001, citado por Álvarez *et al.*, 2010; Valdés *et al.*, 2013), razón por la cual la determinación de la capacidad actual y futura de retención de carbono por las empresas forestales, así como la evaluación de alternativas que les permitan aumentarla, constituyen un objetivo de importancia para el sector, dado que estas empresas administran el 60 % del patrimonio forestal nacional, y los resultados que se alcancen en tal sentido contribuyen al cumplimiento de las obligaciones contraídas por Cuba, como parte de la CMNUCC.

A largo plazo, una estrategia sostenible de gestión forestal destinada a mantener o aumentar las reservas de carbono forestal, mientras continúa la producción forestal anual de madera, fibra o energía, generará el beneficio de mitigación sostenible más alto (Barker *et al.*, 2007).

La estimación de los acumulados de carbono para cada una de las empresas forestales integrales (EFI) del país es una de las actividades que se han estado realizando desde algún tiempo. Como ejemplo de casos de estudios tenemos los realizados en la EFI Mayabeque (Cordero *et al.*, 2004), EFI Baracoa (Ajete *et al.*, 2006), EFI Villa Clara (Hernández *et al.*, 2012), EFI Ciego de Ávila (Mercadet *et al.*, 2015), entre otros.

Con vistas a continuar con este propósito, se realiza por primera vez este trabajo en la EAFSS para proyectar la línea base de retención para un período de 10 años y selección de las alternativas de mitigación más adecuadas para incrementar el carbono retenido por su patrimonio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de caso sobre retención de carbono y selección de alternativas de mitigación fue llevado a cabo en el patrimonio forestal de la EAFSS, ubicada en la provincia de Sancti Spíritus. Para su análisis se tomó el total del área ocupada por la empresa (*Fig. 1*).

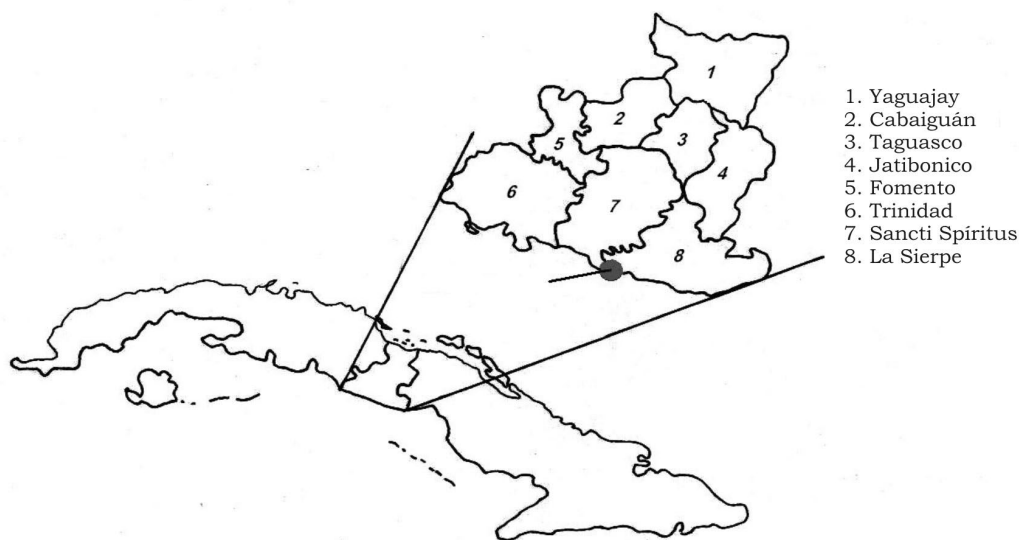


Figura 1. Ubicación de la provincia con los municipios donde ejerce sus actividades la EAFSS. Caracterización de la Empresa Agro-Forestal Sancti Spíritus.

La provincia de Sancti Spíritus está ubicada en el centro de Cuba; cuenta con una extensión territorial de 673 650 ha; desde el punto de vista administrativo se divide en ocho municipios. El relieve es variado: existen dos sistemas montañosos (Bamburanao y Guamuha) que ocupan 36 811,16 ha, lo que equivale al 5,5 % del área total de la provincia. La altura máxima se encuentra en el macizo Guamuha con 780 msnm.

La Empresa Agro-Forestal Sancti Spíritus, ubicada entre los 21°56'0,2" norte y los 79°26'38" oeste, en la provincia del mismo nombre, posee patrimonio en los ocho municipios de la provincia. Limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el Mar Caribe, al este con la provincia de Ciego de Ávila y al oeste con la de Villa Clara.

El clima predominante es tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad. La temperatura promedio anual en la provincia oscila entre 24 °C y 26 °C. Los máximos valores se registran en la zona sur del territorio, oscilando entre 30,5 °C y 31 °C. En cambio, las mínimas se localizan en las zonas montañosas, oscilando entre 21,5 °C y 22,5 °C. El mes más cálido es agosto, con valores de 31 °C a 33 °C, y el mes más frío es enero, de 21 °C a 23,5 °C.

La precipitación media anual oscila entre 1410 y 1430 mm. La distribución espacial de las precipitaciones es también irregular, con un incre-

mento del volumen anual desde las costas (con medias de 1000 a 1200 mm), hacia el interior, de este a oeste y con la altitud (llegando a 1600 y 1700 mm en montañas de Guamuha). Los fuertes vientos e inundaciones por intensas lluvias se intensifican drásticamente al paso de los huracanes, constituyendo peligros de desastres, cuya magnitud aumenta en aquellos asentamientos donde son acompañados por penetraciones del mar, como Casilda y La Boca (Trinidad), Tunas de Zaza y El Médano (Sancti Spíritus), Mapos (La Sierpe) y Yagüey Abajo (Yaguajay).

Patrimonio forestal

Para el estudio de caso fue utilizada la información de la dinámica forestal (Dirección de Técnica y Desarrollo EAFSS, 2015).

La Empresa Agro-Forestal Sancti Spíritus cuenta con una superficie total de 80 426,9 ha (Dinámica, 2015), de las cuales 62 242,46 ha están consideradas como áreas forestales (77,40 %), 8198,31 ha como inforestales (10,19 %) y 9986,18 ha (12,41 %) como área por reforestar.

Para una mejor administración de la Empresa Agro-Forestal Sancti Spíritus, la misma se encuentra dividida en seis unidades empresariales de base (UEB) (Tabla 1).

Al analizar el total de bosques naturales por categoría, tenemos que los protectores de agua y suelo son mayoritarios (Tabla 2).

Tabla 1. Composición de la empresa por unidades silvícolas

<i>Unidad empresarial de base</i>	<i>Municipios que la forman</i>
Agro-Forestal Yaguajay	Yaguajay
Agro-Forestal Jatibonico	Jatibonico
Agro-Forestal Cabaiguan	Taguasco y Cabaiguán
Agro-Forestal Fomento	Fomento
Agro-Forestal Trinidad	Trinidad
Agro-Forestal Sancti Spíritus	Sancti Spíritus y La Sierpe

Tabla 2. Composición por categorías de bosque (Dinámica, 2015)

<i>Categoría de bosque</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Superficie (%)</i>
Productores	196,8	0,35
Protectores de agua y suelo	37 722,2	66,59
Protector del litoral	17 371,5	30,67
Protector de flora y fauna	720,2	1,27
Recreativo	636,9	1,12
Total	56 647,6	100

La composición de la Empresa Agro-Forestal Sancti Spiritus por formaciones forestales puede ser observada en la *Tabla 3*, donde hay un

predominio de las formaciones semicaducifolio sobre suelo ácido, semicaducifolio sobre suelo calizo y manglares.

Tabla 3. Composición por formaciones forestales (Dinámica, 2015)

<i>Formación forestal</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Área relativa (%)</i>
Cuabal	352,6	0,62
Manglar	12 612,8	22,27
Manigua costera	113,8	0,20
Pluvisilva	45,7	0,08
Pluvisilva de montaña	4048,4	7,15
Semicaducifolio en suelo ácido	21 613,1	38,15
Semicaducifolio en suelo calizo	13 838,5	24,43
Semicaducifolio de mal drenaje	4022,7	7,10
Total	56 647,6	100

Para el análisis de la información fue utilizada el sistema automatizado para las estimaciones del carbono retenido en el año base

(SUMFOR v-2.19), desarrollado por Álvarez y Mercadet (2008). La caracterización de la gestión técnica de la empresa se relaciona en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Caracterización de la gestión técnica de la EAFSS en 2015

<i>Indicador</i>	
Superficie de bosques naturales (ha)	56 647,64
Superficie de plantaciones establecidas (ha)	5012,17
Superficie de plantaciones en desarrollo (ha)	582,65
Superficie por reforestar (ha)	9986,18
Superficie de áreas inforestales	8198,31
Superficie promedio anual de plantación (ha)	300,00
Logro promedio de las plantaciones (%)	87
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha)	25,80
Volumen promedio anual extraído por tratamientos/raleos (m ³)	3126,40
Superficie promedio anual de talas rasas (ha)	25,85
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m ³)	10 165,90
Incremento medio anual de los bosques naturales (m ³ /ha/año)	3,5
Incremento medio anual de las plantaciones (m ³ /ha/año)	8,9

Con este sistema se pudo estimar la línea base de retención de carbono para un período de 10 años (2015-2025), considerando que el patrimonio y la gestión técnica de la empresa se mantengan constantes a lo largo del período con relación al año base, además, de utilizarse como simulador de alternativas de mitigación. Las alternativas que se valoraron fueron: 1) duplicar el área de plantación; 2) elevar el

logro promedio de la plantación a un 95 %; 3) eliminar áreas afectadas por incendios; 4) reducir en un 50 % los aprovechamientos por tala rasa; 5) reducir en un 50 % los aprovechamientos por otros tipos de tala; 6) aumentar el IMA de los bosques naturales en un 1 m³/ha/año; 7) aumentar el IMA de las plantaciones en un 1 m³/ha/año y 8), una combinación de alternativas que comprenden elevar el logro promedio

de las plantaciones a un 95 %, eliminar áreas afectadas por incendios, reducir en un 50 % los aprovechamientos por otros tipos de tala y aumentar el IMA de los bosques naturales en un 1 m³/ha/año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la acumulación del carbono retenido por las áreas del patrimonio forestal de la EAFSS pueden ser observados en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Acumulación de carbono en el patrimonio de la EAFSS

<i>Tipo de bosque/depósito de C</i>	<i>Biomasa (Mt)</i>	<i>Necromasa (Mt)</i>	<i>Suelo (Mt)</i>	<i>Empresa (Mt)</i>	<i>Promedio (t/ha)</i>
Plantaciones establecidas	234,3	42,8	585,5	862,6	172,1
Plantaciones en desarrollo	5,1			5,1	8,6
Bosques naturales	4641,7	483,3	5416,3	10 541,3	186,1
Área por (re)forestar	293,6		379,5	673,1	
Área inforestal	256,2		3841,1	4097,3	
Empresa	5425,7	526,2	10 222,4	16 179,4	201,1

El patrimonio de la EAFSS retiene un total de 16 179,4 Mt de carbono en su año base, lo que representa 59 324, 46 t de CO₂ removidos de la atmósfera. De ellas, el 77,4 % corresponde a superficie cubierta de bosque, las cuales acumulan el 70,52 % del carbono retenido, siendo las áreas de bosques naturales las que más carbono acumulan con 65,15 % y un promedio de 186,1 t/ha. Esto se debe a la elevada concentración de biomasa que tienen los bosques naturales, unido a que ocupan gran cantidad de área dentro del patrimonio de la empresa.

Del total de carbono acumulado el 63,21 % proviene del carbono en el suelo, el 33,54 %

de la biomasa y el restante el 3,25 % es aportado por la necromasa (*Tabla 5*).

Similares resultados fueron alcanzados por Ajete (2006) en la distribución del carbono en este tipo de bosque, en estudio realizado en la EFI Baracoa (Cordero *et al.*, 2004) en áreas de la EFI Mayabeque y Hernández *et al.* en la EFI Villa Clara (2015).

La evaluación de la distribución del carbono en las diferentes formaciones forestales muestra que las formaciones semicaducifolio sobre suelo ácido (41,63 %), semicaducifolio sobre suelo calizo (26,01 %) y el manglar (16,84 %), acumulan mayoritariamente el carbono retenido por las áreas de bosques naturales (84,47 %) (*Tabla 6*).

Tabla 6. Acumulación de carbono por formación forestal (Mt)

<i>Formación</i>	<i>Biomasa (Mt)</i>	<i>Necromasa (Mt)</i>	<i>Suelo (Mt)</i>	<i>Total (Mt)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Promedio (t/ha)</i>
Cuabal	1,7	3,0	43,4	48,1	0,46	136,4
Manglar	1667,3	107,6	0,0	1774,9	16,84	140,7
Manigua costera	2,7	1,0	14,0	17,7	0,17	155,6
Pluvisilva	2,2	0,4	5,6	8,2	0,08	180,2
Pluvisilva de montaña	314,4	34,5	498,0	846,9	8,03	209,2
Semicaducifolio ácido	1545,5	184,4	2658,4	4388,3	41,63	203,0
Semicaducifolio calizo	921,2	118,1	1702,1	2741,4	26,01	198,1
Semicaducifolio mal drenado	186,6	34,3	494,8	715,7	6,79	177,9
<i>Total</i>	<i>4641,6</i>	<i>483,3</i>	<i>5416,3</i>	<i>10 541,2</i>	<i>100</i>	

De las ocho formaciones forestales presentes en la EAFSS, el cuabal y el manglar presentan menor acumulación de carbono por hectárea; en el caso del cuabal ocupa poca superficie; además, en esta formación viven especies espinosas y de poca densidad foliar, por tanto tienen poca biomasa y aportan poca cantidad de materia orgánica al suelo, y en el caso del manglar debido fundamentalmente a que no

se incluye el cálculo de carbono en el suelo para esta formación, ya que una parte se encuentra cubierta de agua (Ajete, 2006) y no se cuenta con elementos disponibles para saber qué parte de su superficie cuenta con suelos firmes (Álvarez *et al.*, 2011).

El análisis por categorías de bosques en los bosques naturales presentes en la EAFSS como sumideros de carbono se presenta en la *Tabla 7*.

Tabla 7. Acumulación de carbono por categoría de bosque

Categoría	Biomasa (Mt)	Necromasa (mt)	Suelo (mt)	Total (mt)	Porcentaje	Promedio (t/ha)
Productor	10,1	1,7	24,2	36,0	0,34	182,97
Protector de aguas/suelos	2619,3	321,9	4639,8	7580,9	71,92	200,97
Protector del litoral	1903,2	148,2	585,3	2636,7	25,01	151,78
Protector de flora/fauna	66,5	6,1	88,6	161,3	1,53	223,93
Recreativo	42,6	5,4	78,3	126,3	1,20	198,36
Total	4641,67	483,33	5416,28	10 541,28	100	

Se reporta en la literatura (Álvarez *et al.*, 2011) que los bosques protectores de aguas y suelos de la EAFSS también actúan como los sumideros de carbono principales del área con el 71,92 % del carbono acumulado. En el caso de los bosques protectores del litoral, ocupan el segundo lugar con el 25,01 %, considerando que aquí no se está incluyendo el carbono retenido por el suelo de los manglares, lo que disminuye el potencial de acumulación de los mismos. En el patrimonio de la EAFSS los bosques productores solo almacenan el 0,34 % del carbono total de los bosques naturales del área.

Las plantaciones acumulan 862,6 Mt de carbono, recayendo fundamentalmente en *Pinus*

caribaea var. *caribaea* con un 20,8 %, *Albizia procera* con el 15,1 % e *Hibiscus elatus* con el 10,4 % del total de carbono retenido (*Tabla 8*). Es importante señalar que en la mayoría de las especies la acumulación de carbono en el suelo es mayor que en la biomasa, con la sola excepción de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, donde el 32,14 % es acumulado por el suelo de la plantación, el 64,40 % provienen de la biomasa y solamente el 3,45 % están retenidos en la necromasa.

Resultados similares que fueron observados con esta especie fueron obtenidos por Hernández *et al.* (2015) en un estudio de caso para la EFI Cienfuegos.

Tabla 8. Acumulación de carbono por especie en las plantaciones establecidas

Especie	Biomasa (Mt)	Total (Mt)	Porcentaje	Especie	Biomasa (Mt)	Total (Mt)	Porcentaje
Acacia	5,0	24,2	2,8	Casuarina	13,0	62,7	7,3
Algarrobo del país	0,6	3,1	0,4	Cedro	0,8	4,5	0,5
Algarrobo indio	26,2	130,3	15,1	<i>Eucalyptus</i> sp.	12,6	62,3	7,2
Almácigo	0,2	1,0	0,1	Gmelina	1,0	5,6	0,6
Almendra	0,1	0,4	0,1	Leucaena gigante	1,0	5,4	0,6
Bambú	0,1	1,3	0,1	Majagua sp.	19,3	89,8	10,4
Baria	2,2	10,5	1,2	Mangle rojo	2,1	15,0	1,7
Bijáguara	4,2	15,3	1,8	Ocuje	0,7	2,6	0,3
Caoba africana	0,3	1,4	0,2	Pino macho	115,6	179,5	20,8

Caoba antillana	2,0	9,8	1,1	Piñón florido	9,9	50,5	5,9
Caoba de Honduras	11,0	55,0	6,4	Uva caleta	0,0	3,2	0,4
Caoba híbrida	0,1	0,4	0,0	Otras especies	6,3	128,7	14,9
<i>Total</i>						862,6	100

En el año base la ESFSS tiene una calificación de dos que corresponde a una débil contribución en cuanto a la reducción del efecto invernadero, según los criterios e indicadores para el manejo sostenible (Fig. 2)

(Herrero *et al.*, 2005). El carbono retenido en la EAFSS puede aumentar con una cifra de 8716,24 Mt entre 2015 y 2025, siendo los bosques naturales los que más incrementarían (Fig. 2).

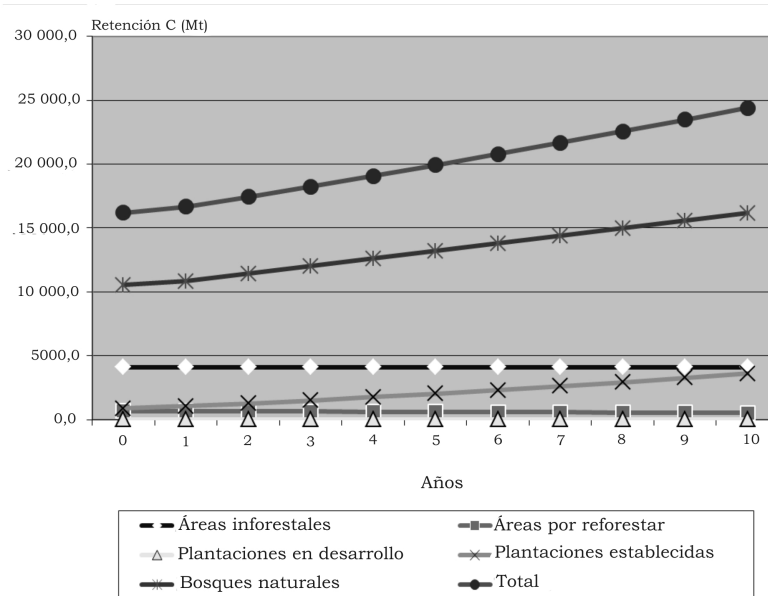


Figura 2. Línea base de la EAFSS y sus componentes.

De las alternativas a seguir, se recomiendan la combinación de cuatro alternativas (aumentar el logro al 95 %, eliminar los incendios forestales, reducir otras talas en un 50 % y aumentar

el IMA de bosques naturales en 1 m³/ha/año), aumentar el incremento medio anual (IMA) de los bosques naturales en 1 m³/ha/año y duplicar el área de plantación anual (Fig. 3).

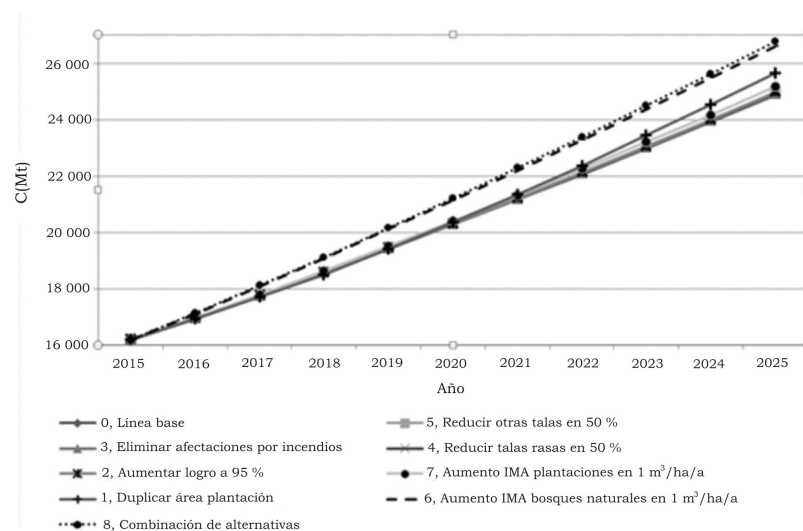


Figura 3. Alternativas de mitigación de la EAFSS.

Sin embargo, la elección de la alternativa de mitigación adecuada a seguir estaría en dependencia no solo de su efecto sobre la cantidad de carbono retenido, sino también de los costos en los que incurriría la EAFSS para poder llevarla a cabo. Aun cuando el aumento del IMA de los bosques naturales en 1 m³/ha/año resulta ser la segunda alternativa más prometedora, la misma no conduce a la empresa a una elevación inmediata del nivel de retención de carbono en su patrimonio, ya que para alcanzarlo sería necesario desplegar una serie de actividades (Álvarez *et al.*, 2011) que harían palpable tal efecto a partir del cuarto año aproximadamente de su ejecución. Sin embargo, una combinación de las alternativas podrían redundar en obtener un aumento de la retención de carbono al siguiente año de implementada. Esta opción supera en 182,35 Mt a la alternativa de incrementar el IMA de los bosques naturales.

CONCLUSIONES

- Los bosques naturales constituyen el componente del patrimonio que más aporta a su línea base.
- Dentro de las especies en plantaciones que más aportan al total del carbono retenido, se encuentran *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Albizia procera* e *Hibiscus elatus*.
- Las alternativas más prometedoras son la combinación de cuatro alternativas (aumentar el logro a un 95 %, eliminar los incendios forestales, reducir otras talas en un 50 % y aumentar el IMA de bosques naturales en 1 m³/ha/año), aumentar el incremento medio anual (IMA) de los bosques naturales en 1 m³/ha/año, y en tercer lugar duplicar el área de plantación anual.

BIBLIOGRAFÍA

Ajete, A. *et al.* 2006. Mitigación del cambio climático por concepto de fijación de CO₂ en los bosques de la EFI Baracoa, provincia de Guantánamo: Segunda aproximación. Revista Forestal Baracoa (CU) 25(2): 43-50.

Álvarez, A., Mercadet, A. 2008. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.0 hasta v2.17. Informe Final del Subproyecto: La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos; Proyecto: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal; PRCT: Preservación de los Recursos Naturales. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 8 p.

Álvarez, A. *et al.* 2010. Formulación de estrategias de mitigación para Empresas Forestales, Subproyecto 11.69.03: La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos. Proyecto 11.69: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, Subsector Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana. 54 p.

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

Barker T. *et al.* 2007. Resumen Técnico. En Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. 103p.

Centella, A., Llanes, J., Paz, L. 2001. Primera Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 166 p.

Cordero Miranda, E.M., Mercadet, A., Álvarez, A., Rodríguez, O. 2004. Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. La EFI Mayabeque de provincia Habana: Segunda aproximación. Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente (CU) 4(6).

Hernández, A. *et al.* 2012. Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Villa Clara. Primera aproximación. Revista Forestal Baracoa (CU) 31(1): 41-50, enero-junio.

Hernández, A., *et al.* 2015. Remoción de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos. Informe de resultado, Proyecto "Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Sector Forestal". 12 p.

Herrero, J.A. *et al.* 2005. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. Una visión de futuro. La Habana. AGRINFOR. 55 p.

López, C. *et al.* 2007. Gases de Efecto Invernadero. Emisiones y Remociones. Cuba 1990-2002. ETGEI – Instituto de Meteorología, La Habana. Junio 2007. 27 p.

Mercadet, A. *et al.* 2015. Remoción de carbono por el patrimonio forestal cubano: la Empresa Forestal Integral Ciego de Ávila. Revista Forestal Baracoa (CU) 34(1):73-78, enero-junio.

Mercadet, A., Álvarez, A. 2006. Certificación del carbono retenido por las Empresas forestales y bases para su reconocimiento ambiental. Revista Forestal Baracoa (CU) 25(1): 65-70, enero-junio.

Rodríguez, J. L. *et al.* 2005. La retención de carbono y su impacto en el calentamiento global. Estudio de caso Empresa Forestal Integral La Palma. Revista TATASCAN (HN) 17(1): 1-10.

República de Cuba. 2015. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 225 p.

Valdés, A. *et al.* 2013. Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Período 1990-2008. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana. 35 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Liliana Caballero-Landín

Graduada de Ingeniera Forestal en la Universidad de Pinar del Río, Cuba, obtuvo el título de M.Sc. de la Geoinformación y Observación de la Tierra en la Universidad de Wageningen, Holanda. Se desempeña como Investigadora Agregada 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, Cienfuegos y Sancti Spiritus. Es coautora del libro *El sector forestal cubano y el cambio climático*.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

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

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.

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE FORESTERÍA ANÁLOGA EN EL SITIO DE ITABO, MATANZAS

RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE TECHNIQUE OF ANALOG FORESTRY IN THE PLACE OF ITABO, MATANZAS

ING. MISLEYDI MORALES-LEZCANO¹, ING. ESPERANZA HIDALGO-RODRÍGUEZ¹, TÈC. LOURDES GÓMEZ-PULIDO¹ Y DRA. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELÁN²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Itabo. Calle Esteban Hernández 354, Itabo, Martí, Matanzas, Cuba, itabo@forestales.co.cu

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

RESUMEN

El estudio se realizó en el Campo 6 perteneciente a la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal de Itabo, municipio de Martí, provincia de Matanzas, un área con baja diversidad de especies de interés económico con predominio de *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn (marabú). El objetivo del trabajo es elevar el valor económico del área con especies útiles mediante el proceso de restauración. Para ello se realizó una evaluación integral del campo empleando los principios básicos de la técnica de Forestería Análoga que permite como herramienta silvicultural diseñar ecosistemas estables. Se aplicó la fórmula fisionómica de la vegetación, la valoración ecológica y el análisis de brechas. Del resultado se obtuvo que para obtener un área similar al bosque maduro se deben incorporar especies con características siempreverdes de crecimiento rápido y de valor económico, con alturas entre 0,1 y 2 m con una cobertura continua. Se han incorporado más de diez especies como parte del diseño.

Palabras clave: Silvicultura, biodiversidad, ecosistema, fórmula fisionómica, valoración ecológica.

ABSTRACT

The study was carried out in Field 6 belonging to the UCTB Experimental Agro-Forestry Station of Itabo, Martí municipality, Matanzas province, an area with low diversity of species of economic interest with predominance of *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn (marabú). The objective of the work is to raise the economic value of the area with useful species through the restoration process. For this purpose, an integral evaluation of the field was made using the basic principles of the Analog Forestry technique that allows the silvicultural tool to design stable ecosystems. The physiognomic formula of the vegetation, the ecological assessment and the gap analysis were applied. From the result, it was obtained that to obtain an area similar to the mature forest, species with evergreen characteristics of fast growth and economic value should be incorporated, with heights between 0.1 and 2 m with continuous coverage. More than ten species have been incorporated as part of the design.

Key words: Forestry, biodiversity, ecosystem, physiognomic formula, ecological valuation.

INTRODUCCIÓN

Los árboles son de extraordinaria importancia, ya que constituyen el eje central que aportan estabilidad al ecosistema, son fuente inagotable de vida, evitan la erosión, reciclan nutrientes, conservan la humedad, mejoran el clima, controlan la contaminación además de ser refugio de la fauna, fortalecen la base económica, entre

otras, por lo que en la actualidad se utilizan técnicas que contribuyen al mejoramiento ecológico, como por ejemplo la Forestería Análoga (FA). Esta técnica se manifiesta como una exitosa herramienta silvicultural para diseñar ecosistemas estables, dominados por árboles que sea análogo al bosque maduro original en

cuanto a estructura y funciones, que sostengan y aumenten los recursos naturales y los servicios ecológicos. Consta de 12 principios, siendo el primero el más importante de todos, el cual se refiere a la observación y registro de todo lo que se encuentra en el área de estudio, teniendo en cuenta los cambios y lo nuevo. Es una experiencia que sintetiza las prácticas de los campesinos de Sri Lanka y los aportes científicos modernos (Senanayake *et al.*, 2005). Es puesta en práctica desde 1990 por el Dr. Ranil Senanayake, demostrando su efectividad y siendo ahora los principales promotores de su aplicación a nivel local y global. Se aplica en muchos países del mundo, como son Costa Rica, México, República Dominicana, Honduras, Canadá, y en Cuba en localidades como Paraguay y Baracoa, en Guantánamo, en la Aplastada Arriba, una comunidad de la Sierra Maestra, en Granma, en Díaz Cuevas, Oliver, Placetas, Villa Clara, entre otras, por lo que “la forestería análoga es una alternativa que desarrolla estrategias con vistas a intensificar el uso de especies maderables y no maderables, herbáceas medicinales, condimentosas, ornamentales etc., de manera más ecológica, considerando su importancia dentro del ecosistema con el objetivo de rescatar de nuevo su estabilidad ecológica y económica” (Senanayake y Beehler, 2000).

El trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación integral del sitio para la restauración del campo 6 de la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal de Itabo, empleando la técnica de la Forestería Análoga para restaurar el área.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para una mejor ubicación, organización, facilitación y evaluación, se trabajó en la elaboración de un mapa general donde se reflejaron las características de la finca, representándose la ubicación geográfica, movimiento del sol, el flujo hídrico, régimen de los vientos; ubicando los campos dentro de la finca se realiza recorrido por cada una de las seis áreas (*Fig. 1*). Se aplicaron los principios de la Forestería como fase de diagnóstico.

Se seleccionó el Campo 6 por ser el área más degradada en cuanto a diversidad de especies comerciales y de importancia económica. Se definió como la “parcela de restauración”. Esta

parcela tiene 4,5 ha con suelo clasificado como Ferralítico Rojo (Instituto de Suelos, 1999), una altitud de 5 msnm, precipitación promedio de 1500-1600 mm/año, una temperatura promedio anual de 25 °C, topografía llana y un área total de 33,4 ha. La diversidad de especies es baja, ya que predomina la *Dichrostachys cinerea* (L.) Wigth & Arn (marabú), de tal manera que el objetivo fundamental es elevar el valor económico de las especies útiles y obtener un área boscosa similar al relicto de bosque primario como el de la Sierra de Bibanasí.

Se realizó la fórmula fisionómica que consistió en describir la estructura arquitectónica de cualquier bosque o sitio a través de símbolos en la Sierra de Bibanasí y en el Campo 6, donde se valoraron los estratos existentes en cinco puntos de muestreo al azar, utilizando la guía y la metodología de la Forestería Análoga.

Se realizó la valoración ecológica teniendo en cuenta los indicadores de calidad del suelo (perfil del suelo, densidad aparente, macrofauna del suelo), biodiversidad (componente vegetal y animal) y de productividad (RIFA, 2008a). Se empleó la escala valorada por Altieri y Nicholls (2002), citada por RIFA (2008), para medir el nivel de sostenibilidad que presenta el área, cuando los valores sean inferiores a cinco; se consideran por debajo del umbral de sostenibilidad y por tanto el área requiere de un manejo que permita mejorarlos; sin embargo, mientras más se aproximen al valor de ocho, más sostenible es el sistema. Se realizó análisis de suelos a las muestras tomadas por el método de Walkley y Black NRAG 266 (Norma ramal) del MINAG para el contenido de materia orgánica.

A partir de las fórmulas fisionómicas se realizó el análisis de brechas para evaluar la diferencia entre ellas (F1-F2), conocer los elementos de la estructura ausentes y en consecuencia seleccionar las plantas a introducir el área a restaurar e ir cerrando la brecha paulatinamente, tratando de imitar la estructura y las funciones del bosque primario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mapa del sitio se obtuvo de la fase de diagnóstico como la herramienta de trabajo indispensable para el manejo en cuanto a regeneración

natural, enriquecimiento, mantenimiento y conservación de los recursos genéticos, reforestación y restauración. El área sombreada es el

Campo 6, donde comenzó el proceso de restauración y donde se plantó la especie adecuada para el diseño.

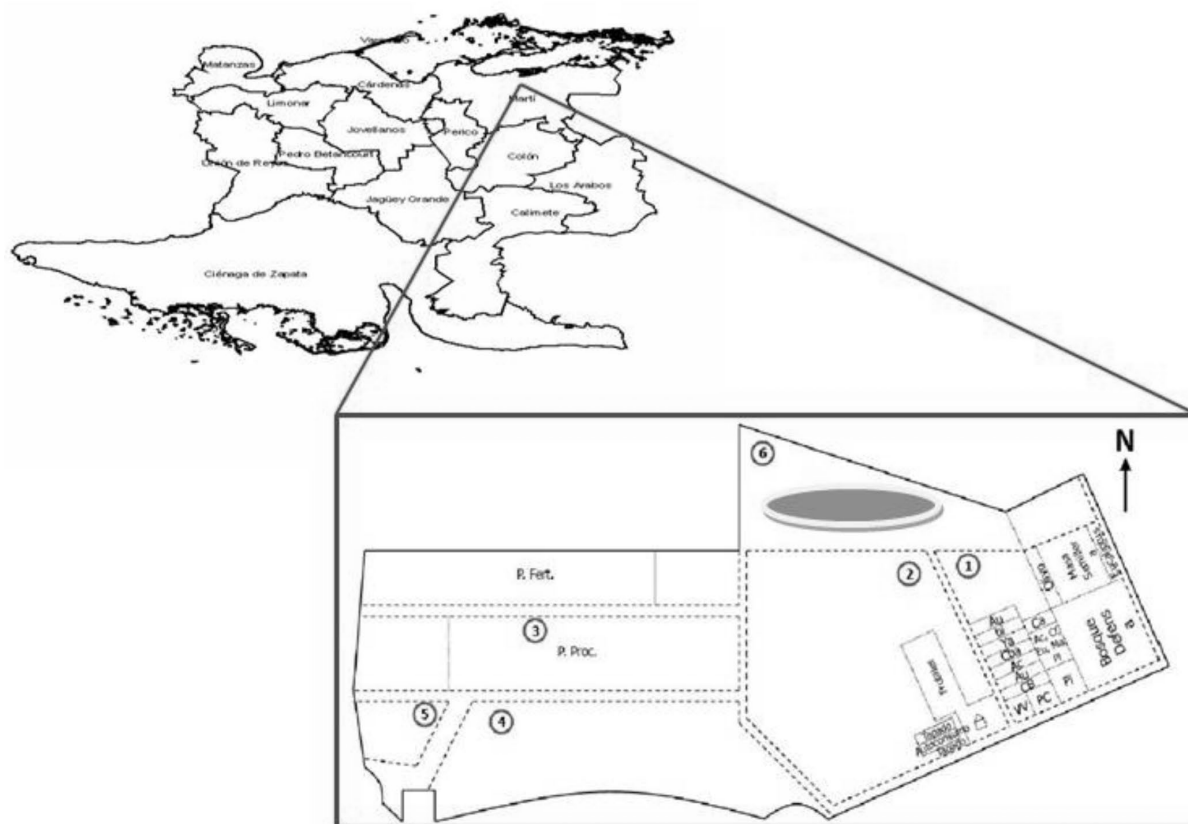


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Características del bosque maduro

La Sierra de Bibanasi (bosque primario más cercano) es definida como un bosque semidecidual mesófilo. Se caracteriza por tener especies de alto valor económico, excelente regeneración natural, plantas herbáceas, algunos helechos, orquídeas silvestres y trepadoras. El suelo es Esquelético con afloramiento de diente de perro en gran medida, una profundidad efectiva de 3 cm (Instituto de Suelos, 1999) y presencia de microorganismos en el suelo, así como gran cantidad de hojarasca, lo que presume elevado contenido de materia orgánica, con abundante sombra en su interior. Asimismo, en determinados parches del suelo que constituyen áreas

bajas se pudo apreciar que cuando llueve de forma prolongada se producen encharcamientos y escorrentías. Esta Sierra presenta especies de alto valor económico, excelente regeneración natural, plantas herbáceas, algunos helechos, orquídeas silvestres y trepadoras. Con afloramiento de diente de perro, una profundidad efectiva de 3 cm y presencia de microorganismos en el suelo con gran cantidad de hojarasca, lo que presume elevado contenido de materia orgánica; existe abundante sombra en su interior, aunque tiene áreas bajas cuando llueve de forma prolongada que producen encharcamientos.



Figura 2. Diversidad de especies en la Sierra de Bibanasí.

Fórmulas fisiónómicas

Fórmula fisiónómica del bosque natural maduro de la Sierra de Bibanasí:

V6p, M5i, V4ir, V3i, V2i, V1r, Ge, Hr, L (1-6) i; T (1-5)r, E r

Existen seis estratos en su mayoría de manera interrumpida con una cobertura entre un 50 y 75 % con alturas desde 0,1 m hasta 10 m, incluyendo un estrato mixto con especies caducifolias y perennifolias. El mayor estrato tiene especies siempreverdes entre un 25 y un 50 % de cobertura. Presenta especies no leñosas como gramíneas de manera esporádica, plantas herbáceas entre un 6 y un 25 % de cobertura y líquenes hasta la mayor altura de los árboles. Dentro de las formas de crecimiento especial están las trepadoras y epífitas con una cobertura rara (6-25 %).

Las especies no leñosas y las especies de crecimiento especial tienen baja cobertura debido a la presencia de doseles altos que no permiten la entrada de luz para que se desarrollen de manera abundante.

El Campo 6 es el área más degradada de los nueve campos que posee el sitio debido a la poca diversidad de especies comerciales y de importancia económica. Predomina la *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn (marabú), de tal manera que el objetivo fundamental es elevar el valor económico de las especies útiles y obtener un área boscosa similar al bosque maduro como el de la Sierra de Bibanasí. Esta parcela de restauración se caracteriza por tener un suelo

clasificado como Ferralítico Rojo (Hernández *et al.*, 2015), una altitud de 5 msnm, precipitación promedio de 1500-1600 mm/año, una temperatura promedio anual de 25 °C, topografía llana y un área total de 4,5 ha.

Fórmula fisiónómica del Campo 6

M6i, M5r, M4r, M3p; Gc, Hi; T (1-10) r; Pa

La fórmula expresa que existen cuatro estratos mixtos, o sea, con presencia de especies caducifolias y siempreverdes con alturas entre 0,5 hasta 20 m de altura. El mayor estrato presenta una cobertura entre 50-75 %, y el más bajo entre 25-75 %. Los estratos intermedios son de baja cobertura (6-25 %). En sentido general las plantas leñosas son pobres.

Entre las especies no leñosas están presentes las gramíneas de manera continua (más del 75 % de cobertura), lo cual se debe a la entrada de luz, mucho más cuando las especies caducifolias pierden las hojas. Las plantas herbáceas están presentes de manera interrumpida, dependiendo de la mayor o menor entrada de luz. Entre las formas de crecimiento especial se encuentran algunas trepadoras hasta altura de 10 m y palmas casi ausentes. No hay presencia de epífitas como orquídeas y curujeyes, aspecto que demuestra la poca diversidad del ecosistema

Análisis de brechas

Al realizar el análisis entre las dos fórmulas, en el Campo 6 están ausentes los estratos V6, V4, V3, V2, V1, L, E, por lo que se deben incorporar especies que logren alcanzar a 2-10 m

de altura con características siempreverdes y con crecimiento rápido que permitan cubrir el marabú de manera continua o casi continua, realizando trochas de 1 m de ancho hasta cubrirlo de sombra y no eliminar la regeneración natural de las especies para que V2 y V1 se mantengan en el sotobosque y se incorporen a la sucesión natural. Las especies deben ser valor económico, melíferas, medicinales, consumo animal y humano.

Valoración ecológica rápida

Al realizar la valoración ecológica rápida en bosque maduro y en el área a restaurar, se observa que los indicadores de calidad del suelo, biodiversidad y productividad de la Sierra de Bibanasi están por encima de la parcela, dado

en lo esencial porque los suelos no presentan compactación, poca erosión y buena infiltración, originado por la diversidad de especies, que con sus raíces y sus aportes de biomasa al suelo cumplen diferentes funciones en el ecosistema. En el Campo 6 todos los indicadores están por debajo del umbral de sostenibilidad, lo cual indica que hay que mejorar todos los aspectos, principalmente aumentar la diversidad de especies previstas en el análisis de brechas que aporten a la calidad del suelo y a la biodiversidad de la flora y la fauna. Asimismo se observa que la productividad ecológica y económica tienen valores mínimos debido a la carencia de especies comestibles (forestales y frutales), es decir, ausencia de sistema productivo (Fig. 3 y Tabla 1).

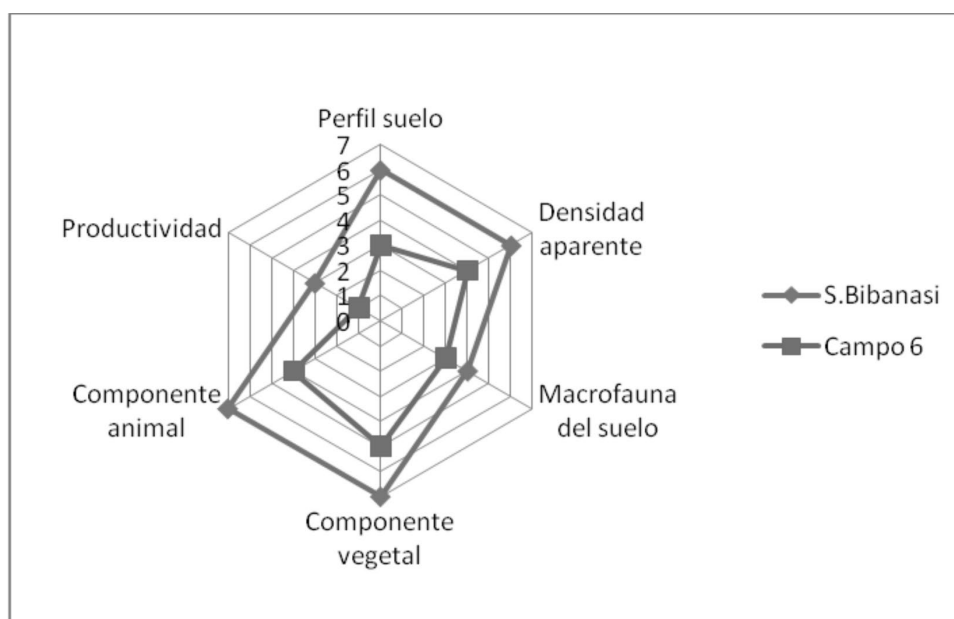


Figura 3. Comportamiento de los indicadores evaluados en los sitios.

Tabla 1. Resultados de la valoración ecológica de los indicadores y su sostenibilidad

Indicadores	Sierra de Bibanasi	Campo 6	Promedio de indicadores Campo 6	Evaluación de sostenibilidad
Perfil del suelo	6	3	3	2,5
Densidad aparente	6	4		
Macrofauna del suelo	4	3		
Componente vegetal	7	5	3	
Componente animal	7	4		
Productividad	3	1	1	
Valoración ecológica	5,5	3,3		

La calidad del suelo permite tener información de los indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo. El análisis químico del suelo mostró que tiene índices altos de materia orgánica, oscilando entre el 3,55 y 5,59 %, el pH varía entre ácido a medianamente ácido con valores de 4,98 a 5,50, y al evaluar el contenido de fósforo (≤ 15) y potasio (4,12-6,75) confirma que en ambos es bajo, aspecto de gran importancia, ya que la materia orgánica define la fertilidad del suelo, la estabilidad y la erosión. Esta información definió las especies a utilizar para comenzar la restauración, y en consecuencia mejorará el resto de los indicadores.

El análisis de suelo en el Campo 6 indicó altos valores de materia orgánica oscilando entre el 3,55 y 5,59 %, el pH varía entre ácido a medianamente ácido con valores de 4,98 a 5,50 y al evaluar el contenido de fósforo (≤ 15) y potasio (4,12-6,75).

Se ha enriquecido con diversas especies como majagua (*Hibiscus elatus* Sw.), cedro (*Cedrela odorata* L.), gía (*Caesarea guianensis* (Aubl.) Urb.), anacaguita (*Sterculia apetala* (Jacq.) Karst.), búfano (*Fraxinus cubensis* Griseb.), caoba de Honduras (*Swietenia macrophylla* King), caoba antillana (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.), níspero (*Achras sapota* Lin.), aguacate (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* Lin.), mamey (*Calocarpum sapota* (Jacq.) Ocuje (*Calophyllum inophyllum* L.), palmitas, framboyán (*Delonix regia* (Boger ex Hook.) Raf.), guayacán (*Gaiacum officinale* L.), pera, palma real (*Roystonea regia* (Kunth) O. F. Cook.), yarúa (*Caesalpinia violacea* (Mill.) Soplillo (*Lysiloma bahamensis* Benth.), bijáguara (*Colubrina ferruginea* Bring.), entre otras.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Misleydi Morales-Lezcano

Ingeniera Agrónoma, profesora adjunta de la Escuela de Capacitación provincial del MINAG de Matanzas. Temática de su investigación: "Contribución de la implementación de la técnica de Forestería Análoga en el sitio de Itabo, Matanzas". Otras líneas de investigación están dirigidas en las temáticas de cambio climático, estudio de especies con cierto grado de amenaza en la Sierra de Bibanasi, en Martí, Matanzas. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

CONCLUSIONES

- A partir de los principios de Forestería Análoga se obtuvo la caracterización del sitio de Itabo de la UCTB Estación Experimental de Itabo y se crearon las condiciones para el proceso de restauración en el Campo 6.
- Con el análisis de la fórmula fisionómica, análisis de brecha y valoración ecológica, se obtuvo que es necesario enriquecer el área de restauración con especies de mayor valor ecológico, económico y social.

BIBLIOGRAFÍA

- Núñez Barrizonte, A., Fernández Castillo, L.B., Vento Rivero, I. 2011. Contribución al estudio de las epífitas como producto forestal no maderable de valor cultural. Revista Forestal Barracoa (CU) 30(2): 37-42, julio-diciembre.
- Mondragón, D., Villa Guzmán, D.M. 2008. Estudio etnobotánico de las bromelias epífitas en la comunidad de Santa Catarina Ixtepejé, Oaxaca, México. Revista Polibotánica (MX) 026: 171-190, octubre.
- RIFA. Red Internacional de Forestería Análoga. 2008a. Manual práctico de Forestería Análoga. Ecuador. Editorial Quito-Ecuador. 38 p.
- RIFA. Red Internacional de Forestería Análoga. 2008b. La Gran Guía de la Forestería Análoga. Canadá. Editorial Centro Falls Brooks Centre. 21 p.
- RIFA. 2012. Forestería análoga. Una guía práctica para la restauración de la biodiversidad. CORDAID y Falls Brook Centre. 62 p.
- Senanayake, R., Beehler, Bruce M. 2000. Forest Gardens: Sustaining Rural Communities around the World Through Holistic Agro Forestry. Sustainable Development International, Second Edition IGC Publ. London. p: 95-98.

POTENCIAL ECONÓMICO DE CUATRO SITIOS MANEJADOS CON TÉCNICA DE FORESTERÍA ANÁLOGA

ECONOMIC POTENTIAL OF FOUR SITES MANAGED WITH ANALOGUE FORESTRY TECHNIQUE

M.Sc. ABILIO O'FARRILL-COLEBROOK¹, DR.C. WILMER TOIRAC-ARGUELLES¹, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRÍN³,
ING. ESPERANZA HIDALGO-RODRÍGUEZ⁴ E ING. ALQUILIO MOSQUERA-FIGUEROA⁵

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Innovación e Investigación Tecnológica.
Calle 174 no. 1724 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, Abilio@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa.
Paso de Cuba, Carretera a Guantánamo, Baracoa, Guantánamo, Cuba

³ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa.
Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba

⁴ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Itabo.
Calle Esteban Hernández 354, Itabo, Martí, Matanzas, Cuba

⁵ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Placetas.
Finca Díaz Cuevas, Oliver, Km 328 Placetas, C.P. 52 800, Cuba

RESUMEN

Se presenta la proyección a mediano plazo de las producciones a obtener a partir del diseño elaborado para los sitios Itabo, Matanzas; Díaz Cuevas, Oliver de Placetas, ambas del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales; tres fincas pertenecientes a las Cooperativas de Créditos y Servicios Paquito González y Julio Antonio Mella, en la Aplastada Arriba, municipio de Guisa, en Granma, y en el caso del sitio Baracoa, Guantánamo, en la localidad Hoyo de Sabanilla, su ulterior valoración y la evaluación económica de los resultados obtenidos en el cálculo. Mediante el análisis de las relaciones beneficio-coste y coste-beneficio, se aprecia el incremento constante de la efectividad económica prevista para las tierras manejadas con esta técnica. El objetivo del trabajo es presentar los resultados obtenidos al evaluar los impactos económicos esperados en las cuatro localidades donde se aplicó la técnica de Forestería Análoga en el país en su segunda etapa.

Palabras clave: Finca, Forestería Análoga, potencial económico, producción, valoración.

INTRODUCCIÓN

La Forestería Análoga es una técnica silvicultural que pretende lograr ecosistemas ecológicamente saludables, económicamente rentables y

ABSTRACT

The medium-term projection of the productions to be obtained from the design developed for the Itabo, Matanzas sites is presented; Díaz Cuevas, Oliver de Placetas, both from the Institute of Agroforestry Research; three farms belonging to the Credit and Service Cooperatives Paquito González and Julio Antonio Mella, in Arriba, municipality of Guisa in Granma and in the case of the Baracoa Guantánamo site in the Hoyo de Sabanilla locality, its subsequent valuation and economic evaluation of the results obtained in the calculation. Through the analysis of the benefit-cost and cost-benefit ratios, the constant increase of the economic effectiveness foreseen for lands managed with this technique is appreciated. The objective of the work is to present the results obtained when evaluating the expected economic impacts in the four locations where the Analog Forestry technique was applied in the country in its second stage.

Key words: Farm, analogical forestry, economic potential, production, valuation.

socialmente satisfactorios (Senanayake, 2005). Por sus propias características, los resultados de su aplicación se obtienen a corto, mediano y

largo plazo; por tanto, como 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, independientemente de las medidas dirigidas a fines específicos. Hasta hoy la única forma de evaluar la efectividad de cualquier actividad productiva es mediante el cálculo de sus indicadores económicos (Rodríguez, 2010).

Después de una exitosa aplicación en el difícil escenario de Guantánamo, debido a sus condiciones extremas de aridez y suelos salinizados, la Forestería Análoga se extendió a cuatro sitios con características edafoclimáticas, productivas y sociales muy disímiles. La montaña, representada por tres fincas en la Aplastada Arriba, Sierra Maestra, la premontaña, localizada en la finca Díaz Cuevas, Oliver en Placetas, la zona llana en Itabo, Matanzas, y una cuenca hidrográfica en el sitio Paso de Cuba-Hoyo de Sabanilla Baracoa, la región más lluviosa del país. La implementación de técnicas de restauración de ecosistemas degradados exige una seria evaluación de las repercusiones económicas de dicha acción que permita motivar a los usufructuarios de la tierra para su incorporación activa a este esquema de manejo armónico.

El presente trabajo recoge los resultados obtenidos al evaluar los impactos económicos esperados en las cuatro localidades donde se aplicó la Forestería Análoga en el país en su segunda etapa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El cálculo del potencial económico de las tierras manejadas con técnica de Forestería Análoga, consistió en la proyección a mediano plazo de las producciones a obtener en cada sitio; a partir del diseño elaborado, un plan para cada zona sobre la base de los resultados de la evaluación de los recursos, la visión desarrollada y la información disponible en la base de datos, su ulterior valoración y la evaluación económica de los resultados obtenidos en el cálculo.

Se trabajó en cuatro sitios con condiciones edafoclimáticas diferentes; se localizan en Itabo, Matanzas; Díaz Cuevas, Oliver de Placetas,

ambas del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales; tres fincas pertenecientes a las Cooperativas de Créditos y Servicios Paquito González y Julio Antonio Mella, en la Aplastada Arriba, municipio de Guisa, en Granma, y en el caso del sitio Baracoa-Guantánamo en la localidad Los Hoyos de Sabanilla, específicamente con las producciones vinculadas a las áreas cacaoteras pertenecientes a la UCTB Baracoa.

Como métodos de proyección se utilizaron criterio de expertos obtenidos mediante entrevistas personales y la extrapolación de tendencias, según O'Farrill (1986) y Vigoa *et al.* (2011). El procedimiento seguido fue:

- Recopilación de las informaciones referente a los volúmenes de producción, del año base y los gastos corrientes en que se incurrió en el año base para obtener los niveles de producción declarados.
- Recopilación de información actualizada de precios de los productos que se obtienen en la actualidad y en la perspectiva de acuerdo al diseño. Los volúmenes de producción previstos fueron valorados a precios actuales.
- Cálculo del valor de la producción proyectada.
- Cálculo de los gastos corrientes por año en base a los niveles de actividad proyectados.
- Proyección de la producción a mediano plazo (10 años).

El estudio comparativo de los resultados en los diversos escenarios se realizó en base a los resultados anuales del sitio, en cuanto a los ingresos y los gastos corrientes, quienes determinan las relaciones beneficio-costos y costos-beneficio.

La relación beneficio-costos indica cuántas veces el beneficio supera los gastos corrientes en que se incurre al obtener determinada producción, y la relación costos-beneficio indica la fracción del beneficio que significan los gastos corrientes en que se incurre; siempre que esta relación esté por debajo de 1, es positivo el resultado, o sea, beneficioso para el productor, sea estatal o particular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las consultas realizadas, se llega a la conclusión que es la primera ocasión en que se aborda el criterio de la necesidad de la proyección y evaluación de las potencialida-

des económicas de los sitios manejados con técnica de Forestería Análoga, como contribución a su consolidación como método de recuperación de ecosistemas degradados y mejoramiento de las condiciones de vida de los productores. En los trabajos de Torres y Arévalo (2007), Eleazar *et al.* (2007), Jiménez (2008), Gamboa *et al.* (2008), Gamboa *et al.* (2011), así como Vindas y Ebanks (2013), generalmente se describen las producciones de las fincas o los resultados obtenidos en determinados períodos, no hacen proyecciones a mediano y largo plazo; por tanto, no se encuentran elementos que permitan establecer comparaciones entre el presente trabajo y los realizados en otros países, y solo se pueden contrastar resultados de la proyección del potencial económico en diferentes sitios en el país. A continuación se muestran los resultados de cada sitio de estudio.

Sitio de Itabo, Matanzas

El sitio de Itabo se encuentra en el municipio de Martí, provincia de Matanzas. Se caracteriza por tener un suelo clasificado como Ferralítico Rojo Gleyzado (Instituto de Suelos, 1999), una altitud de 5 msnm, precipitación promedio de 1500-1600 mm/año, una temperatura promedio anual de 25 °C, topografía llana y un área total de 33,4 ha (Oficina Nacional de Estadísticas, 2016). Posee un área total de 26,8 ha, produce viandas, frutas, condimentos y vegetales, plantas ornamentales, posturas forestales y frutales, así como semillas forestales y subproductos del bosque; también influye en alguna medida el elevado potencial de explotación de madera en pie. Sus indicadores la señalan como la que tiene mayor tendencia a la eficiencia económica por el incremento sostenido de las producciones, independientemente del potencial maderable de que dispone (*Tabla 1*).

Tabla 1. Estado de resultados anuales del sitio Itabo

Conceptos	Años (valores en miles de pesos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	28,6	32,4	39,8	45,2	54,5	60,1	61,1	61,5	62,2	62,6
Costos anuales	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Utilidad bruta	28,4	32,2	39,5	45,1	54,2	59,8	60,8	61,1	61,8	62,2
Impuesto a la utilidad	9,4	11,3	13,8	15,8	19,0	20,9	21,3	21,4	21,6	21,8
Utilidad neta	19,0	20,9	25,7	29,3	35,2	38,9	39,5	39,7	40,2	40,4
Relaciones										
Beneficio-costo	143,00	162,00	132,67	150,33	181,67	200,33	203,67	153,75	155,50	156,50
Costo-beneficio	0,007	0,006	0,025	0,007	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006

Sitio de Placetas, Villa Clara

El sitio Placetas, ubicado en la finca La Victoria, antigua finca Díaz Cuevas, en el Consejo Popular Oliver de Placetas, Villa Clara, se localiza en las coordenadas 22°19'46.5"N y 79°43'92.9"W a 79 m sobre el nivel del mar, con topografía llana, precipitación promedio de 1200 mm, 25,1 °C de temperatura media y una humedad relativa del 83 % (Hernández, 2010), con un área total

de 66,99 ha, la finca La Victoria, de Placetas, obtiene en la actualidad y proyecta una amplia gama de producciones, consistentes en café, frutales, viandas, granos y cárnicos. Se caracteriza por que la mayor parte de su producción se dedique al autoconsumo, lo cual no deja margen comercial considerable, no obstante sus indicadores muestran una gran tendencia a la estabilidad de forma eficiente (*Tabla 2*).

Tabla 2. Estado de resultados anuales del sitio Placetas

Conceptos	Años (valores en miles de pesos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	41,8	41,8	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7
Costos anuales	7,9	7,9	7,9	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Utilidad bruta	33,90	33,90	38,80	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30
Impuesto a la utilidad*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	33,90	33,90	38,80	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30
Relaciones										
Beneficio-costo	5,29	5,29	5,91	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
Costo-beneficio	0,189	0,189	0,169	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180

* No se cobró impuesto a la utilidad.

Sitio de La Aplastada Arriba, en Guisa, provincia de Granma

El sitio Guisa atiende las tres fincas pertenecientes a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) Paquito González, en la comunidad La Aplastada Arriba, perteneciente al Consejo Popular Palma del Perro, ubicada en la Sierra Maestra, municipio de Guisa, provincia de Granma. Se localiza en los 20° 11’ de latitud norte y los 76° 26’ de longitud oeste (en la hoja cartográfica Baire 4976 IV, 1:50000), a una altitud de 600 msnm. En el territorio existen problemas ambientales relacionados principalmente con la pérdida de la biodiversidad y fragmentación de los hábitats, procesos erosivos del suelo, pérdida de cobertura forestal ocasionados por la acción antrópica, dirigida principalmente al fomento de la agricultura de secano y la ganadería, falta de conocimiento de

los comunitarios sobre el manejo y conservación de los recursos naturales, agricultura de subsistencia con impactos negativos sobre el ecosistema (Molina, 2016).

Finca 1

Tiene un área total de 12 ha. La principal producción de esta finca es el café, además de comercializar guano, palmiche y yaguas. Consume y comercializa los excedentes de mango, mamoncillo, plátano fruta, coco y yuca. Se observa después de un deterioro en el primer año, por haber incurrido en gastos que no suplieron las pérdidas por problemas climatológicos, que se logra un incremento constate del resultado de la relación beneficio-costos y la disminución de la relación costo-beneficio, que como se dijo anteriormente beneficia al productor. Esto se logra al estabilizarse los rendimientos en el café a partir del tercer año de la entrada en producción de los fomentos.

Tabla 3. Estado de los ingresos anuales. Finca 1

Años (valores en miles de pesos)										
Conceptos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	7,76	11,40	16,01	20,09	26,04	26,27	26,41	26,53	26,72	26,9
Costos anuales	8,87	8,87	8,87	8,87	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71
Utilidad bruta	-1,11	2,53	7,14	11,22	17,22	17,33	17,70	17,82	18,01	18,19
Impuesto a la utilidad*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	-1,11	2,53	7,14	11,22	17,22	17,33	17,70	17,82	18,01	18,19
Relaciones										
Beneficio-costos	0,875	1,285	1,805	2,265	2,990	3,016	3,032	3,056	3,068	3,088
Costo-beneficio	1,143	0,778	0,554	0,442	0,334	0,332	0,330	0,328	0,326	0,322

* No se cobró impuesto a la utilidad.

Finca 2

Tiene un área total de 3,9 ha. Al igual que en la finca 1, en la 2 se observa la progresión constante de la relación beneficio-costos y la disminución de la relación costo-beneficio, pero sus valores son más sólidos. Su producción fundamental es el café, que comienza al tercer año con ventas

de 8,0 Mp, y en el año diez alcanza su máximo potencial de 80,0 Mp. Proyecta otras producciones, algunas ya establecidas y otras en fomento, como son aguacate, plátano fruta, coco, carne de cerdo y huevos, mientras los gastos se mantienen constantes. Se muestra la proyección de las relaciones beneficio-costos y costo-beneficio de la Finca 2 (Tabla 2).

Tabla 4. Estado de resultados anuales de la Finca 2

Años (valores en miles de pesos)										
Conceptos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	38,3	38,3	66,3	106,3	199,3	199,3	199,3	199,3	199,3	199,3
Costos anuales	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Utilidad bruta	33,2	33,2	61,2	101,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2
Impuesto a la utilidad*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	33,2	33,2	61,2	101,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2	194,2
Relaciones										
Beneficio-costos	7,510	7,510	13,000	20,843	39,078	39,078	39,078	39,078	39,078	39,078
Costo-beneficio	0,133	0,133	0,077	0,048	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026

* No se cobró impuesto a la utilidad.

Finca 3

La finca 3 posee 7 ha. En su proyección se observa una variación positiva en las relaciones beneficio-costos y costo-beneficio. Sus mayores ingresos se deben a la producción y venta de

café, no obstante produce volúmenes importantes de plátanos vianda, burro y fruta, yuca, boniato, frijol, ñame, calabazas y hortalizas (Tabla 3).

Tabla 5. Estado de resultados anuales en la Finca 3

Conceptos	Años (valores en miles de pesos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	94,3	114,7	125,1	127,7	130,3	132,9	135,5	138,1	140,7	143,3
Costos anuales	6,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Utilidad bruta	87,6	108,9	119,3	121,9	124,5	127,1	129,7	132,3	134,9	137,5
Impuesto a la utilidad*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	87,6	108,9	119,3	121,9	124,5	127,1	129,7	132,3	134,9	137,5
<i>Relaciones</i>										
Beneficio-costos	14,07	19,78	21,59	22,02	22,47	22,91	23,36	23,81	24,26	24,71
Costo-beneficio	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

* No se cobró impuesto a la utilidad.

Los resultados obtenidos indican que la proyección de desarrollo de las fincas de Guisa las encamina a elevados niveles de eficiencia económica de cumplirse con la ejecución del diseño elaborado.

Sitio Hoyo de Sabanilla, Baracoa, Guantánamo

Este sitio se localiza entre 50 y 35 msnm, con una temperatura media anual de 25,52 °C y una precipitación total anual de 2103,43 mm (Rodríguez *et al.*, 2009). Posee 45,2 ha manejadas con técnica de

Forestería Análoga. Toda la producción de este sitio está relacionada con las investigaciones cacaoteras, el cual aporta los mayores ingresos junto a la venta de horcones para cercas, híbridos de cacao y cocos. Otros frutales obtenidos en este ecosistema como los plátanos y cítricos son utilizados para el autoconsumo. Los indicadores de costo-beneficio y beneficio-costos mejoran progresivamente hasta su estabilización (Tabla 6) debido a que como es un área estable, cíclicamente se obtienen las mismas producciones y se incurren en los mismos gastos.

Tabla 6. Estado de resultados anuales sitio Baracoa

Conceptos	Años (valores en miles de pesos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	506,76	508,77	520,50	528,77	528,87	528,88	529,15	529,17	529,20	529,25
Costos anuales	286,4	286,4	286,4	286,4	286,4	286,4	286,4	286,4	286,4	286,4
Utilidad bruta	220,36	223,37	234,10	242,37	242,47	242,48	242,75	242,77	242,80	242,85
Impuesto a la utilidad	77,13	78,18	81,94	84,83	84,86	84,87	84,96	84,97	84,98	85,00
Utilidad neta	143,23	145,19	152,16	157,54	157,61	157,61	157,79	157,80	157,82	157,85
<i>Relaciones</i>										
Beneficio-costos	1,769	1,776	1,817	1,846	1,847	1,847	1,848	1,848	1,848	1,848
Costo-beneficio	0,565	0,563	0,550	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541

CONCLUSIONES

- La evaluación de los impactos económicos esperados en las cuatro localidades donde se aplicó la técnica de Forestería Análoga en el país en su segunda etapa ha permitido demostrar el elevado potencial económico de que disponen.
- La eficiencia de los resultados económicos esperados en los cuatro sitios manejados

- se mostraron mediante la mejora sostenida de los indicadores beneficio-costos, el cual se mantuvo sobre 1 para todos los casos al final del período, y la relación costo-beneficio estuvo siempre también por debajo de 0.
- Aun con sus peculiaridades, siempre y cuando se ejecuten seriamente los diseños elaborados, se pueden lograr avances económicos

sostenidos en cada sitio donde se aplique la
Forestería Análoga.

BIBLIOGRAFÍA

- CATIE. 2010. Proyecto Regional. Restauración de la Biodiversidad y Desarrollo Comunal a través de la Forestería Análoga. Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- Eleazar, V., Saini, M., González, M. 2007. Caracterización de una finca de Forestería Análoga en bosque húmedo tropical. CATIE. 17 p.
- Gamboa, L., Hendriks, M. 2008. Forest Garden Products Certification. Setting standards for ecological restoration and biodiversity. 12 p.
- Gamboa, L. *et al.* 2011. Sistematización de los 10 años de aplicación de la Forestería Análoga en Ecuador. Caso de nuevo mundo, Nordeste de Pichincha. 70 p. Disponible en: www.analogforestry.org/?smd_process_download=1&download_id=2812. [Consultado: julio 2017].
- Hernández, A. 2010. Ordenamiento territorial de las áreas de la Finca "Díaz-Cuevas". Informe de trabajo. 10 p.
- Instituto de Suelos. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Ministerio de la Agricultura. 64 p.
- Molina, Y. 2016. Percepción ambiental de actores sociales de la comunidad la Aplastada Arriba en la aplicación de prácticas agroecológicas. (Inédito).
- O'Farrill, A. 1986. Bases teóricas de la elaboración del pronóstico agropecuario. Boletín de reseñas. Economía Agropecuaria No. 1. MINAG. Editorial CIDA. 50 p.
- Oficina Nacional de Estadísticas. 2016. Anuario Estadístico Matanzas 2015. Disponible en: línea: www.one.cu/aed2015/Matanzas/municipio/03marti.pdf.
- Consultado: 28 de agosto de 2017.
- Rodríguez, P.E., Noa, N., Leyva, G., Rodríguez, B. 2009. Proyecto de Ordenación y Desarrollo de la Economía Forestal (2008-2017) para la Empresa Forestal Integral Baracoa. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. 57 p.
- Rodríguez, E. 2010. Como hacer un estudio de factibilidad en el sector productivo para encaminar un proceso inversionista. Instituto de Investigaciones Forestales. Desarrollo y Negocios. 42 p. (Inédito).
- Senanayake, R. 2005. Principles of Analog Forestry. Disponible en: <http://www.richforests.org/our-method/analog-forestry/>. [Consultado: julio 2017].
- Vigoa, C., Granadillo, M. 2011. Herramientas básicas del planificador. La Habana. Editorial Félix Varela. 233 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Abilio O'Farrill Colebrook

Licenciado en Geografía, Máster en Geografía, Medio Ambiente, Ordenación Territorial en la mención de Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, labora en el Grupo de Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). Realiza trabajo de investigación en temas relacionados con la Forestería Análoga, Economía Ambiental y el Medio Ambiente. Ha impartido conferencias y asesoramientos a personal técnico y especialistas, y participado en eventos nacionales e internacionales.

REGENERACIÓN NATURAL DE *JUNIPERUS SAXICOLA* BRITTON Y P. WILSON EN UN FRAGMENTO DEL BOSQUE NUBLADO PARQUE NACIONAL TURQUINO

NATURAL REGENERATION OF *JUNIPERUS SAXICOLA* BRITTO AND P. WILSON IN A FRAGMENT OF THE CLOUD FOREST NATIONAL PARK TURQUINO

ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA, M.Sc. ADONIS SOSA-LÓPEZ, M.Sc. ALAIN PUIG-PÉREZ, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRÍN E ING. ISNAUDY GARCÍA-RODRÍGUEZ

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

RESUMEN

La investigación se realizó en la Unidad Zonal de Conservación Aguada de Joaquín, perteneciente al Parque Nacional Turquino, municipio de Bartolomé Masó, Granma, Cuba, con el objetivo de evaluar la regeneración natural de *Juniperus saxicola* Britton & P, en una formación de bosque nublado. Se utilizó la metodología del muestreo diagnóstico en árboles reproductivos de la especie y se establecieron parcelas circulares dispuestas en forma concéntrica. Entre los parámetros evaluados se encontraron los siguientes: cantidad de individuos de la regeneración natural, densidad y distribución espacial. Los resultados arrojaron que la especie muestra una distribución agregada debido a la dispersión de los individuos, la misma aumenta a medida que aumenta el diámetro y la altura, dadas las características de la especie. Teniendo en cuenta los resultados alcanzados, se sugiere el manejo adecuado de la regeneración natural para lograr una mayor conservación de los individuos.

Palabras clave: Regeneración natural, distribución espacial, densidad.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de biodiversidad es uno de los problemas globales que ocupa a la mayoría de los científicos del mundo, siendo identificado en la Estrategia Ambiental de Cuba (CITMA, 2007), dada su significativa afectación en ecosistemas de alta fragilidad y su importancia económica

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Zonal Unit of Conservation "Aguada de Joaquín", belonging to the National Park Turquino, municipality Bartolomé Masó, Granma Cuba, with the objective of evaluating the natural regeneration of *Juniperus saxicola* Britton & P, in a formation of cloud forest. The methodology of the sampling diagnostic was used in reproductive trees of the species, circular parcels prepared in concentric form were established down. Among the evaluated parameters are the following ones: quantity of individuals of the natural regeneration, density and space distribution. The results revealed that the species shows an added distribution due to the dispersion of the individuals, the same one increases as it increases the diameter and the height, given the characteristics of the species. Analyzing the reached results, the appropriate handling of the natural regeneration is suggested to achieve a bigger conservation of the individuals.

Key words: Natural regeneration, space distribution, density.

y social, como son las montañas de la Sierra Maestra.

En la lista roja de la flora vascular de Cuba González *et al.* (2016) exponen la situación real del estado de conservación del 66 % de la flora

nacional, al compilar la evaluación de 4627 taxones, entre los cuales se encuentra *Juniperus saxicola* Britton & P. Wilson (sabina), que se reporta en peligro crítico por presentar una distribución geográfica y una ocupación de área reducidas y severamente fragmentada, así como una disminución continua de sus individuos.

La interacción entre las condiciones físicas y bióticas en diferentes ambientes determina la variabilidad selectiva que ha dado lugar a una multiplicidad de mecanismos a través de los cuales las plantas se regeneran, y las mismas dan respuesta a la diversidad funcional, observada en diferentes ecosistemas (Grime, 2001).

Según Norden (2014), la regeneración natural juega un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los bosques tropicales. En dicho proceso ocurren las fases de producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas; cada una de estas fases representa un cuello de botella muy fuerte en la demografía de las especies, pues los estadios más tempranos en el ciclo de vida de las plantas (semillas y plántulas) son los más vulnerables a las de origen ambiental y biótico, y por ende los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad.

El éxito de la regeneración natural es considerado como la clave para el manejo sostenible de los bosques tropicales. Asegurar el reemplazo de individuos aprovechados ha sido una preocupación constante para los ecólogos y especialistas

forestales con el fin de mantener la estructura y composición de los bosques. Este tema ha sido abordado por diferentes autores, entre los que cuentan Álvarez *et al.* (1991), Chambers y Mahon (1994), Loiselle *et al.* (1996), Guariguata y Pinard (1998).

Los sabinares poseen características particulares que le conceden indudable importancia. Estos “ancianos” relicticos sobreviven en paisajes de montaña formando estructuras características de alto valor paisajístico. En general, dada la ubicación de sus poblaciones, la única agresión que sufren a nivel paisajístico es debido a los eventos meteorológicos y la acción antrópica por su desconocimiento (Montesinos, 2009).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la investigación tiene como objetivo evaluar la regeneración natural de *Juniperus saxicola* Britton & P. Wilson en el Bosque Nublado, Parque Nacional Turquino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

La investigación se realizó en 2015 en el Parque Nacional Turquino (PNT) con presencia de *Juniperus saxicola*, ubicada en la Unidad Zonal de Conservación (UZC) Aguada de Joaquín (Fig. 1) sobre los suelos Ferralítico Rojo Lixiviado y Ferralítico Rojo Amarillento, localizado entre los 1000 y 1400 msnm (Lastres *et al.*, 2011).



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio (GEOCUBA, 2012).

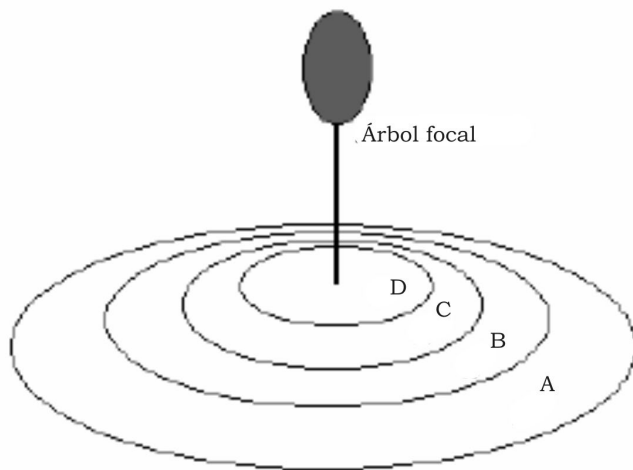
Al encontrarse en el grupo orográfico de mayor elevación en el país, esta zona posee un microclima característico con bruscos cambios

en algunas de sus variables meteorológicas en períodos relativamente cortos. La temperatura máxima promedio anual disminuye desde

30 °C en la costa hasta 16 °C en las partes más altas para el verano, mientras que las mínimas son más bajas en las zonas de La Aguada del Joaquín, donde se han registrado hasta 5 °C en la estación invernal. Además, la temperatura media anual es de 16-20 °C y precipitaciones anuales de 2200 a 2600 mm. Los nublados son abundantes casi todo el año, por lo que la humedad del aire es relativamente alta, registrándose neblinas intermitentes a ras del suelo (Lastres *et al.*, 2011).

Metodología

La investigación evaluó el proceso de regeneración de *Juniperus saxicola* en la formación Bosque Nublado PNT, siguiendo la metodología del muestreo diagnóstico (Rojas, 1975; Dubois, 1980; Hutchinson, 1990). Se establecieron parcelas circulares dispuestas en forma concéntrica de acuerdo a Melo (1995) (Fig. 2), cuyos radios fueron de 5,64 m, 2,8 m, 1,0 m y 0,33 m, respectivamente. Estas parcelas circulares son frecuentemente utilizadas cuando se desarrollan trabajos de autoecología de especies como la evaluación de la estructura del hábitat, en los cuales se emplean unidades circulares centradas por un individuo o árbol focal de la especie de interés (Collins y Good, 1987).



Fuente: Melo (1995)

Figura 2. Parcelas circulares concéntricas, centradas por un árbol focal.

Para analizar el patrón de distribución espacial se consideró el índice de dispersión de Morisita (1959). Una cualidad de este índice es que es poco influenciado por el tamaño de las parcelas y presenta excelentes cualidades para la detección

del grado de dispersión de las especies (Barros y Machado, 1984). El índice puede asumir valores entre -1 y +1, donde $I_d = 0$, presenta una distribución aleatoria, $I_d > 0$, distribución agregada y $I_d < 0$ distribución uniforme (Caldato *et al.*, 2003; Cabrera y Wallace, 2007), tal como se expresa en la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{n[\sum_{i=1}^n (Z^2 - N)]}{N(N-1)}$$

donde:

I_d : Índice de Morisita.

N : Número total de individuos contenidos en n subparcelas.

n : Número total de subparcelas muestreadas.

Z^2 : Cuadrado del número de individuos por subparcelas.

Se determinó la distribución del número de regenerantes en función del diámetro y la altura de los árboles progenitores (Parrado, 2007) para analizar la incidencia de las dimensiones de los mismos sobre el número de regenerantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se localizó un total de 88 individuos de *Juniperus saxicola* en todas las fases de desarrollo, distribuidos en pequeños grupos aislados, de los cuales 51 fueron regenerantes y solamente se identificaron cinco individuos como árboles reproductores. Esto se debe a la extracción furtiva de árboles adultos y a los eventos climáticos como fuertes ciclones.

También podemos decir que la baja regeneración de estos individuos adultos puede estar influenciada por la supervivencia de las semillas y las plántulas. Algunos factores importantes son la disponibilidad de luz y nutrientes del suelo, hojarasca y árboles en descomposición.

Distribución espacial de la regeneración natural de *Juniperus saxicola*

El índice de Morisita fue de 0,6, lo que evidencia una distribución agregada, lo cual revela que la población arbórea forma pequeñas manchas o grupos de individuos. Este patrón puede estar relacionado con una distribución más localizada de micrositios favorables al establecimiento de plántulas, como refieren Bleher y Böhning (2001).

Según Márquez (2000), un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio. Existen muchas causas probables para la formación de un patrón agregado, cuyo estudio puede ser relevante para comprender mejor la biología o ecología de los organismos. Si solo consideramos factores intrínsecos, la agregación podría ser consecuencia de interacciones sociales, tales como la organización para realización de tareas como la búsqueda del alimento. Asimismo, podría ser una consecuencia del modo reproductivo predominante en la población, o baja dispersión de semillas. Si consideramos además factores extrínsecos, la agregación podría ser una consecuencia del patrón de disposición de los recursos o los peligros en el medio, comportamientos defensivos, o aprovechamiento de parches de alta calidad y despo- blamiento de zonas pobres. Estas dos clases de factores pueden igualmente interactuar de muchas formas y afectar la trayectoria evolutiva de la población o especie a todos los niveles de organización. Resultados similares fueron

encontrados por Pereira y Lima (2010) para un fragmento de bosque cerrado en el sudeste de Brasil, Donoso *et al.* (2008) en un bosque siempre verde de Chiloe en Chile; y Nascimento *et al.* (2001) en un fragmento de bosque umbrófilo mixto de Brasil.

Comportamiento de la regeneración natural de *Juniperus saxicola*

El número de regenerantes por árbol (*Fig. 3*) se correlaciona positivamente con el diámetro y la altura de los árboles progenitores. A medida que aumentan estos parámetros aumenta el número de regenerantes. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gamboa (2008) para la regeneración natural de *Diptenix panamensis*; Puig (2016) para *Abarema maestrensis*, especie endémica, y bajo la misma categorización de amenaza en el PNT.

La tendencia de la relación expuesta se ajusta, con alto coeficiente de regresión, a una ecuación lineal en el caso del diámetro de los árboles y a una ecuación exponencial para la altura, lo cual justifica la precisión del análisis.

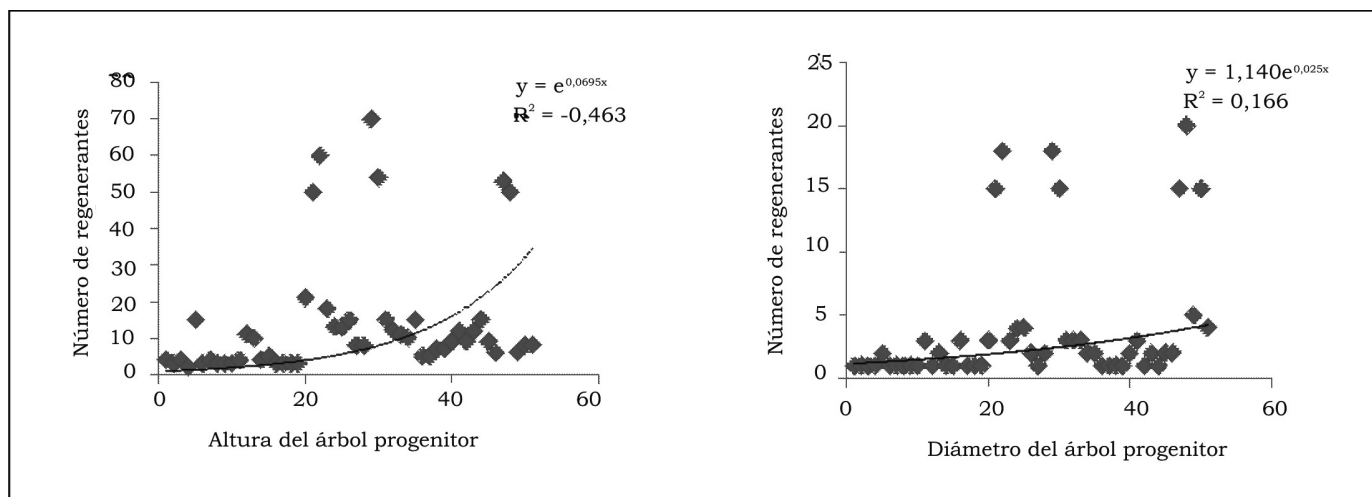


Figura 3. Dispersión del número de regenerantes en función del diámetro y la altura en el árbol progenitor.

CONCLUSIONES

- La especie *Juniperus saxicola* mostró un patrón de distribución espacial agregado, indicador de la preferencia por el gregarismo en el ambiente frágil y montañoso de la Sierra Maestra.
- Para las condiciones imperantes en el Parque Nacional Turquino, la especie *Juniperus saxicola* requiere del manejo de la regenera-

ción natural para una mejor conservación y supervivencia de sus individuos.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Buylla, E., García-Barrios, R. 1991. Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the neotropics. *The American Naturalist* 137: 133-154.

- Barros, P. L. C. y S. A. Machado. 1984. Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia Brasileira. Curitiba: FUPEF-UFPR, Série Científica, n. 1. 42 p.
- Bleher, B.; Böhning G., K. 2001. Consequences of frugivore diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial pattern of seedlings and trees. *Oecologia* (DE) 129: 385-394.
- Cabrera, W.H., Wallace, R. 2007. Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. *Ecología en Bolivia* (BO) 42(2): 121-135.
- Caldato, S.L., Vera, N., Mac Donagh, P. 2003. Estructura poblacional de *Ocotea puberula* en un bosque secundario y primario de la selva mixta misionera. *Ciência Florestal* (BR) 13(1):25-32.
- Chambers, J.C., Mac Mahon, J.A. 1994. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology Systematic* (US) 25: 263-292.
- CITMA. 2007. Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010. Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país. La Habana. 83 p.
- Collins, S., Good, R. 1987. The seedling regeneration niche: Habitat structure of tree seedlings in a oak – pine forest. In: *Oikos*. Vol. 48. 89-98 pp.
- Donoso, C., Grez, R., Escobar, B., Real, P. 2008. Estructura y dinámica de bosques del tipo forestal siempreverde en un sector de Chiloe insular. *Bosque* (CL) 5(2): 82-104.
- Dubois, J. 1980. Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques tropicales por sistemas naturales y semi naturales. 38 p.
- Gamboa B, N. 2008. Regeneración natural de *Dipterix panamensis* (Pitier) en fragmentos de bosques Sarapiquí, Costa Rica. 123 h. Tesis (en opción al título de Máster en Manejo de Recursos Naturales). Universidad Estatal a Distancia. Vicerrectoría Académica. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Costa Rica.
- GEOCUBA. 2012. Mapas del Parque Nacional Turquino. Escala: 1: 100 000.
- González Torres, L.R. *et al* 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bisbee* 10 (número especial 1):1-352.
- Grime, J.P. 2001. *Plants strategies, vegetation processes, and ecosystem properties* (2da. ed.). John Wiley y Sons, LTD, UK. 417 p.
- Guariguata, R.M., Pinard, M.A. 1998. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: Implications for natural forest management. *Forest Ecology and Management* (NL) 112: 87-99.
- Hutchinson, I. D. 1990. Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest. *Commonwealth Forestry Review* (US) 69(3):113-132.
- Lastres, A., I., Hernández R., P., Gómez T., J.M. 2011. Área Protegida Parque Nacional Turquino. Plan de Manejo 2011-2015. 45 p.
- Loiselle, A.B., Ribbens, E., Vargas, O. 1996. Spatial and temporal variation of seed rain in a tropical lowland wet forest. *Biotropica* (US) 28: 82-95.
- Marquez, E. 2000. Curso de Biología de Poblaciones y Evolución. Tema 2: Disposición Espacial. Web-site: prof.usb.ve/ejmarque/cursos/ea2181/core/desp01.
- Melo, O.A. 1995. Estructura del hábitat de tres especies arbóreas de los bosques de guandal del litoral pacífico colombiano. 103 h. Tesis (en opción al Título de Máster en Ciencias en Silvicultura y Manejo de Bosques. Universidad Nacional de Colombia.
- Montesinos, D., Garía, D. 2009. 5130 Formaciones de *Juniperus communis* en brezales o pastizales calcáreos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 39 p.
- Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University* (JP) 2: 215-235.
- Nascimento, A.R.T., Longhi, S.J., Brena, D.A. 2001. Estructura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal* (BR) 11(1): 105-119.
- Norden, N. 2014. Del porqué la Regeneración Natural es tan importante para la coexistencia de especies en los Bosques Tropicales. Artículo en revisión. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fundación Cedrela, Diagonal 40A N°18A-09, Bogotá D.C., Colombia. 261 p.
- Parrado R., A. 2007. Distribución espacial de semillas y plántulas de dos especies de árboles tropicales: ¿Hay correspondencia entre los patrones? *Revista Colombia Forestal* (CO) 10(20): 5-25, diciembre.
- Pereira B., W., Lima R., M. de S. 2010. Estructura espacial e diamétrica de especies arbóreas eses condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. *Hoehnea* (BR) 37(2): 181-198.
- Puig, A. 2016. Caracterización estructural de la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en el Parque Nacional Turquino. 65h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar de Río, Cuba.
- Rojas, A.M. 1975. Un enfoque para el estudio de la regeneración natural de los bosques húmedos de Colombia. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. 18 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: José Luis Rodríguez Fonseca

Ingeniero Forestal, aspirante a Investigador, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Conservación de Especies Amenazadas de la Sierra Maestra, Biodiversidad, Silvicultura Urbana y Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. Recibió posgrados en Elaboración de Proyecto Competitivo, Fenología de Especies Forestales, Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, entre otros. Es autor y coautor de publicaciones científicas sobre temas de conservación de especies amenazadas, y ha inscrito resultados de sus investigaciones. Ha participado activamente 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.

RESPUESTA HIDROLÓGICA ENTRE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTO, ALTURAS DE PIZARRAS, PINAR DEL RÍO

HYDROLOGICAL ANSWER AMONG PLANTATIONS OF PINE AND EUCALYPTUS, ALTURAS DE PIZARRAS, PINAR DEL RÍO

ING. ARSENIO RENDA-SAYOUX¹, M.Sc. YOLANIS RODRÍGUEZ-GIL¹, DR.C. TOMÁS PLASENCIA-PUENTES²
Y DR.C. JUAN A. HERRERO-ECHAVARRÍA³

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

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Viñales, Km 20, Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer resultados de investigación sobre las relaciones entre las lluvias, el escurrimiento superficial y la evapotranspiración anual total en plantaciones de eucaliptos y pinares luego de siete años de haberse establecido, sobre lo cual no hay antecedentes nacionales sobre este tipo de investigación, lo que conllevó a trazarnos como objetivo revelar el comportamiento de las variables lluvias, escurrimiento superficial y la evapotranspiración anual total a los siete años de plantadas estas especies en la Estación Hidrológica Agro-Forestal Amistad. Los resultados que se obtuvieron reviste importancia para comprender y mejorar acciones prácticas en el manejo de plantaciones forestales para alcanzar efectos hidrorreguladores, hidroprotectores y antierosivo en el espacio cuencas hidrográficas. Se concluye que las plantaciones de pinares y eucaliptos no muestran diferencias significativas en los efectos hidrológicos en el espacio cuenca hidrográfica.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, respuesta hidrológica, pinos, eucaliptos.

ABSTRACT

In the present paper the results of investigation on the relationship between the variable rains, runoff and total annual evapotranspiration in Eucalyptus and Pine plantation after seven years of established are given. The main objective is to reveal the behaviour of the foregoing variables in this time at the Hydrologic Agroforestry Estation "Amistad". The actualization of results obtained is very important to understand and improve practical actions in the forest plantation management to reach hydroregulation, hydroprotection and antierosion effects in watershed area. It conclude that after seven year of plantation of both species although deferent grow respect to diameter and high, there not significant deferent in the hydrological effects related to sheet runoff, evapotranspiration and coefficient runoff.

Key words: Watershed, hydrological effects, pine, Eucalyptos.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de diversas especies de pinos y eucaliptos ocupan la mayor superficie de áreas plantadas en el país en general, y en Pinar del Río en particular, donde se han plantado más de 73 000 ha (Dinámica Forestal, 2005) en zonas donde prevalecen las condiciones de suelos y

clima similares al área experimental donde se obtuvieron los resultados de este trabajo.

En relación con la hidrología de las plantaciones forestales en general, en los últimos tiempos se ha puesto énfasis en las relaciones entre las lluvias, el escurrimiento superficial y la eva-

potranspiración, lo cual está adquiriendo una enorme importancia para mejorar las diligencias encaminadas a garantizar un suministro de agua con calidad para todos los usos de forma sostenida, cuando se depende de los bosques para la disponibilidad de este preciado líquido.

Los resultados de este trabajo, no registrado en la literatura nacional, ponen de evidencia la necesidad actual muy sentida de incluir en las políticas de manejo de aguas, los resultados de las investigaciones sobre hidrología forestal sugeridos antes por Donovan (2007) y Calder *et al.* (2007).

El objetivo central del presente artículo es revelar el comportamiento de las variables lluvias,

escurrimiento superficial y la evapotranspiración anual total a los siete años de establecidas las plantaciones de *Eucaliptus pellita* y *Pinus caribaea* en la Estación Hidrológica Agroforestal Amistad, provincia de Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental (*Fig. 1*) está ubicada en la parte superior de la cuenca del río San Diego, en las coordenadas geográficas 22°45' de latitud norte y 83°30' de longitud oeste, con una altura entre los 95 y 135 msnm. Las subcuencas están cerradas en un punto, con su correspondiente vertedor y su correspondiente Linnigrafo.

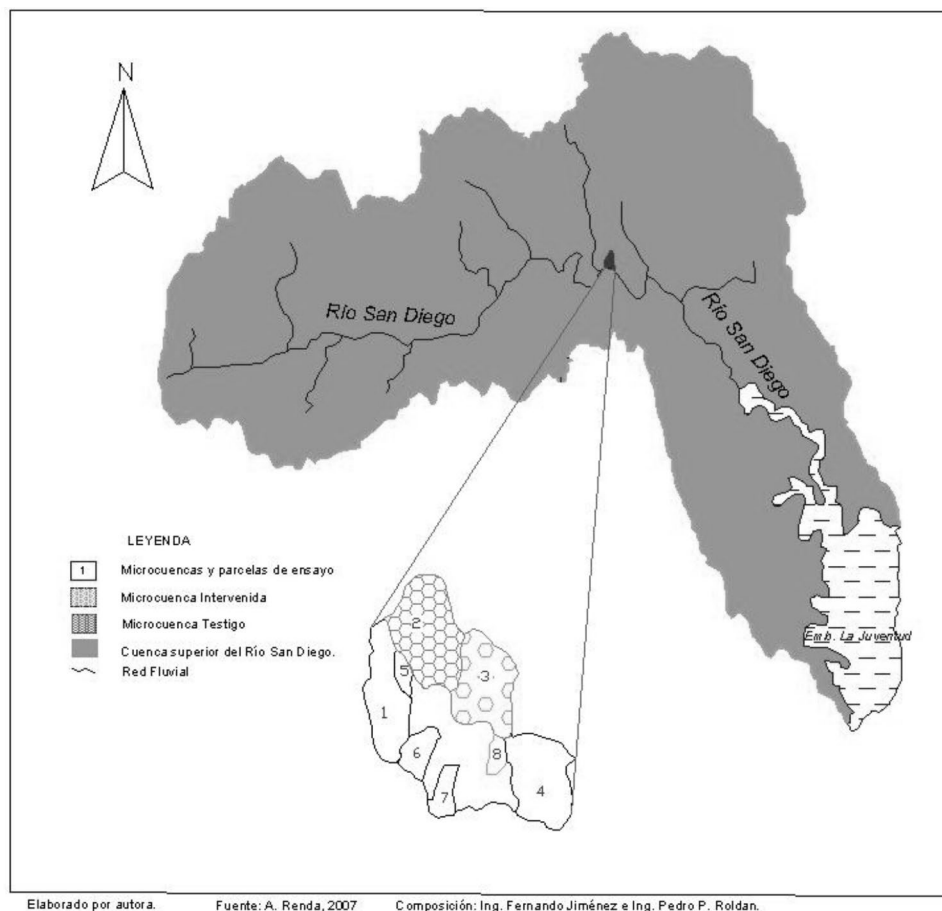


Figura 1. Ubicación del área experimental.

La topografía es accidentada y típica para el sistema montañoso de la provincia de Pinar del Río, las pendientes predominantes en las subcuencas III y VI donde se efectuaron las plantaciones de las dos especies se encuentran en el rango del 9 al 40 %.

El suelo, según estudios realizados por Calzadilla *et al.* (1978) es del tipo Ferralítico Cuarácico, Amarillo Rojizo-Lixiviado, encontrándose diferenciación solamente al nivel de especie y variedad, dado ello por su profundidad y contenido de gravas.

El clima, como en toda Cuba, es tropical con una estación húmeda que va desde mayo hasta octubre, y otra seca desde noviembre hasta abril. Para la obtención de los índices climáticos e hidrométricos se contó con los registros de datos acumulados de 25 años de la propia Estación Hidrológica, los cuales resultan muy confiables por su puntualidad y largo período de registro, generando como resultado importante para este trabajo, que el promedio anual de lluvia es superior a los 1800 mm.

Las subcuencas anteriormente estaban cubiertas de pinares naturales, los cuales se talaron totalmente, se reforestaron y sometieron a diferentes tratamientos y aprovechamiento silvícola (Plasencia *et al.*, 2004; Renda *et al.*, 2008; Renda, A., 2013; Rodríguez, 2009). En la subcuenca VI (con 1,90 ha, de ellas 0,66 ha de bosque de galería, el 34,7 % del área total) se estableció la plantación de *Eucalyptus pellita* a razón de 2500 árboles/ha, la cual tiene siete años y ha alcanzado 8,7 cm de $d_{1,3}$ y 10,8 m de altura, y en la III (con 8,5 ha de, de ellas 1,6 ha de bosque de galería, constituyendo el 18,8 % del área de la subcuenca) se plantó *P. caribaea* con una densidad de 2500 árboles/ha con siete años de edad, al igual que la IV con 9,9 ha y 2,5 ha de bosque de galería (26 %). En ambas plantaciones, según el expediente de la investigación, el $d_{1,3}$ y la altura resultaron como promedio de 5,3 cm y 5,8 m, respectivamente. Los métodos empleados para medir las diferentes variables hidrometeorológicas han sido descritos previamente (Renda *et al.*, 2008; Plasencia *et al.*, 2004; Rodríguez, 2009). La evaluación estadística de las diferentes variables se realizó aplicando análisis de correlación y ANOVA de clasificación simple con un nivel de significación de 0,05, aplicando el paquete estadístico InfoStat, versión 2012.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una forma muy sencilla, aunque sin rigor estadístico, de poner de manifiesto las diferencias en el comportamiento de las subcuencas intervenidas, consiste en calcular el valor promedio de las láminas de escurrimiento en milímetros y su expresión porcentual; sin embargo, utilizando el método del balance hídrico cuando las subcuencas tienen el sustrato impermeable,

permite estimar la división de la lluvia entre escurrimiento y evapotranspiración, que ha sido utilizado muy frecuentemente en la investigación forestal desde principios del siglo anterior, sobre todo para ver los efectos hidrológicos de las técnicas silvícolas (Renda, 2013).

Sin embargo, para una cuenca con una roca madre impermeable –como la existente en la región Alturas de Pizarras, donde está ubicada la Estación Hidrológica Forestal Amistad– que no permite pérdidas por infiltración, se puede admitir que:

$$P = Q + ET$$

donde:

P: Precipitación o lluvias

Q: Lámina de escurrimiento

ET: Evapotranspiración, según la técnica de cuencas pareadas o modelos bien calibrados de cuencas (Watson *et al.*, 1999, citados por Bruijnzeel, 2004)

Como puede observarse en la *Tabla 1*, después de siete años de establecida la plantación de *Eucalyptus pellita*, el promedio de lluvias resultó de 1857 mm, y la lámina de escurrimiento de 459,6 mm (el 24,7 %); en cambio, en las subcuencas plantadas de pinares con la misma edad (*Tabla 2*) resultó del 29,8 % y 29,5 %, respectivamente, a pesar de que el promedio anual de lluvias fue menor (99 mm) con 1758 mm, lo cual indica que las plantaciones de pino permitieron generar a esa edad un rendimiento hídrico o escorrentía superficial mayor que la de *E. pellita*. Esto pudiera deberse a que los pinares interceptan casi el doble de las precipitaciones que los eucaliptos (FAO, 1989), lo cual influye considerablemente en la reducción de la lámina de escorrentía (Hofstede *et al.*, 1998). En relación con la evapotranspiración, algunos autores plantean que se relaciona mucho con la característica estructural de los árboles, como área basal, y el índice de área foliar, aunque los pinares tienen mayor índice de área foliar que los eucaliptos (Tobon, 1989). Un estudio en la India en una plantación de *Eucalyptus pellita* reveló que el área basal tenía una mejor correlación con la evaporación que el índice del área foliar (Calder, 1996). En nuestro caso el área basal de las plantaciones de eucalipto es de 59,44 m²/ha, y en los pinares solo 22,06 m²/ha, casi 2,69 veces mayor. Tal resultado puede ex-

plicar en parte que la evapotranspiración promedio es mayor en la subcuenca VI plantada de *E. pellita* que en los pinares, con 1396,7 mm, mientras que en las subcuencas plantadas de pinares resultó inferior con 1233 y 1239 mm, respectivamente.

Hay que notar que en la plantación de eucalipto durante el año menos húmedo (1356 mm), la evapotranspiración resultó más alta en el cuarto

año con el 85 % (1153 mm), mientras que al ser más húmedo (2345 mm) fue mucho menor en el segundo año con el 64,2 % (1507 mm), todo lo cual concuerda que al ser menor la lámina de escurrimiento o rendimiento hídrico, mayor es la evapotranspiración y viceversa. Similar tendencia se puede notar cuando se analizan los resultados (Tabla 2) de las plantaciones de pinares en las subcuencas III y IV.

Tabla 1. Comportamiento de algunos índices hidrológicos en plantación de *E. pellita*

Subcuenca/año VI	Lluvias (mm)	Lámina de escurrimiento (mm)	Evapotranspiración (mm)	Coefficiente de escurrimiento
2007	2006	420	1584	0,21
2008	2345	837	1507	0,36
2009	1496	269	1225	0,18
2010	1356	202	1153	0,15
2011	1591	202	1387	0,13
2012	2101,3	734,41	1366,9	0,35
2013	2106,9	552,9	1554	0,26
Promedio	1857	459,6	1396,7	0,23

Elaborado por Renda (2014).

Por otro lado, se plantea que las condiciones ambientales y la densidad de árboles de una misma especie y otras influye en el consumo de agua para producir un gramo de biomasa (Lima, 1987). Según este autor, *E. grandis*, con densidad de 2150 árboles/ha necesita entre 3

y 6,1 kg de agua para producir 1 g de biomasa, mientras que con una densidad de 304 árboles se reduce ese consumo a solo 1,9 kg; sin embargo, *P. caribaea*, sin indicar la densidad de árboles/ha, consume mucho menos entre 1,3 y 2,1 kg.

Tabla 2. Comportamiento de algunos índices hidrológicos

Año	Precipitación (mm)	Subcuenca III			Subcuenca IV		
		Tala rasa total			Tala rasa con bosque de galería		
		Lámina de escurrimiento (mm)	Evapotranspiración (mm)	Coefficiente de escurrimiento	Lámina de escurrimiento (mm)	Evapotranspiración (mm)	Coefficiente de escurrimiento
1983	2171	1017	1154	0,46	995	1176	0,45
1984	1557	607	950	0,38	747	810	0,47
1985	1586	503	1083	0,31	505	1081	0,32
1986	1784	596	1188	0,33	570	1214	0,31
1987	1587	314	1273	0,19	205	1382	0,12
1988	1684	305	1379	0,18	204	1480	0,12
1989	1942	334	1608	0,17	405	1537	0,21
Promedio	1758	525	1233,5	0,29	519	1239	0,28

Elaborado por Renda (2014).

No obstante el análisis de correlación, entre las variables lluvias, lámina de escurrimiento, evapotranspiración y coeficiente de escurrimiento superficial, mostró alta la dependencia (Tablas 3, 4 y 5) de la lámina de escurrimiento y el coeficiente de escurrimiento superficial con la lluvia (entre 0,89, 0,97 y 0,95). Sin embargo, al correlacionar el coeficiente de escurrimiento

superficial con la evapotranspiración, resultó que en los pinares si aumenta el coeficiente, disminuye la evapotranspiración, mientras que en la subcuenca ocupada por la plantación de eucalipto, al aumentar el coeficiente de escurrimiento aumenta proporcionalmente la evapotranspiración, como se indica en la Tabla 5.

Tabla 3. Correlación de Pearson: Coeficientes \ probabilidades en Subcuenca III

	Lluvias	Lámina	Evapotranspiración	Coeficiente	Esguerrimiento
Lluvias	1,00				
Lámina esguerrimiento	0,61	1,00			
Evapotranspiración	0,34	-0,54	1,00		
Coeficiente					
Esguerrimiento	0,21	0,89	-0,82		1,00

Elaborado por Bravo, 2014.

Tabla 4. Correlación de Pearson: Coeficientes \ probabilidades en subcuenca IV

	Lluvias	Lámina	Evapotranspiración	Coeficiente	Esguerrimiento
Lluvias	1,00				
Lámina	0,54	1,00			
Evapotranspiración	0,29	-0,65	1,00		
Coeficiente					
Esguerrimiento	0,27	0,95	-0,84	1,00	

Elaborado por Bravo, 2014.

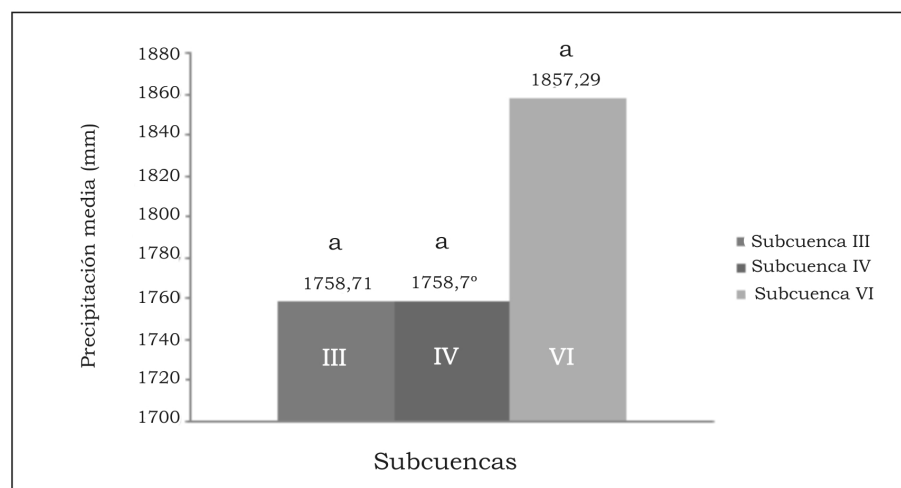
Tabla 5. Correlación de Pearson: Coeficientes \ probabilidades en subcuenca VI

	Lluvias	Lámina	Evapotranspiración	Coeficiente	Esguerrimiento
Lluvias	1,00				
Lámina	0,94	1,00			
Evapotranspiración	0,82	0,58	1,00		
Coeficiente					
Esguerrimiento	0,88	0,97	0,45	1,00	

Elaborado por Bravo, 2014.

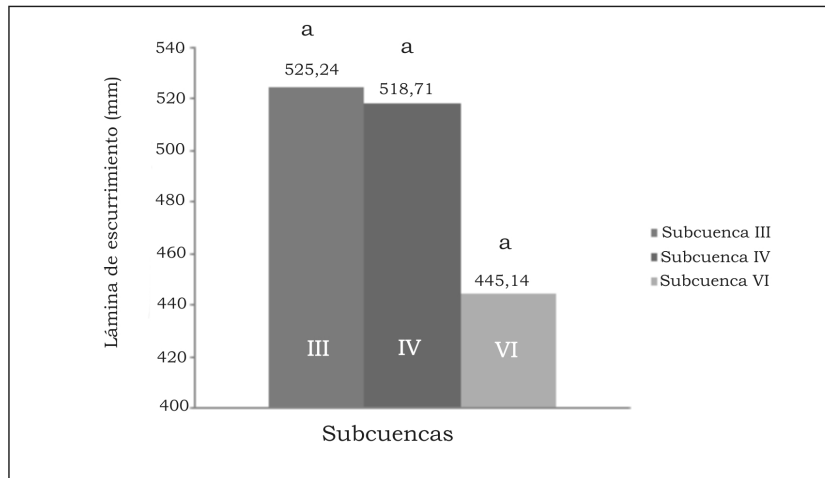
El análisis de varianza (ANOVA), tomando como variable independiente las subcuencas III, IV y VI, y como dependiente las variable lluvias, lámina de esguerrimiento, evapotranspiración y coeficiente de esguerrimiento, demostró (*Figs. 2, 3, 4 y 5*) que no hay diferencias significativas en

el comportamiento de estas variables durante los siete años de investigación, independiente de que se analizaran diferentes épocas, que en el caso de las plantaciones de pino fue del período 1983-1989 y en eucalipto desde 2007-2013.



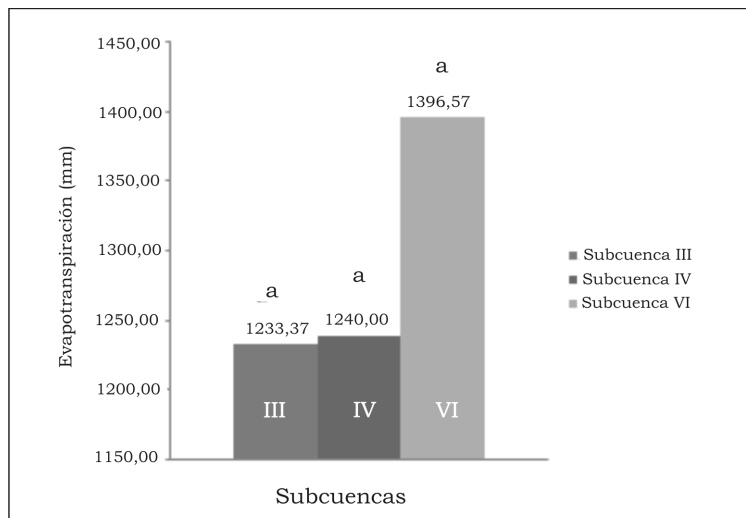
Elaborado por Bravo, 2014.

Figura 2. Comportamiento variable lluvias.



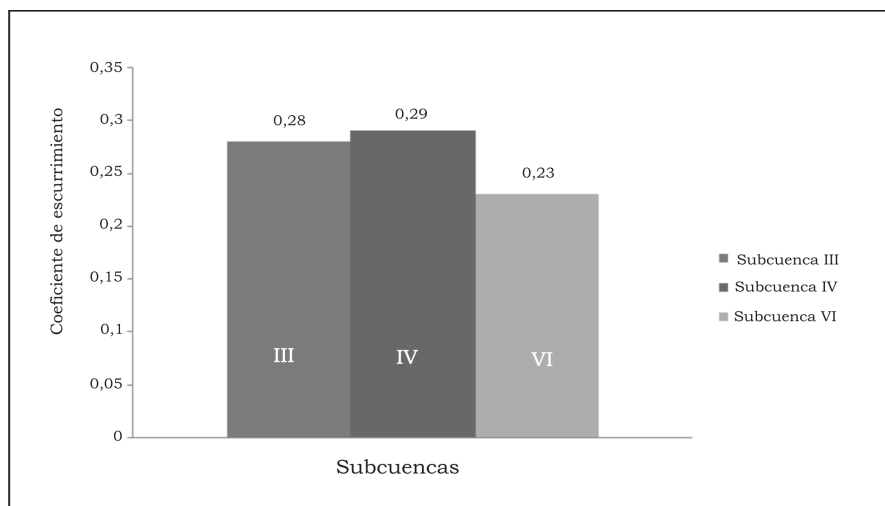
Elaborado por Bravo, 2014.

Figura 3. Comportamiento variable lámina escurrimiento.



Elaborado por: Bravo, 2014.

Figura 4. Comportamiento variable evapotranspiración.



Elaborado por: Bravo, 2014.

Figura 5. Comportamiento variable coeficiente escurrimiento.

Este tipo de análisis nos permite establecer que ambas especies forestales utilizadas en los programas de plantaciones intensivas, fundamentalmente después de siete años de plantada y con diferencias notables en el comportamiento del $d_{1,3}$ y altura, período considerado como inicial para ejercer funciones hidrorreguladoras, hidroprotectoras y antierosivas en el espacio cuenca hidrográfica, no muestran diferencias significativas en la respuesta hidrológica; solamente mediante la comparación de valores medios en cuanto a la evapotranspiración se pudo revelar que solo tiene cierta variación en las plantaciones de pinares, no siendo así en las de *Eucalyptus pellita*.

CONCLUSIONES

- Las plantaciones de pinares y eucalipto a los siete años de plantadas, a pesar de las diferencias en el crecimiento expresado como $d_{1,3}$ y altura, no muestran diferencias significativas en los efectos hidrológicos en el espacio cuenca hidrográfica, referidos a la lámina de escurrimiento, evapotranspiración y coeficiente de escurrimiento superficial.

BIBLIOGRAFÍA

- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological Functions of Tropical Forests: Not Seeing the Soil for the Tree. Agriculture, Ecosystem and Environment(US) 104:185-228.
- Calder, I.R. 1996. Water use by forests at the plot and catchment scale. Commonwealth Forestry Review (GB) 75(1):19-30
- Calder, I., Hofer, T., Vermont, S. y Warren, P. 2007: Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua. Unasylva (IT) 58(229): 3-10.
- Calzadilla, E. 1978. Los suelos de la EHF Amistad. Informe Técnico. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 12 p.
- Donovan, D.G. 2007. El Agua, los Bosques y el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Unasylva (IT) 58(229): 62-63.
- FAO. 1989. El dilema del eucalipto. Roma. FAO.
- InfoStat. 2012. InfoStat, versión 2012. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Lima, W.D.P. 1987. Impacto ambiental del cultivo de Eucalipto. Uruguay Forestal (UY) 7 (14): 15 p.
- Plasencia, T., Renda, A., Herrero, J.A. 2004. Tala selectiva, una opción alternativa para el desarrollo forestal sostenible. En: Memorias del III Congreso Forestal de Cuba y III Simposium Internacional de Técnicas Agroforestales. La Habana, Cuba.
- Renda, A., et al. 2008. Bienes y servicios ambientales derivados de la tala selectiva segunda etapa en Pinares naturales, en el raleo II de plantaciones de pino y la reforestación por regeneración natural de pinares. Informe final del proyecto de investigación 11.59. La Habana. Instituto Investigaciones Forestales.
- Renda, A. 2013. La Vegetación Forestal, los Sistemas Agroforestales y el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Cuba". La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 407 p. ISBN: 978-959-7210-33-7.
- Rodríguez, Y. 2009. Influencia de tratamientos silvícolas en el régimen hidrológico. Caso de la subcuenca Arroyo Bermejales, del río San Diego, Pinar del Río. 79 h. Tesis (en opción al Título de Máster en Geografía, Medio Ambiente y Ordenación Territorial en la mención Hidroclimatología y Manejo de Cuencas)-- Universidad de La Habana.
- Tobón González, D.D.J. 1989. Evaluación de pérdidas por intercepción de la precipitación en tres coberturas vegetales, *Cupressus lusitanica* Mill, *Pinus patula* y bosque natural secundario. Medellín. 125 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agropecuarias)-- Universidad Nacional de Colombia.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arsenio Renda Sayoux

Ingeniero Agrónomo, Diplomado en Soils Survey, Investigador Titular, profesor auxiliar adjunto en la Universidad de Pinar del Río, dirige el proyecto de investigación sobre Hidrología Forestal. Realiza trabajo de investigación en temas relacionados con el Manejo de Cuencas y el Medio Ambiente. Ha impartido conferencias y cursos de posgrado en universidades de México y en eventos internacionales promovidos por Redes de Cooperación Técnica de la FAO. Ha asesorado y capacitado en técnicas agroforestales en escenarios rurales de Haití. Ha obtenido diversos reconocimientos sobre su labor científico-técnica que otorga la Academia de Ciencias de Cuba y el Ministerio de la Agricultura.

Nombre científico: *Avicennia germinans* L. (Stearn)
(Acanthaceae)



Nombre vulgar: Mangle prieto.

No. 496B

Distribución geográfica: especie típica de los manglares de Cuba. Crece más hacia tierra firme. Forma bosques densos en los cayos y lagunas pantanosas. Es más abundante que el mangle rojo.

Caracteres macroscópicos: albura gris violácea, duramen castaño oscuro. Dura, resistente, durable, difícil de trabajar. Zonas de crecimiento marcadas.

Densidad: 1090 g/cm³.

Usos: Postes, traviesas, carbón y leña.

Caracteres microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa; poros solitarios ovales, mayormente en grupos radiales de dos; grupos de hasta seis células.

φ (μm): 45-66-80

No/mm²: 20

Pared (μm): 6

Placa perforada: simple.

Punteaduras: alternas, diminutas, circulares con aberturas.

Contenidos: no se observan

Longitud (μm): 75-202-340

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal escaso; p. terminal formado por p. conjuntivo rodeado de bandas de colénquima.

φ (μm): 16

No. células la serie: 2-4-7

Contenidos: no

Long. serie (μm): 122-245

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados.

Composición: heterogéneos

No/mm: 13

Contenidos: no se observan

Ancho (μm): 19-26-41

No. células: 2 a 3

Alto (μm): 52-372-624

No. células: 13-21-37

D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales.

Distribución: irregular.

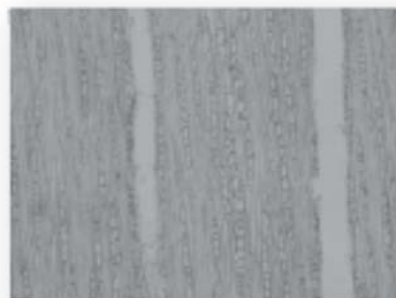
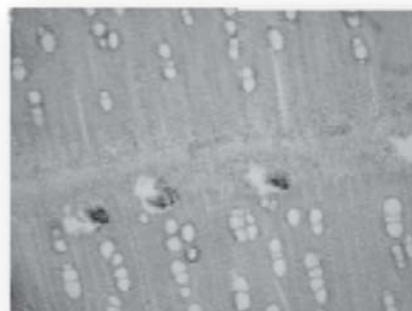
φ (μm): 17

Grosor de pared (μm): 6

Longitud (μm): 650-1030

E. Caracteres especiales:

Floema incluido de tipo concéntrico.



ESTIMACIÓN DE APERTURAS EN EL DOSEL POR TALAS SELECTIVAS DE *PINUS MAESTRENSIS* BISSE EN BOSQUES NATURALES, EL FRANCO, GRANMA

ESTIMATE OF OPENINGS IN CANOPY FOR SELECTIVE CUTTING OF *PINUS MAESTRENSIS* BISSE IN NATURAL FORESTS, EL FRANCO, GRANMA

ING. JOSÉ L. FIGUEREDO-FERNÁNDEZ¹, ING. AILEN RAMÍREZ-AGUILAR² Y M.Sc. ALEXEY ROSABAL-QUINTANA²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino, Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba. (23) 39 1387, (23) 39 2511, jfigueredof@guisa.inaf.co.cu.

² Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo Km 17 (23) 48 1015 ext. 130, arosabalq@udg.co.cu

RESUMEN

El propósito del trabajo consistió en estimar el área de apertura del dosel por las labores de tala selectiva de Pinus maestrensis Bisse en un rodal de 10,1 ha de bosque natural en El Franco, Granma, Cuba. Se realizó un inventario antes de la tala donde se levantaron parcelas de muestreo de 500 m² mediante un Diseño Aleatorio Simple. Se determinó el volumen de los árboles a extraer a partir del diámetro a 1,30 m y altura de los mismos. Se definió el nivel de relación entre el volumen y la superficie del claro generada por cada árbol extraído mediante un análisis de regresión. Las aperturas en el dosel para el rodal presentaron un área promedio de 131,98 m², la variable volumen mostró una correlación significativa con la apertura en el dosel con un nivel crítico menor de 0,01 y coeficiente de determinación de 0,632 para el modelo lineal.

Palabras claves: Apertura, dosel, corta, modelo, muestreo.

ABSTRACT

The purpose of the work consisted on estimating the area of opening of the canopy for the activity of selective cutting of Pinus maestrensis Bisse in a stand of 10,1 hectares of natural forest of El Franco, Granma, Cuba. An inventory was realized before the cutting where parcels of sampling of 500 m² were lifted using a random design, was measured diameter to 1.30 m and height being determined the volume of the trees to extract. It was defined the relationship level between the volume and the surface of the clearing generated by each tree extracted by means of a regression analysis. The openings in the canopy for the stand presented an area average of 131, 98 m², the volume showed a significant correlation with the opening surface with a critical level smaller than 0,01 and coefficient of determination of 0,632 for the lineal model.

Key words: Opening, canopy, cutting, model, sampling.

INTRODUCCIÓN

Los pinares constituyen una de las formaciones boscosas más importantes desde el punto de vista económico y productivo. La distribución de las áreas forestales de la provincia de Granma muestra claramente que son los bosques semicaducifolios y los manglares los que ocupan mayor superficie dentro del patrimonio cubierto, representando un 50 % y un 14 %, respectiva-

mente; sin embargo, los primeros presentan un alto grado de deterioro, y los segundos están destinados a la protección y conservación. Es por ello que el mayor peso en la producción maderera recae sobre las coníferas, y de aquí la importancia estratégica de la formación boscosa de pinar en el desarrollo de este renglón (Pérez, 2016).

En la Sierra Maestra los pinares son poco extensos y están compuestos de *Pinus maestrensis* Bisse. Se desarrollan altitudinalmente desde alrededor de los 250 m sobre el nivel medio del mar en Pinar de las Canas hasta los 1600 m sobre el nivel medio del mar en el macizo del Turquino, y horizontalmente desde la Gran Piedra hasta la Loma de Caracas. Por ello, las condiciones ecológicas son muy variables y concuerdan con las descritas desde la parte superior del bosque semidecíduo mesófilo hasta el bosque nublado (Reyes y Acosta, 2005).

En forma natural en la Sierra Maestra hay varias áreas importantes, entre otras: Pinar de las Canas, Cañizo, La Francia, Colón y Pico Turquino; las demás son pequeños cayos o individuos aislados dentro del bosque latifolio (Reyes, 2006).

Respecto a las intervenciones con finalidad productiva en esta formación, el manual de procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido para los bosques de Cuba sugiere que, para los bosques que ostentan la categoría de protectores de aguas y suelos, se apliquen cortas selectivas individuales, en grupos, y talas totales en franjas. Para áreas naturales donde prevalece el pino como especie principal y sean aplicadas talas selectivas individuales, estas pueden realizarse en pendientes de hasta el 50 % (26,5°), en cualquier tipo de resistencia de suelo, no pudiendo dis-

minuir la densidad del arbolado por debajo de un 60 % (García *et al.*, 2012).

La existencia de documentos científicos que aborden específicamente el aprovechamiento mediante talas selectivas de *Pinus maestrensis* es escasa, por lo que los estudios relacionados con este procedimiento poseen una singular importancia, tanto ecológica para futuros estudios de la vegetación emergente, manejo de la regeneración asistida, así como punto de partida para el cálculo de las posturas a utilizar en acciones de enriquecimiento y reforestación.

El propósito de la investigación fue estimar el área de apertura en el dosel generada por las actividades de tala selectiva de la especie *Pinus maestrensis* Bisse en un bosque natural heterogéneo del macizo montañoso oriental Sierra Maestra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada de febrero a abril de 2017 en áreas de un bosque natural heterogéneo en la zona El Franco (Fig. 1), patrimonio de la Unidad Empresarial de Base Silvícola Guisa, Empresa Agro-Forestal Granma, Cuba. El área de estudio en cuestión presenta un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado y se encuentra a una altitud que varía desde los 839 a 1345 m sobre el nivel medio del mar con promedio de lluvias anuales de 1858,5 mm.

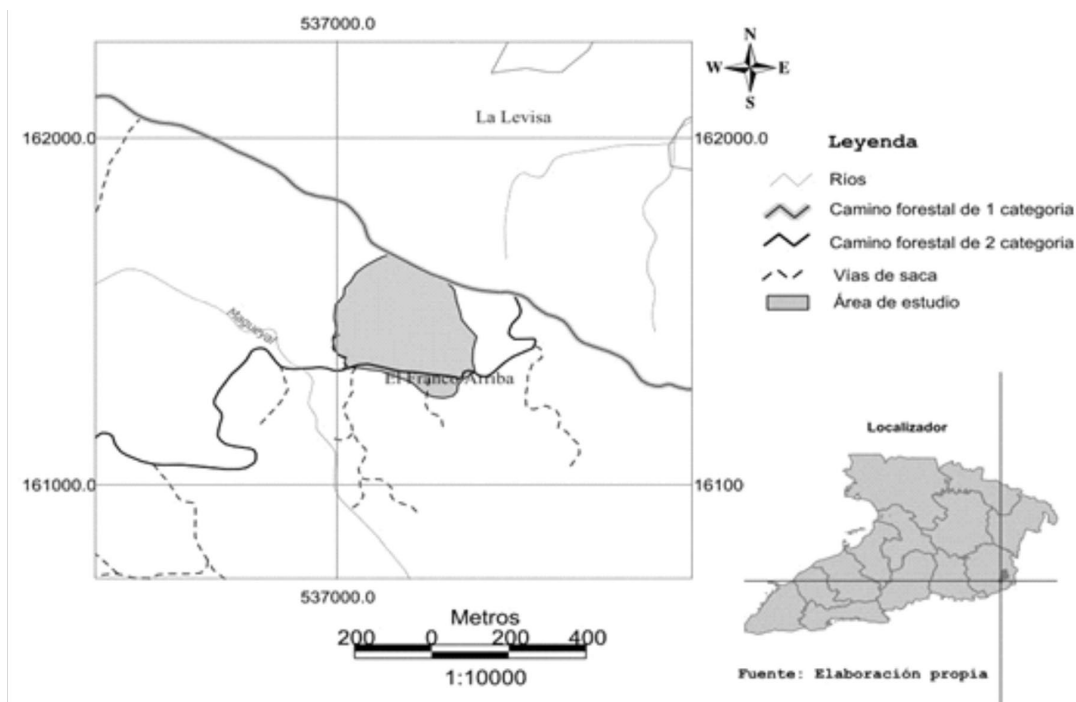


Figura 1. Localización del área de estudio.

Para el estudio se seleccionó un rodal natural en el cual se efectúa el aprovechamiento de la especie *Pinus maestrensis* Bisse mediante una tala selectiva y bajo un régimen de tecnología intermedia, donde se utilizan motosierra para el derribo y

tractor DT 75 con cable de 60 m como aditamento en el proceso de extracción. La extensión y otras características del rodal se obtuvieron de los registros de la ordenación forestal de la empresa en 2008 (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros del rodal objeto de estudio

Número de lote	Número de rodal	Extensión (ha)	Pendiente promedio (%)	Composición	Edad (años)
21	4	10,1	35 %	2 Po, 2 Ol, 2 Na, 2 Epo, 2 Cra	35

Po (*Pinus maestrensis*), Ol (*Oxandra lanceolata*),

Na (*Nectandra antillana*), Epo (*Erythrina poeppigiana*), Cra (*Cirilla racemiflora*), Hb (*Hibiscus elatus*).

Se realizó un inventario antes de la tala, para lo cual se muestreó un 5 % de la superficie del rodal estudiado (Norma Ramal 595, 1982), levantándose al azar 10 parcelas rectangulares de 500 m² (20 x 25 m). Las parcelas se enumeraron y se demarcaron con estaquillas en las cuatro esquinas. Posteriormente se procedió al marcaje, conteo e identificación de todos los árboles en pie de la especie a aprovechar. Se realizaron mediciones del diámetro a 1,30 m y estimaciones de la altura total, auxiliándose de una cinta diamétrica y un hipsómetro Blume Leiss. De los árboles a extraer se determinó el volumen conforme a la ecuación propuesta en la norma referida anteriormente, considerada una variable de interés para el estudio, ya que guarda influencia directa con el área de apertura en el dosel ocasionada por el derribo de cada árbol.

Volumen:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{1,30} \cdot (h + 3) \cdot f(x)$$

donde:

d : diámetro a 1,30 m

h : altura

$f(x)$: 0,36 (coeficiente mórfico empírico para coníferas según NRAG 595/1982)

Las mediciones de las aperturas resultantes de la tala de los árboles se realizaron de forma individual acorde a la metodología utilizada por F. Contreras y W. Cordero (1996), la que consistió en tomar el fuste del árbol cortado como una línea central, y a lo largo del mismo, cada dos metros (d) medir con una cinta métrica una línea perpendicular al eje central que cubrió el área afectada por la caída del árbol (Fig. 2).

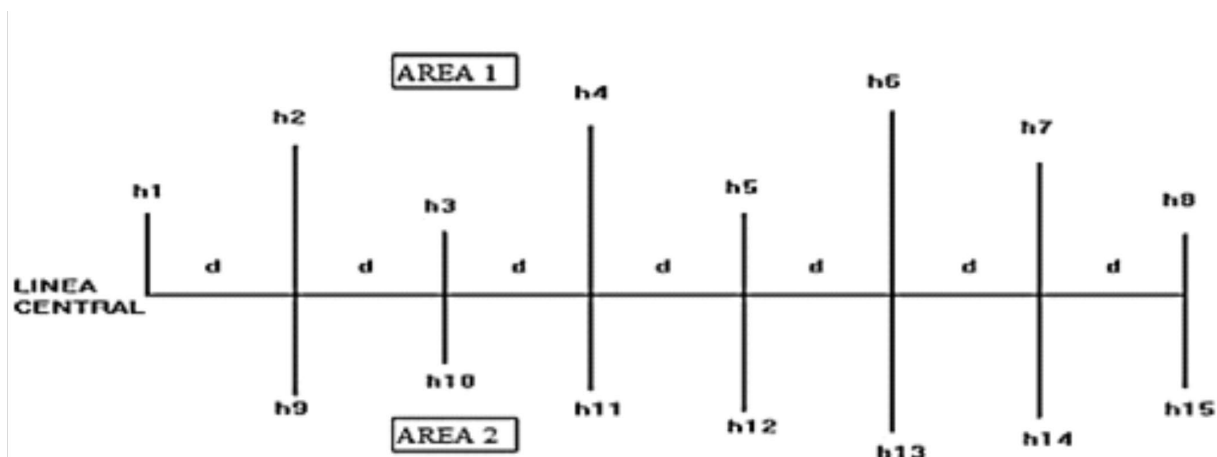


Figura 2. Esquema de las mediciones para determinar el tamaño de aperturas en el dosel.

A partir de esta información se calculó el área de la mitad superior (ÁREA 1) e inferior (ÁREA 2)

$$AREA1 = d \times \left[\frac{h1+h8}{2} + h2 + h3 + \dots + h7 \right]$$

$$AREA2 = d \times \left[\frac{h9+h15}{2} + h10 + h11 + \dots + h14 \right]$$

donde:

d: Distancia entre mediciones

h: Altura desde la línea del fuste hasta el borde del claro

Para el procesamiento estadístico de la información se utilizó el software IBM SPSS Statistics versión 21, mediante el cual se obtuvieron los parámetros descriptivos de las variables volumen en pie y apertura en el dosel por árbol extraído, se analizó la relación entre las mismas mediante un análisis de correlación (Pearson, 1896) y de regresión lineal simple. Se ajustaron los resultados al modelo ($y = a + bx$), obteniéndose la normalidad de la variable volumen para el análisis de regresión mediante la transformación al logaritmo natural.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de aperturas en el dosel medidas durante la tala fue de 26 árboles, los cuales estuvieron determinados por el criterio de selectividad que empleó la brigada extractiva cuando realizaron intervenciones en las parcelas delimitadas. Se pudo apreciar que en esta selección se tuvieron en cuenta aspectos tales como turno de corta de la especie, factibilidad para la extracción, calidad del fuste.

La muestra evaluada representó una fracción de muestreo del 1,43 % de la población de *Pinus maestrensis*, de los árboles evaluados se obtuvieron los parámetros descriptivos para las variables volumen en pie (*Vep*) y apertura en el dosel (*Ad*) por árbol extraído (Tabla 2).

Las aperturas en el dosel ofrecieron superficies con tamaños que variaron entre 74,73 m² y 258,45 m² para un área promedio de 131,98 m² y una variabilidad de 50 m².

El análisis de correlación (Tabla 3) mostró una relación significativa ($p = 0,000$) entre las variables apertura en el dosel y el volumen en pie, siendo esta su vez positiva lo que define un

utilizando la ecuación siguiente:

aumento de la apertura en forma directa con el incremento del volumen.

Tabla 2. Descriptivos de las variables volumen en pie (*Vep*) y apertura en el dosel (*Ad*)

Estadísticos <i>Vep</i>		Parámetros	
		<i>Ad</i>	
N	Válidos	26	26
	Perdidos	0	0
Media		0,8262	131,9850
Mediana		0,7150	112,4500
Moda		0,45 ^a	111,54
Desviación típica		0,4557	50,0792
Varianza		0,246	2507,929
Rango		1,73	183,72
Mínimo		0,32	74,73
Máximo		2,05	258,45
Percentiles	25	0,5150	92,1175
	75	0,8925	161,8350

^a Existen varias modas. Se muestra el menor de los valores.

Tabla 3. Correlaciones entre las variables volumen en pie y apertura en el dosel

	Volumen en pie	Apertura en el dosel
Volumen en pie	1	0,795 ^{**}
Apertura en el dosel		1

^{**} La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En el análisis de regresión se obtuvo que la relación volumen en pie y apertura en el dosel se ajustó de forma significativa ($p = 0,000$) a un modelo lineal: $Ad = 157,673 + 82,308 \ln Vep$, constituyendo una herramienta para la determinación de las aperturas del dosel conforme al volumen de los individuos a aprovechar de la especie *Pinus maestrensis* para las condiciones de la zona de estudio. Los estadísticos *t* y sus niveles críticos permiten contrastar la hipótesis nula de que los coeficientes de regresión valen 0 en la población analizada (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficientes de regresión ^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados Beta	t	Sig.
	B	Error típico			
(Constante) Vt	157,673	7,275		21,674	0,000
	82,308	12,810	0,795	6,425	0,000

^a Variable dependiente: Apertura en el dosel.

El coeficiente de determinación (R^2) expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que está explicada por la independiente (Tabla 5); el valor obtenido ($R^2 = 0,632$) resulta ligeramente superior al obtenido por Jackson y Fredericksen (2000), donde resaltan una relación positiva entre el diámetro y la superficie de las aperturas resultantes en el dosel ($R^2 = 0,42, p = 0,01$). En el caso del estadístico Durbin-Watson obtenido en el resumen del

modelo, el mismo mostró un valor de aceptable (1,506). Este parámetro proporciona información entre el grado de independencia de los residuos, oscilando sus valores entre 0 y 4, donde los valores inferiores a 2 indican una autocorrelación positiva, y los mayores que 2 una autocorrelación negativa, logrando asumir el supuesto de independencia de los residuos cuando este estadístico toma valores entre 1,5 y 2, 5 (Durbin y Watson, 1951).

Tabla 5. Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación	Durbin-Watson
1	0,795 ^a	0,632	0,617	30,98995	1,506

^a. Variables predictoras: (Constante), Vt^b Variable dependiente: Apertura en el dosel

Al analizar los estadísticos de los residuos (Tabla 6), se puede observar que estos se distribuyen normalmente con media 0, cumpliéndose de

esta forma también el supuesto de normalidad para el análisis de regresión desarrollado (Cook, 1977).

Tabla 6. Estadísticos sobre los residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	N
Valor pronosticado	63,888	216,7570	131,985	39,8242	26
Residual	-49,2456	60,8996	0,0000	30,3638	26
Valor pronosticado típico	-1,710	2,129	0,000	1,000	26
Residuo típico	-1,589	1,965	0,000	0,980	26

Variable dependiente: Apertura en el dosel.

En las tendencias actuales del aprovechamiento forestal en Cuba se aprecia que, durante los últimos cinco años (2012-2016) se han talado 14 462 ha, donde aproximadamente la tala selectiva, tala rasa y tala sanitaria representa-

ron el 69, 26,2 y 4,2 %, respectivamente (DNF, 2017), observándose que es precisamente la tala selectiva la más utilizada en cuanto a la cantidad de hectáreas sometidas a algún régimen de intervención.

Las observaciones de campo e información suministrada por la brigada extractiva corroboran que en esta zona es ampliamente utilizada tanto la tala selectiva individual como en grupos para rodales naturales. Las regulaciones vigentes sugieren que independientemente de la combinación utilizada, esta debe posibilitar aumentar o al menos mantener la capacidad del bosque en cuanto a sus funciones de protección de la fauna, suelo, agua, clima, asegurar la elevación de la productividad del mismo y efectuarse considerando un uso oportuno para las necesidades de la economía sin pérdida de sus cualidades técnicas.

CONCLUSIONES

- Las aperturas generadas en el dosel por cada árbol extraído fueron de 131,98 m² como promedio, observándose una correlación lineal significativa respecto al volumen, el cual explica en el 63,2 % la variación de la apertura resultante conforme al modelo utilizado.
- El modelo constituye una herramienta para la estimación de la apertura del dosel a partir del volumen en pie de los individuos de *Pinus maestrensis* Bisse a extraer mediante la tala selectiva, lo que en el orden práctico permite predecir la cantidad de plántulas a llevar a vivero con vistas a la realización de enriquecimientos o reforestación de las áreas donde se realizan estas intervenciones.

BIBLIOGRAFÍA

Centro Meteorológico Provincial Granma. 2016. Datos Climáticos de la zona los Horneros, pertenecientes al municipio Guisa de la provincia Granma, en el periodo del año 2010 al 2015. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Informe técnico. Inédito 5 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Jose L. Figueredo Fernández

Ingeniero Forestal, especialista de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, profesor Asistente Adjunto al Departamento Forestal de la Universidad de Granma, su labor investigativa y docente ha estado dirigida a las temáticas de Aprovechamiento Forestal, Silvicultura y Ordenación de Montes. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales, así como en inspecciones tecnológicas al sector empresarial.

Contreras, F., Cordero, W. 1996. Evaluación del aprovechamiento forestal en la comunidad de Bella Flor, Lomerío. Documento Técnico 35/ Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR, Bolivia. 30 p.

Cook, R.D. 1977. Detection of influential observations in linear regression. *Technometrics* (UK) 19:15-18.

Dirección Nacional Forestal. 2017. Superficie forestal donde se desarrollaron talas de explotación. Situación de los bosques de Cuba 2016. Boletín 01. Ministerio de la Agricultura. 61 p.

Durbin, J., Watson, G.S. 1951. Testing for serial correlation in least-squares regression II. *Biometrika* (UK) 38:159-178.

Empresa Forestal Integral Granma. Proyecto de Ordenación Forestal 2008. Registros Unidad Silvícola Guisa. Documento técnico. (Inédito).

García, J.M., Vidal, A., Herrero, J.A., Bautista, E. 2012. Manual de Procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido de los bosques de Cuba. Proyecto "Desarrollo del Sector Forestal en Cuba". Dirección Forestal. MINAG. La Habana. Cuba. 160 p.

Jackson, S., Fredericksen, T. 2000. Evaluación de los Disturbios y Daños Causados al Bosque Residual durante el Aprovechamiento por Selección en un Bosque Tropical de Bolivia. Documento técnico 91/ Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Bolivia. 26 p.

Norma Ramal 595. 1982. Tratamientos silviculturales CONÍFERAS Y LATIFOLIAS Raleos en plantaciones y bosques naturales. Ministerio de la Agricultura. CDU: 634.0.242. (083.75) (729.1). 22p.

Pearson, K. 1896. Contributions to the mathematical theory of evolution. I: On the dissection of asymmetrical frequency curves. *Philosophical Transactions, A*, 185, part I.

Pérez, M. 2016. Sistema de aprovechamiento maderero de impacto reducido para plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse, en la Unidad Empresarial de Base Silvícola de Guisa, Granma. 96h. Tesis (en opción al Título de Máster en Gestión Ambiental, Mención: Gestión Ambiental de Ecosistemas). Ministerio de Educación Superior. Universidad de Granma.

Reyes, O. 2006. Clasificación de la vegetación de la Sierra Maestra. *Biodiversidad de Cuba Oriental* (CU) 8:23-41.

Reyes, O., Acosta, F. 2005. Vegetation. Cuba: National Park La Bayamesa. In: *Rapid Biological Inventories*: 13. D. Maceira, A. Fong, W. S. Alverson & T. Wachter, Eds. pp. 113-119 and Appendices 150-161.

COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *PINUS* *CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET Y GOLFARI

BEHAVIOR OF THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF THE SEEDS OF THE GENETIC IMPROVEMENT PROGRAM OF *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET AND GOLFARI

DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO,¹ M.Sc. LOURDES SORDO-OLIVERA,¹ ING. PABLO ECHEVARRÍA-CARABALLO²,
Téc. LORENZA MARTÍNEZ-GONZÁLEZ² Y LIC. SANDRA HERRERA-SOLER¹

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

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Viñales.
Km 20, Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

Los resultados derivados del programa de mejoramiento genético llevado a cabo con *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B. & G. han permitido detectar la existencia de una tendencia negativa en la capacidad germinativa de las semillas producidas en la masa semillera natural de Marbajita (mejor fuente natural de semillas) y en el huerto semillero clonal de 1.5 generación de Malas Aguas (de mayor calidad genética), así como una tendencia creciente en la cantidad de semillas por kilogramo en ambos lugares, con una relación inversa entre las dos variables. Como posibles causas han sido identificados niveles altos de consanguinidad en las semillas producidas en ambos lugares, la tendencia a un calentamiento del clima en ambos lugares y la inadecuada aplicación de las normas de muestreo, considerándose que la primera y la última de esas causas pueden disponer de acciones que mejoren o solucionen los problemas detectados, no así en el caso del clima.

Palabras clave: Semillas, mejoramiento genético, consanguinidad, clima, muestreo.

INTRODUCCIÓN

El programa de mejoramiento genético de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B. & G. fue el primero iniciado en Cuba para una especie forestal

ABSTRACT

Derived results of genetic improvement program carried out with *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B. & G. have allowed to detect a negative tendency in the germinative capacity of the seeds taken place in the natural seed mass of Marbajita (better natural source of seeds) and in the clonal orchard of 1.5 generation at Malas Aguas (with better genetic quality), as well as a growing tendency in the quantity of seeds per kilogram in both places, with an inverse relationship among the two variables. As possible causes high levels of consanguinity have been identified in the seeds taken place in both places, the tendency to a heating of the climate in both places and the inadequate application of the sampling norms, being considered that the first one and the last of those causes can have actions in order to improve or solve detected problems, but any in the case of the climate.

Key words: Seeds, genetic improvement, inbreeding, weather, sampling.

arbórea, comenzando sus acciones a partir del segundo lustro de los años sesenta del pasado siglo, y como resultado del mismo hoy cuenta

con masas semilleras, bancos clonales, pruebas de progenies de semifratrias (polinización abierta), pruebas de progenies de fratrias (polinización controlada) y huertos semilleros clonales de 1.0, 1.5 y 2.0 generación, los que constituyen la principal fuente de suministro de semilla para los programas de (re)forestación que se desarrollan con esta especie, que es la que mayor superficie de plantaciones registraba en el país al término de 2011, con 114 149 ha equivalentes al 11,24 % del total (DNF, 2012).

Los argumentos anteriores han motivado que a los resultados del programa de mejoramiento genético de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B. & G. se les dedique un seguimiento especial, para poder disponer de una información actualizada sobre su evolución temporal y una variable principal de tal monitoreo lo constituye la calidad de la semilla que se produce a partir de dicho programa, objetivo central de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las fuentes productoras de semilla mejorada utilizadas para la evaluación fueron el huerto semillero clonal de 1.5 generación de Malas Aguas (el de mayor calidad genética del país), en el municipio de Minas de Matahambre y la masa semillera natural de Marbajita (la mejor fuente natural de semillas de la especie), en el municipio de La Palma, ambos pertenecientes a la provincia de Pinar del Río, la más occidental del país.

Empleando los certificados de calidad emitidos por la Estación Agro-Forestal Viñales a los lotes de semilla cosechados entre 2000 y 2015 para ambas fuentes, fueron obtenidos los valores promedio de capacidad germinativa de la semilla con menos de un año de cosechada, analizándose su tendencia temporal de variación mediante el análisis de regresión lineal simple.

Utilizando la misma fuente de datos, pero del período 2010-2015, fueron obtenidos los valores de semilla por kilogramo y de capacidad germinativa reportados por todos los certificados emitidos, analizándose su ten-

dencia temporal de variación y la relación entre ambas variables mediante el análisis de regresión simple.

La información de las variables climáticas temperatura media mensual máxima y mínima del aire, así como pluviosidad acumulada mensual correspondiente de 1980 a 2008 fue registrada por las Estaciones Meteorológicas de los municipios de La Palma y Matahambre. Para la pluviosidad fue calculado el acumulado anual, y para cada temperatura el valor promedio anual; los datos de temperatura media mensual máxima y mínima presentaron hasta dos datos faltantes en cada lugar, los que fueron estimados por el método iterativo a partir de la media anual y mensual correspondientes hasta alcanzar medias sin diferencia en el primer decimal. La tendencia temporal de variación de cada variable fue obtenida mediante el análisis de regresión lineal simple para compararla contra la media del período. Para todos los análisis de regresión el límite de significación utilizado fue una probabilidad de 0,10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La capacidad germinativa de las semillas producidas tanto en Marbajita (lote 1) como en Malas Aguas (lote 12) presentó una tendencia temporal a disminuir entre 2000 y 2015 (*Figs. 1 y 2*), más acentuada y significativa ($p = 0,06$) en la segunda fuente, a pesar de ser la creada por el programa de mejoramiento genético.

La cantidad de semilla por kilogramo producida tanto en Marbajita (lote 1) como en Malas Aguas (lote 12) presentó una tendencia temporal al aumento entre 2010 y 2015 (*Figs. 3 y 4*), con variaciones similares (entre 2000 y 3000 semillas), no significativa en ambos casos.

Por su parte, la relación entre la cantidad de semilla por kilogramo y la capacidad germinativa de la semilla presentó una tendencia inversa en ambas fuentes (*Figs. 5 y 6*), más acentuada en la segunda pero no significativa en ambas, sugiriendo que en la medida en que el peso de la semilla disminuye y su cantidad por kilogramo aumenta, la capacidad germinativa pudiera tender a disminuir.

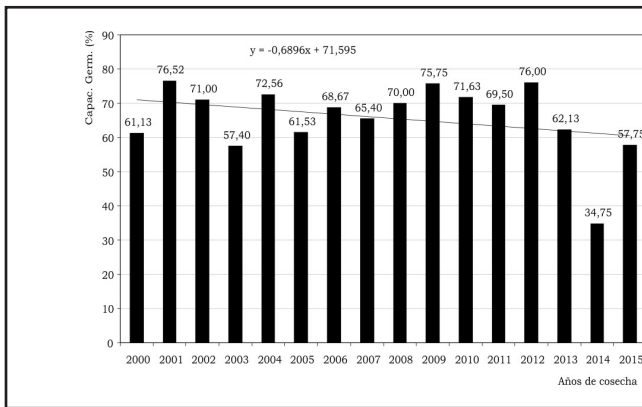


Figura 1. Tendencia temporal de la capacidad germinativa en semillas de Marbajita.

La cantidad de semilla por kilogramo producida tanto en Marbajita (lote 1) como en Malas Aguas (lote 12) presentó una tendencia temporal al aumento entre 2010 y 2015 (Figs. 3 y 4), con variaciones similares (entre 2000 y 3000 semillas), no significativa en ambos casos.

La relación entre la cantidad de semilla por kilogramo y la capacidad germinativa de la

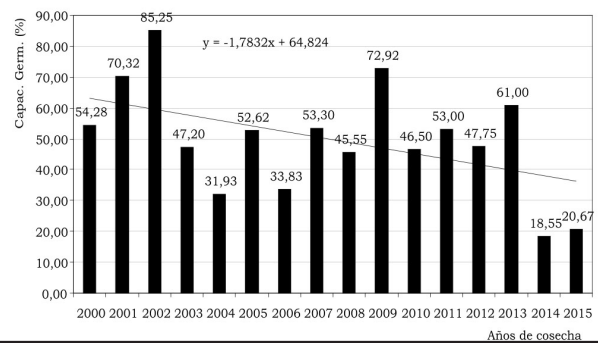


Figura 2. Tendencia temporal de la capacidad germinativa en semillas de Malas Aguas.

semilla presentó una tendencia inversa en ambas fuentes (Figs. 5 y 6), más acentuada en la segunda pero no significativa en ambas, sugiriendo que en la medida en que el peso de la semilla disminuye y su cantidad por kilogramo aumenta, la capacidad germinativa pudiera tender a disminuir.

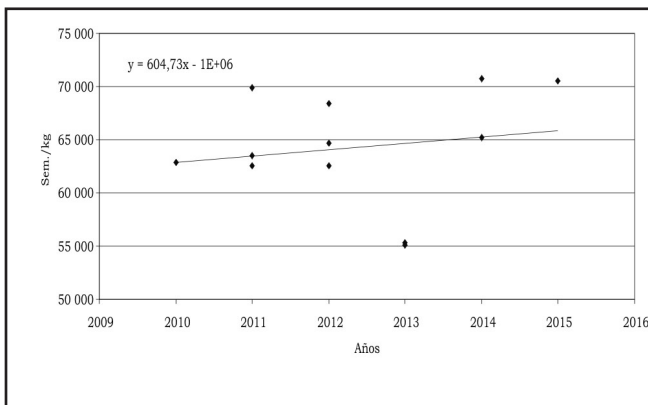


Figura 3. Tendencia temporal de la cantidad de semilla por kilogramo de Marbajita.

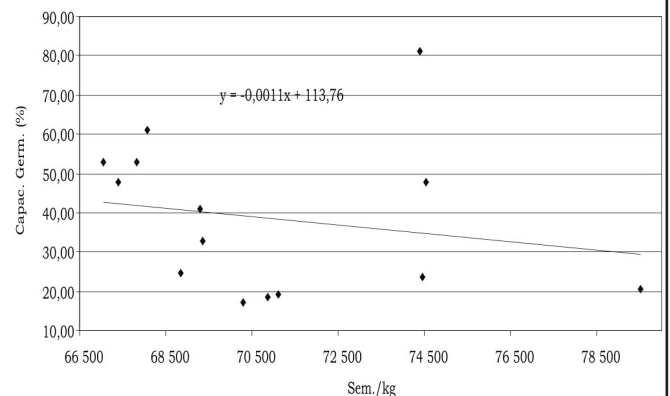


Figura 4. Tendencia temporal de la cantidad de semilla por kilogramo de Malas Aguas.

La parametrización de las variables que caracterizan la calidad fisiológica de la semilla de *P. caribaea* var. *caribaea* y de 16 de sus orígenes (conjugando procedencias y razas geográficas), fue descrita por Álvarez y Peña (1980) a partir de certificaciones hechas a lotes cosechados

entre 1969 y 1977, los que aportaron más de 500 datos para las estimaciones de plantas por kilogramo de semilla, entre 1500 y 1900 datos para semilla sana, vana y enferma, así como para semilla por kilogramo y más de 4000 datos para capacidad germinativa (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Parametrización de las variables que definen la calidad fisiológica de la semilla en *P. caribaea* var. *caribaea*

Estadígrafo	Sem./kg	Sem. sana (%)	Sem. vana (%)	Sem. enf. (%)	Cap. germ. (%)	Ptas./kg sem.
Promedio	65 105	86,3	6,8	6,9	57,0	31 830
Desv. Estad.	127	0,3	0,2	0,1	0,3	459
Coef. variac. (%)	8,6	11,8	123,5	69,6	31,9	36,8

Tabla 2. Parametrización de las variables que definen la calidad fisiológica de la semilla en diferentes orígenes de *P. caribaea* var. *caribaea* (promedio/coef. variación)

Origen	Sem./kg	Sem. sana (%)	Sem. vana (%)	Sem. enf. (%)	Cap. germ. (%)	Ptas./kg sem.
Flores Cruz	64 570/5,8	89,7/3,6	4,5/62,2	5,8/34,5	70,0/18,0	38 629/10,8
Los Palacios	62 230/5,5	90,6/7,4	3,6/91,7	5,5/74,5	56,9/41,3	38 412/36,1
La Experiencia	65 843/5,0	87,04,3	11,3/30,1	1,7/123,5	70,1/17,3	36 279/17,6
San Cristóbal	65 087/5,0	88,2/6,5	4,1/75,6	7,7/51,9	65,2/30,4	35 156/34,0
Viñales	63 182/7,9	90,2/5,1	3,5/102,9	6,3/53,6	55,229,7	32 750/24,4
Consolación del Sur	64 078/6,1	87,4/6,3	4,3/76,7	8,3/41,0	56,7/23,0	31 170/25,6
Marbajita	64 081/5,9	88,8/8,2	2,9/110,3	8,3/63,9	52,8/30,1	30 975/47,7
Pinar del Río	66 229/7,2	88,4/7,7	5,2/88,3	6,4/64,1	49,7/38,0	29 445/44,3
La Esperanza	81 100/9,5	74,2/17,7	17,7/67,8	8,1/69,4	59,1/11,0	25 089/20,4
Galalón AT	64 017/7,1	84,2/7,4	7,5/46,7	8,3/53,0	55,3/14,3	24 978/20,0
Topes de Collantes	59 167/9,3	76,7/10,4	21,2/57,3	2,2/72,7	69,0/4,9	23 769/15,1
Motembo	59 377/2,8	73,24,3	16,8/45,2	10,0/61,8	63,1/9,2	20 105/2,5
San Miguel	70 475/6,8	71,3/17,4	14,3/63,6	14,3/55,2	51,0/30,0	19 735/65,3
San Felipe	64 480/1,1	75,2/17,3	20,7/57,0	4,2/35,7	50,5/8,9	19 443/45,5
Cajalbana AT	64 677/7,8	85,0/9,2	6,0/83,3	9,1/97,1	46,8/28,6	18 109/24,1
Isla de la Juventud	80 964/8,1	58,3/26,9	30,3/45,9	11,4/82,5	49,1/36,0	12 625/70,5

Sin considerar el origen Isla de la Juventud debido a su aislamiento geográfico con respecto al resto de las poblaciones, la evaluación de la relación entre las variables semillas por kilogramo y capacidad germinativa hecha a partir de los promedios de los restantes orígenes indicó que a nivel poblacional se reporta la misma

tendencia encontrada en Marbajita y en Malas Aguas, ya que en la medida en que la primera variable aumenta, la segunda disminuye, pero sin llegar a ser significativa (Fig. 5), por lo que entonces no resultan atípicos los resultados reportados en estas dos fuentes de semilla para tal relación.

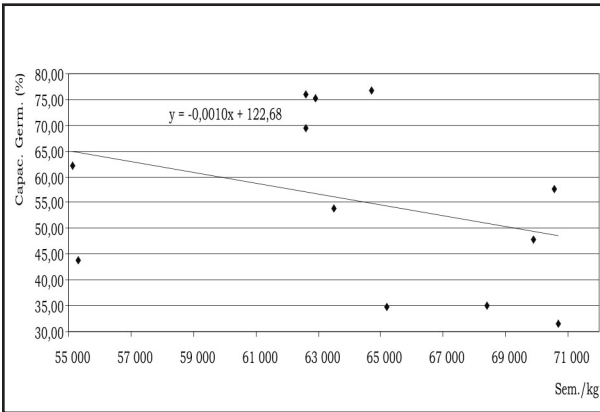


Figura 5. Relación entre la cantidad de semilla por kilogramo y la capacidad germinativa de la semilla en Marbajita.

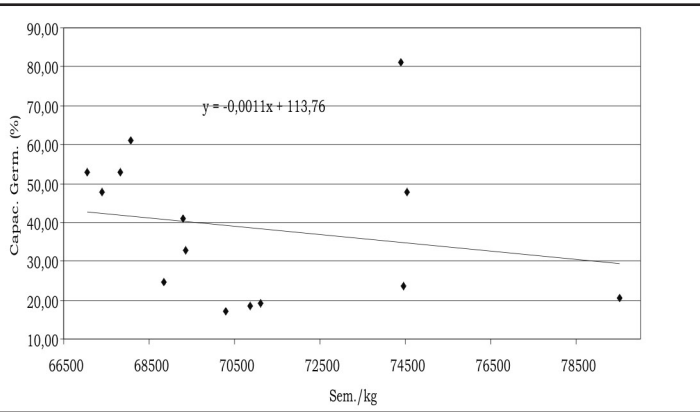


Figura 6. Relación entre la cantidad de semilla por kilogramo y la capacidad germinativa de la semilla en Malas Aguas.

Las tendencias temporales de aumento de la cantidad de semilla por kilogramo reportadas en el período 2010-2015 en ambas fuentes y sus posibles efectos negativos sobre la capa-

cidad germinativa de la semilla producida en ambos lugares, pueden estar determinadas tanto por factores naturales como por factores humanos.

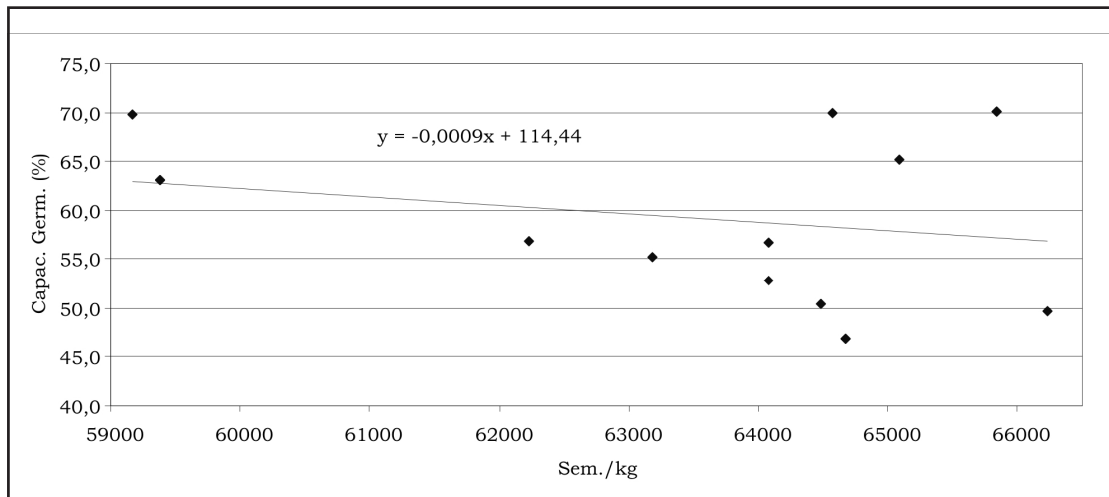


Figura 7. Comportamiento de la relación entre semilla por kilogramo y capacidad germinativa en 16 orígenes de *P. caribaea* var. *caribaea*.

Geada (2011), al estudiar las poblaciones de esta especie empleando ADN nuclear y de los cloroplastos, concluyó que “existe un positivo y significativo coeficiente de consanguinidad en la especie, y en particular en Marbajita y Malas Aguas, lo cual implica que a largo plazo ciertos caracteres de productividad o germinación pueden verse afectados”, a lo que puede añadirse que de los árboles *plus* que componen el huerto clonal de Malas Aguas, más del 60 % fueron originalmente seleccionados en Marbajita, porque era la mejor fuente natural de semillas disponible en el país en aquel momento, y de esa forma la consanguinidad allí existente pero desconocida en aquel entonces pudo haber sido transferida a Malas Aguas, donde ahora también se pudiera expresar.

Por otra parte, las evaluaciones realizadas al comportamiento histórico del clima indican que la tendencia del acumulado anual de lluvia en ambos municipios casi coincide con el promedio anual histórico y no fue significativa. En cuanto a la temperatura máxima media anual, registró una acentuada y significativa ($p = 0,003$), tendencia ascendente en Marbajita, mientras que en Malas Aguas su tendencia prácticamente coincidió con la media histórica y no fue significativa (Figs. 6 y 7), en tanto que la temperatura mínima media anual registró tendencias ascendentes significativas tanto en Malas Aguas ($p = 0,03$) como en Marbajita ($p = 0,06$) (Figs. 8 y 9).

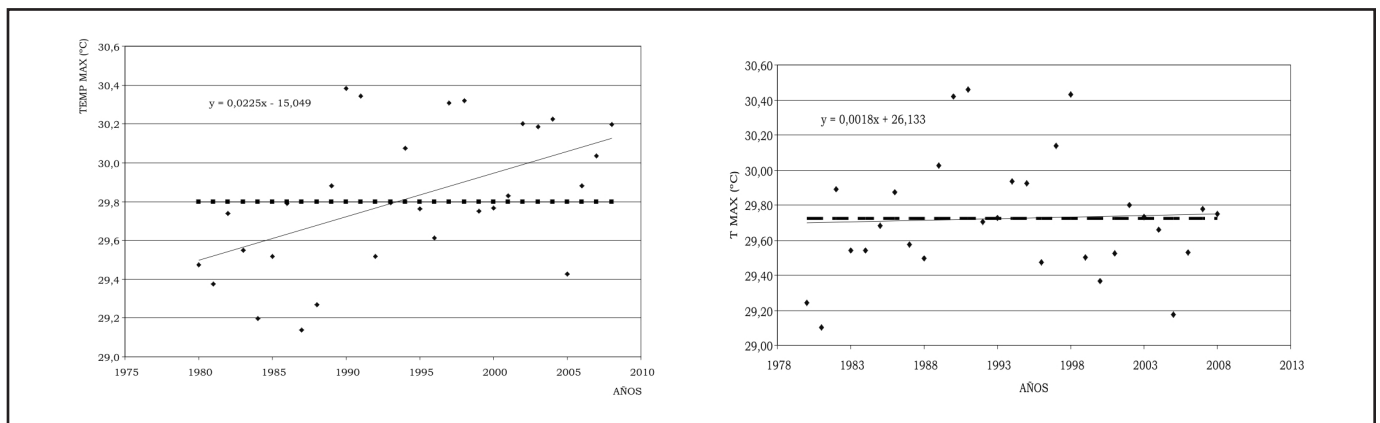


Figura 8. Tendencia histórica de la temperatura media anual máxima en Marbajita.

Figura 9. Tendencia histórica de la temperatura media anual máxima en Malas Aguas.

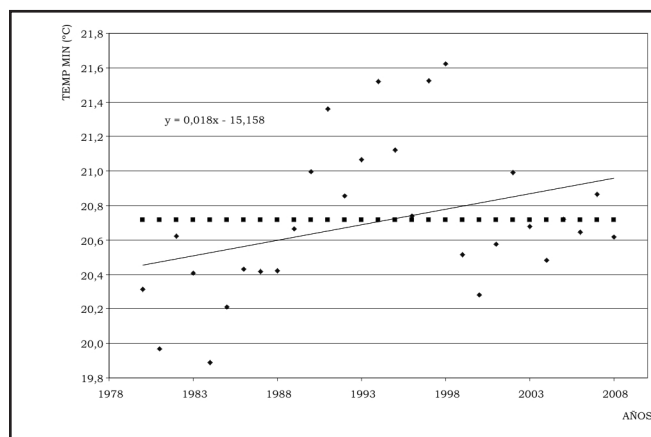


Figura 10. Tendencia histórica de la temperatura media anual mínima en Marbajita.

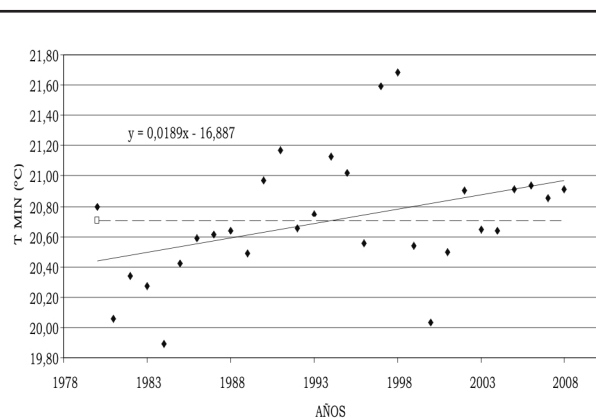


Figura 11. Tendencia histórica de la temperatura media anual mínima en Malas Aguas.

Este comportamiento del clima en estos dos municipios coincide en parte con lo reportado por Cuba en su Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (República de Cuba, 2015), donde se señala que en el país ha ocurrido un “incremento en la temperatura superficial del aire (0,9 °C) desde mediados del pasado siglo, condicionado por el aumento de la temperatura mínima promedio en 1,9 °C, por lo que se ha producido una disminución en el rango diurno de la temperatura superficial”.

Por último, también hay que considerar la posible influencia del muestreo sobre los resultados de los análisis realizados a la semilla.

Cuando se realiza el envasado de la semilla beneficiada, por un efecto gravimétrico las semillas más pesadas tienden a concentrarse en las partes más bajas del envase, mientras las más livianas tienden a quedar en las partes superiores; si antes del muestreo el envase no es sometido a una homogenización de su contenido por agitación y la muestra tomada no incluye semillas a diferentes profundidades del envase, los análisis pueden presentar un sesgo en la valoración de la calidad fisiológica de las semillas del lote. Además, si la cantidad de muestras tomadas a un lote es inferior a lo establecido por las normas correspondientes, esto también puede dar lugar a sesgos en los resultados de los análisis y afectar la valoración de la calidad fisiológica de las semillas del lote.

En resumen, las tendencias de disminución de la capacidad germinativa de la semilla y del aumento de la cantidad de semillas por kilogramo

detectadas, tanto en Marbajita como en Malas Aguas, pueden estar asociadas a los efectos de la consanguinidad, del calentamiento del clima, a deficiencias del muestreo o a la combinación e interacción entre estos tres factores.

Los posibles efectos de un inadecuado muestreo pueden ser rápida y eficazmente resueltos mediante una (re-)capacitación del personal y el estricto control sobre el apropiado cumplimiento de las normas vigentes. Por su parte, la solución de los posibles efectos de la consanguinidad en Malas Aguas requeriría disminuir la cantidad de clones procedentes de Marbajita presentes en el huerto semillero, al menos hasta el 30 % de la cantidad inicial, luego de concluidos los raleos derivados de los resultados de las pruebas de progenies, mientras que dada la condición de masa semillera natural de Marbajita, allí sería preciso llevar a cabo un fuerte raleo (quizás al 50 %), de forma tal que disminuyan los niveles de vecindad entre árboles a favor de los mejores fenotipos.

En cuanto al progresivo calentamiento del clima, esta es la única de las tres causas cuyos efectos no sería posible controlar, ya que requeriría el desarrollo de un proceso adaptativo de la especie, cuyo tiempo de duración sería mucho más prolongado que el que requeriría la temperatura para continuar incrementando sus valores.

CONCLUSIONES

- Las tendencias de disminución de la capacidad germinativa de la semilla y del aumento de la cantidad de semillas por kilogramo

mo detectadas tanto en Marbajita como en Malas Aguas pueden estar asociadas a los efectos de la consanguinidad detectada en *P. caribaea* var. *caribaea*, al calentamiento del clima, a deficiencias de muestreo o a la combinación e interacción entre estos factores, de los cuales solo el primero y el último pudieran contar con acciones que permitan mejorar o solucionar la situación existente.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A., Peña, A. 1980. Comportamiento de las características que definen la calidad intrínseca de las semillas de cua-

tro especies forestales. En: Inf. Final Proy. 02: Estudio sobre utilización de semillas forestales, tomo 3. Programa Principal Estatal 010: Recursos Forestales. Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana, Cuba. 143 p.

Dirección Nacional Forestal. 2012. Reporte de la Dinámica Forestal Nacional 2011. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba.

Geada, G. 2011. Variabilidad genética y estructura en poblaciones naturales y domesticadas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* usando ADN del cloroplasto y nucleares (nDNA). V Congreso Forestal de Cuba. La Habana, Cuba, 25-29 abril. 6 p.

República de Cuba. 2015. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana, Cuba. 228 p.

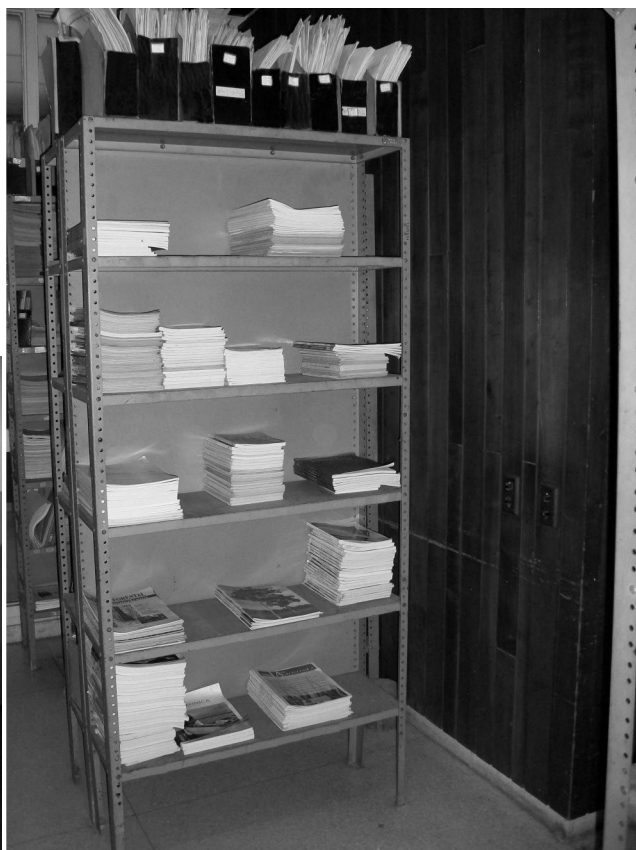
RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arnaldo Álvarez Brito.

Graduado de Biología en la Universidad de La Habana, recibió un adiestramiento en bioestadística y computación en el Instituto Forestal de Oxford, Reino Unido, y obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Forestales en la Universidad Técnica de Dresde, Alemania. Ha liderado proyectos de investigación sobre semillas, mejoramiento genético, conservación de recursos genéticos y cambio climático, así como programas de investigación sobre perfeccionamiento institucional y sobre el sector forestal, actuando como experto en estas disciplinas en diversas instancias. Dirigió el equipo de planificación estratégica del INAF y formó parte del equipo del Ministerio de la Agricultura. Fue autor contribuyente del Segundo Reporte del IPCC; es miembro del Equipo Nacional de Cambio Climático y ha participado en la elaboración de la Primera, la Segunda y la Tercera Comunicación Nacional de Cuba a la Convención de Cambio Climático. Es miembro titular de la Academia de Ciencias de Cuba durante el ejercicio 2012-2018.

Centro de Documentación

José Gómez Ricaño



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

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

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

Sus servicios abarcan:

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

Y entre sus productos:

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

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE ABAREMA MAESTRENSIS (URB.) BÄSSLER EN UN FRAGMENTO DEL BOSQUE PLUVIAL MONTANO, LA PLATICA, PARQUE NACIONAL TURQUINO

POPULATION STRUCTURE OF ABAREMA MAESTRENSIS (URB.) BÄSSLER IN A FRAGMENT OF THE MOUNTAIN PLUVIAL FOREST, TURQUINO NATIONAL PARK

ING. ALAIN PUIG-PÉREZ, M.Sc. ING. ADONIS SOSA-LÓPEZ, ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA E ING. ISNAUDY GARCÍA-RODRÍGUEZ

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, apuigp@guisa.inaf.co.cu, teléfs.: (23) 391387 y (23) 392511

RESUMEN

La investigación se realizó en la Unidad Zonal de Conservación La Platica, Parque Nacional Turquino en 2014 con el objetivo de caracterizar la estructura poblacional de la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler. Se empleó el método de transecto para la prospección y monitoreo poblacional de la especie, se utilizó la estadística descriptiva para la elaboración de los histogramas de frecuencia en el caso de la estructura vertical y horizontal. El monitoreo poblacional arrojó la identificación y georreferenciación de un total de 48 individuos, La estructura de las poblaciones de los individuos, teniendo en cuenta las clases de altura y diámetro, se comportaron en ambos casos en forma de J invertida, característica de especies amenazadas, La mayor cantidad de individuos se agrupan en las primeras clases de altura y diámetro, lo que denota una buena regeneración natural de la especie en la UZC La Platica.

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

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Platica Zonal Unit of Conservation in the National Park Turquino in 2014, with the objective of characterize the population structure of the species *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler. We used the transect method for the prospecting and population studies of the species, The descriptive statistic was used for the elaboration of the histograms of frequency in the case of the vertical and horizontal structure, The population monitory threw the identification and geo localization of total 48 exemplars, The structure of the populations of the individuals keeping in mind the classes of height and diameter behaved in both cases in form of inverted J, characteristic of threatened species, The biggest quantity in individuals groups in the first classes of height and diameter, what denotes a good natural regeneration of the species in the La Platica.

Key words: *Abarema maestrensis*, populations structure, transect.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de biodiversidad es uno de los problemas globales que ocupa a científicos e investigadores del mundo. Miller *et al.* (1995), citado por Jaula (2003), exponen las seis causas fundamentales de la acelerada pérdida de biodiversidad en el planeta, que se asocia a la elevación incontrolada de consumos de recursos

naturales, el reducido espectro de productos agrícolas y forestales que son comercializables en la actualidad, la introducción de especies vegetales y animales exóticos, las fallidas políticas y sistemas económicos para gestionar el medio ambiente y los recursos naturales, la iniquidad en la apropiación y acceso a los recursos natura-

les y sus beneficios, el inadecuado conocimiento prevaleciente, el ineficiente uso de la información existente, así como los sistemas legales e institucionales que promueven una explotación insostenible de los recursos naturales.

La Lista Roja de la Flora Vascular de Cuba (Berazaín *et al.*, 2005) expone la situación real del estado de conservación del 20 % de la flora cubana, al compilar la evaluación de 1414 taxones.

El género *Abarema* presenta un total de 45 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 escasamente estudiado en Cuba; se desconocen trabajos de investigación referidos al estado de conservación de las poblaciones, la estructura poblacional, la reproducción, la 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 maestrensis* (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 a 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. Esta situación ha conllevado que la especie sea considerada rara, resultando más vulnerable que las especies comunes, de lo cual se deriva que presente un tamaño poblacional bajo, con requerimientos de hábitats específicos, requiriendo de la protección inmediata de sus sitios y de estudios poblacionales a la especie para mantener oportunamente sus escasas y frágiles poblaciones.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores expuestas, se identificó el siguiente objetivo de caracterizar la estructura poblacional de la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

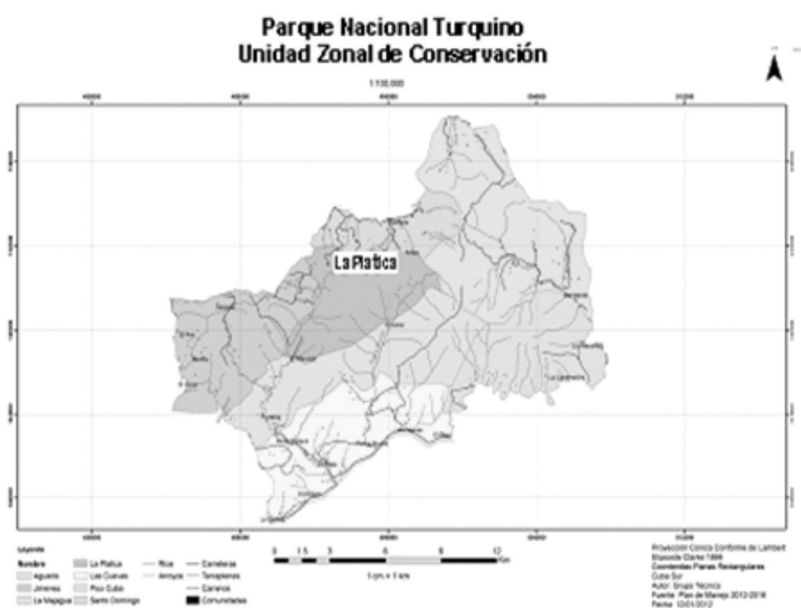


Figura 1. Localización del área de estudio en la UZC La Platica, en el Parque Nacional Turquino.

La investigación se desarrolló a la Unidad Zonal de Conservación (UZC) La Platica, perteneciente al Parque Nacional Turquino (PNT), que está ubicado en el centro oeste de la Sierra Maestra, a unos 60 km de la ciudad de Bayamo; en el Parque se encuentra la mayor elevación del país con 1974 m sobre el nivel del mar. Conforman el bloque montañoso por encima de los 1200 msnm con mayor área de Cuba. Abarca zonas de los municipios de Bartolomé Masó Márquez, provincia de Granma, y del municipio de Guamá, de la provincia de Santiago de Cuba. Ubicado en la hoja cartográfica 46-6111 y 48 76 111, y en su mayor extensión con escala 1:50 000. Con una extensión terrestre de 23 208,0 ha y una extensión marina de 2,0 ha, limita al norte y al este con áreas de la UBPC Batalla de Santo Domingo, del municipio de Bartolomé Masó Márquez, y con áreas de la Unidad Silvícola en el municipio de Guamá al este y al oeste, y al sur con el Mar Caribe.

Características climáticas

Al encontrarse en el grupo orográfico de mayor elevación en el país, esta zona posee un microclima característico, con bruscos cambios en algunas de sus variables meteorológicas en periodos de tiempo relativamente cortos. Las condiciones climáticas responden fundamentalmente a la variación de dos parámetros: la altitud y la exposición, siendo este el territorio de Cuba donde mejor se manifiesta la zonación vertical. Las temperaturas máximas promedio anual del aire disminuyen desde 30 °C en la costa hasta 16 °C en las partes más altas para el verano, mientras que las mínimas son más bajas en las zonas de mayor altura (Pico Cuba, Pico Real del Turquino y La Aguada del Joaquín), donde se han registrado hasta 5 °C en la estación invernal. Los nublados son abundantes casi todo el año en las zonas de mayor altitud, por lo que la humedad del aire es relativamente alta, registrándose nieblas intermitentes a ras

del suelo a partir de los 1000 m de altura. Los vientos locales a superficie manifiestan direcciones muy variables durante el día, mientras que en la atmósfera superior la dirección predominante es de noreste a suroeste, por lo que las masas de nubes descargan su mayor cantidad de lluvias en la zona de barlovento (parte norte del Parque). (Lastres *et al.*, 2011).

Así las precipitaciones se manifiestan con mayor abundancia entre los 600 m y 1900 m de altura, con una media anual que varía desde 1500 mm a 2700 mm en el periodo de abril a octubre, siendo la zona de mayor pluviosidad del país (Lastres *et al.*, 2011).

Características del suelo

En correspondencia con la variabilidad geomorfológica e hidroclimática, existe una relativa complejidad en los suelos, distinguiéndose los tipos generales de suelos Pardos Típicos (en alturas menores de 600 m), predomina en las partes más meridionales del Parque. Su formación se relaciona con los materiales tobáceos. La profundidad efectiva es de alrededor de 45 cm como promedio. El drenaje externo es regular y moderado el interno. Frecuentemente presenta graviliosidad y afloramiento rocoso. Existen, además, los suelos Fersialíticos Pardos Rojizos, en las pendientes cercanas a los lechos de los valles, Fersialíticos Rojos y Rojos Amarillos y Amarillentos en todos los rangos altitudinales y esqueléticos en algunas cimas y parteaguas (Lastres *et al.*, 2011).

Etapas de reconocimiento

Se realizó un recorrido por el área con el propósito de identificar árboles o poblaciones de la especie *Abarema maestrensis* Urb. Bässler, donde se reconocieron un total de 48 individuos, los cuales fueron georreferenciados con un GPS Garmin (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación geográfica de los árboles de *Abarema maestrensis* Urb. Bässler encontrados

UZC	Localidad	Árboles	Coordenadas		Altitud (msnm)
			N	W	
La Platica	La Plata	1	20°00 644'	076°54 584'	910
	La Plata	2	20°00 659'	076°54 454'	849
	La Plata	3	20°00 666'	076°54 361'	857
	La Plata	4	20°00 666'	076°54 361'	854
	La Plata	5	20°00 666'	076°54 344'	856

La Platica	La Plata	6	20°00 666'	076°54 336'	851
	La Plata	7	20°00 695'	076°54 231'	855
	La Plata	8	20°00 703'	076°54 218'	827
	La Plata	9	20°00 703'	076°54 218'	828
	La Plata	10	20°00 703'	076°54 218'	830
	La Plata	11	20°00 703'	076°54 218'	833
	La Plata	12	20°00 699'	076°54 223'	832
	La Plata	13	20°00 698'	076°54 222'	841
	La Plata	14	20°00 698'	076°54 232'	796
	La Plata	15	20°00 801'	076°54 165'	886
	La Plata	16	20°00 962'	076°54 129'	911
	La Plata	17	20°00 962'	076°54 087'	915
	La Plata	18	20°00 998'	076°54 060'	916
	La Plata	19	20°01 001'	076°54 049'	914
	La Plata	20	20°01 014'	076°54 026'	916
	La Plata	21	20°01 021'	076°54 026'	945
	La Plata	22	20°00 986'	076°53 806'	949
	La Plata	23	20°00 992'	076°53 805'	963
	La Plata	24	20°00 992'	076°53 805'	962
	La Plata	25	20°00 992'	076°53 805'	961
	La Plata	26	20°00 990'	076°53 803'	957
	La Plata	27	20°00 990'	076°53 803'	963
	La Plata	28	20°00 990'	076°53 803'	961
	La Plata	29	20°00 990'	076°53 803'	963
	La Plata	30	20°00 990'	076°53 803'	962
	La Plata	31	20°00 990'	076°53 803'	960
	Pico Mella	32	20°00 990'	076°53 803'	959
	Pico Mella	33	20°00 990'	076°53 803'	958
	Pico Mella	34	20°00 990'	076°53 803'	957
	Pico Mella	35	20°00 990'	076°53 803'	954
	Pico Mella	36	20°00 990'	076°53 803'	986
	Pico Mella	37	20°00 990'	076°53 803'	969
	Pico Mella	38	20°00 979'	076°53 796'	966
	Pico Mella	39	20°00 979'	076°53 796'	944
	Pico Mella	40	20°00 886'	076°53 745'	945
	Pico Mella	41	20°00 905'	076°53 653'	943
	Pico Mella	42	20°00 903'	076°53 651'	942
	La Platica	43	20°00 911'	076°53 548'	946
	La Platica	44	20°00 911'	076°53 548'	945
	La Platica	45	20°00 911'	076°53 548'	937
	La Platica	46	20°00 911'	076°53 548'	897
	La Platica	47	20°00 911'	076°53 548'	896
	La Platica	48	20°00 804'	076°53 515'	946

Estructura poblacional

Estructura de tamaños

Para el caso de los grupos de estudio de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler, se realizaron las mediciones correspondientes a:

- Diámetro a la altura del pecho (DAP) 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, tal como se muestran en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Escala de la estructura de tamaños según las clases de altura y diámetro 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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron encontrados un total de 48 individuos de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en la Unidad Zonal de Conservación, alcanzando 22 individuos alturas menores de 5 m. Se identificaron 27 individuos con diámetros en las clases de 0,5-11,5 cm. En el análisis de la estructura poblacional fue observado que el mayor número de individuos lo presentó la primera clase de altura, lo que quiere decir que los individuos de estas clases de altura están en crecimiento. Indican también que los individuos con altu-

ras comprendidas entre 5-12 m garantizan la mantención de las poblaciones. En cuanto a los individuos de mayores clases de altura, son aquellos reproductores maduros que son los responsables de la producción de semillas (*Tabla 1*).

Tabla 3. Distribución de poblaciones de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler. en clases de altura y diámetro en la Unidad Zonal de Conservación La Plática, Parque Nacional Turquino

Clases de altura (m)	Número de individuos	Clases de diámetro (cm)	Número de individuos
0,5-4,5	22	0,5-11,5	27
4,6-8,5	10	11,6-22,5	11
8,6-12,5	10	22,6-33,5	5
12,6-16,5	5	33,6-44,5	3
16,6-20,5	0	44,6-55,5	0
20,6-24,5	1	55,6-66,5	2

La agrupación de los individuos por clases de altura puede ofrecer una buena descripción de la estructura poblacional de la especie. En el área de estudio la estructura poblacional de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler se caracteriza por poseer el 45,83 % de los individuos en las clases de altura entre 0,5-4,5 m de altura, de lo cual el 20,83 % reside para las dos clases de altura 4,6-8,5 m y 8,6-12,5 m. En menor cuantía el 10,41 % oscila entre los 12,6-16,5 m, y el 2,00 % de los individuos se encuentra entre las clases de 16,6-24,5 m de altura. Solamente se encontró un individuo con más de 20 m de altura. El histograma poblacional para las clases de altura y el diámetro, obtenido a partir de las 48 plantas muestreadas, presenta forma de J invertida (*Fig. 1*), debido a que la frecuencia de individuos disminuye al aumentar su tamaño.

Para las clases diamétricas presenta una agrupación de los individuos en la primera clase diamétrica entre los 0,5-11,5 cm, para un 56,25 % del total. El 22,91 % del total de individuos radica entre los 11,6-22,5 cm, el 10,41 % entre los 22,6-33,5 cm, el 6,25 % de los individuos se encuentran en las clases 33,6-44,5 cm, mientras que el 4,16 % restante de los individuos presenta un diámetro superior a 55,00 cm.

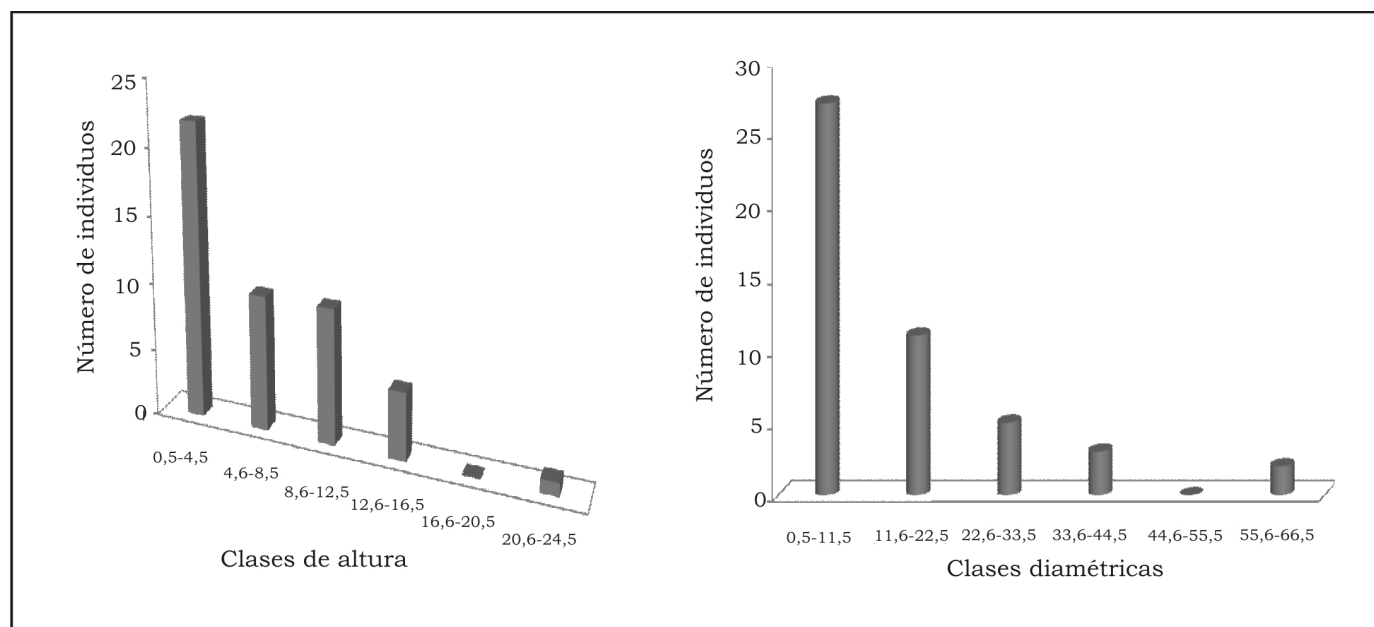


Figura 2. Estructura poblacional de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en el área de estudio según la altura y el diámetro de los individuos.

CONCLUSIONES

- La localización de poblaciones importantes de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en la Unidad Zonal de Conservación La Platica permitió la identificación de 48 individuos, lo que constituye una valiosa contribución al estudio de la especie en el país.
- La estructura de los individuos de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en la Unidad Zonal de Conservación La Platica, según las clases de altura y diámetro, se distribuyen en forma de J invertida debido a que la frecuencia de individuos disminuye al aumentar su tamaño.

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 p.
- Berazaín Iturralde, R., Areces Berazaín, F., Lazcano Lara, J.C., González Torres, L. R. 2005. Lista roja de la flora vascular cubana. Ed: Ayuntamiento de Gijón y Jardín Botánico Atlántico de Gijón. 86 p.
- Jaula Botet, J.A. 2003. Conservación "in situ" de la diversidad biológica. Inédito. 39 p.
- Lastres Aguilar, I.; Hernández Rodríguez, P. y Gómez Torres, J. M. 2011. Área Protegida Parque Nacional Turquino. Plan de Manejo 2011-2015. 45 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alain Puig Pérez

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

INICIOS EN LA PROPAGACIÓN POR ESTAQUILLAS DE SABINA DE COSTA (*JUNIPERUS BARBADENSIS* L. VAR. *LUCAIANA* (BRITTON) R. P. ADAMS)

BEGINNINGS IN THE PROPAGATION FOR CUTTINGS OF SABINA DE COSTA (*JUNIPERUS BARBADENSIS* L. VAR. *LUCAIANA* (BRITTON) R. P. ADAMS)

M.Sc. MILADYS DELGADO-MÉNDEZ¹, M.Sc. ISABEL PÉREZ-CABRERA¹, M.Sc. JAKELINE CARMENATES-BASULTO²,
M.Sc. JUAN M. YUMAR-PINARES¹ E ING. JULIO C. MONTERO-RODRÍGUEZ²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba, miladys.delgado@inaf.cmg.minag.cu

² Biofábrica de Camagüey. Circunvalación Norte, Puerto Príncipe, Camagüey, Cuba

RESUMEN

Sabina de costa está declarada en estado crítico en la Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. En Cayo Sabinal, lugar que debe su nombre a la presencia de esta especie, no existen reportes halagüeños de la existencia de poblaciones jóvenes como indicio de que sus semillas germinen en su ambiente natural. Urge contar entonces con tecnologías de propagación vegetativa con las cuales se podría evitar la absoluta dependencia de la semilla botánica. La presente investigación tuvo como objetivo ensayar el efecto de tres auxinas (AIA, AIB y ANA) en la supervivencia y enraizamiento de estaquillas, utilizando la zeolita como sustrato y evaluándose cuatro tratamientos, entre ellos una mezcla de las tres auxinas. El mayor valor de porcentaje de enraizamiento a los 120 días se obtuvo para el tratamiento con la mezcla, el cual mostró un 71,88 % de estacas con raíces y un alto porcentaje de supervivencia de estas.

Palabras claves: *Sabina de costa*, propagación vegetativa, estaquillas, auxinas, enraizamiento.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de la polinización, baja viabilidad del polen y/o degeneración embriogénica constituyen causas importantes en la disminución de la producción de semillas en el género *Juniperus* (Ortiz *et al.*, 1998). Además, se ha informado para especies como *J. communis* y *J. sabina* L.

ABSTRACT

Sabina de Costa is declared in critical state in the Cuban Vascular Flora Red List. In Cayo Sabinal, place that owes their name to the presence of this species, flattering reports of the existence of young populations don't exist as indication that their seeds germinate in their natural environment. It urges then having technologies of vegetative propagation with which it is could to avoid the absolute dependence of the botanical seed. The present investigation had as objective to evaluate the effect of three auxins (AIA, AIB and ANA) in the survival and rooting of *Sabina de Costa* cuttings using the Zeolite like substrate and being evaluated four treatments, among them a mixture of the three auxins. The biggest value of rooting percentage at 120 days was obtained for the treatment with the mixture, which showed 71, 88% of cuttings with roots and a high percentage of survival of these.

Key words: *Sabina de Costa*, vegetative propagation, cuttings, auxins, rooting.

que la calidad de las semillas tiende a disminuir en las regiones más secas y frías (García *et al.*, 2000; Wesche *et al.*, 2005), y que solo porcentajes muy pequeños de los conos colectados contienen semillas viables (Wesche *et al.*, 2005).

Para la especie *Juniperus barbadensis* L. var. *Lucayana* (Britton) R.P. Adams (sabina de costa) no existen hallazgos de regeneración natural en ninguna de las áreas donde habita, razones por la cual está declarada en estado crítico en la Lista Roja de la Flora Vascular Cubana (González-Torres *et al.*, 2016). Los frutos de sabina de costa maduran en agosto, pero no germinan hasta diciembre-enero por ser los meses más fríos, lo que quiere decir que necesita de bajas temperaturas, y las temperaturas mínimas han aumentado 0,7 °C en los últimos años (Planos *et al.*, 2012). En Cayo Sabinal no existen reportes halagüeños de la existencia de poblaciones jóvenes de sabina como indicio de que sus semillas germinen en su ambiente natural. A esto se suma el lento crecimiento de la especie y la tala excesiva e indiscriminada en el pasado, sin la consecuente planificación de repoblación de la especie.

Frente a este panorama urge contar entonces con tecnologías de propagación asexual o vegetativa, ya que con ellas se podría evitar la absoluta dependencia de la semilla botánica, conservar germoplasma valioso y multiplicar los genotipos superiores de las principales especies (Gárate, 2010). Calzada (1993) señala que la propagación vegetativa por estacas es el sistema de propagación más antiguo, es poco costoso, fácil de realizar, no requiere de habilidad especial de parte del operador y necesita poco espacio.

En las especies leñosas las estacas menores a un año enraízan mejor, aunque en algunas especies (olivo) la capacidad rizogénica aumenta con la edad de los órganos de los que se separan las estacas. En general las estacas tomadas de las plantas jóvenes tienen mejor enraizamiento que las tomadas de las plantas adultas. Las técnicas culturales encaminadas a rejuvenecer las plantas (poda) o a incrementar su actividad vegetativa (riego y fertilización) mejoran la capacidad rizogénica (Gárate, 2010).

La formación de raíces adventicias en la estaca comprende una serie de complejos procesos anatómicos y fisiológicos que se realiza por acción combinada de las auxinas y cofactores de enraizamiento que se promueven en las hojas y yemas. Se ha informado en la literatura

que una de las formas de producir raíces adventicias es a partir de lesiones, las cuales se forman después de haber hecho la estaquilla. Al cortar esta, quedan expuestas las células y consecuentemente entran a un proceso de cicatrización; las células muertas forman una placa necrótica que sella la herida con material suberoso y tapa el xilema con goma, lo cual evita la desecación. Las células que se encuentran en el interior se multiplican formando una capa de parénquima denominada callo. Las raíces adventicias derivan de las células que se encuentran contiguas al *cambium* vascular y al floema (Haissig, 1974). Los cofactores internos tienen una mayor influencia en la rizogénesis, tal como lo indican Weaver (1989) y Hartmann y Kester (1995) respecto a la iniciación de raíces adventicias.

Longman (1993) afirma que más del 80 % de árboles tropicales forestales pueden ser enraizados con estacas de madera suave bajo sistemas de nebulización y con sistemas de baja tecnología como los polipropagadores. La presente investigación constituye una premisa fundamental en la obtención de una metodología para la propagación mediante estaquillas de sabina de costa, y tuvo como objetivo ensayar el efecto de diferentes tipos de auxinas en la supervivencia y en el enraizamiento de las estacas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron en el Laboratorio de la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey en colaboración con la Biofábrica de Camagüey. Se utilizó material vegetal de plantas jóvenes de sabina de costa que se localizaron previamente en la Unidad Silvícola Camagüey. Se seleccionaron estacas semileñosas o suaves, con buen vigor y de aproximadamente 10 cm de longitud y alrededor de 8 mm de diámetro. El corte en los extremos basales y terminales se realizó de forma longitudinal, siempre dejando hojas en cada estaca, y se realizó la poda de las hojas manteniéndose alrededor de un 50 % de área de las mismas. Una vez cortadas las estacas se introdujeron en solución de agua + Cuproflow + ácido cítrico durante 20 min como tratamiento de desinfección.

ción y antioxidante. Una vez transcurrido el tiempo, y ya secas las estacas, se introdujeron en su extremo basal durante 5 s en las respectivas preparaciones hormonales en polvo para cada uno de los tratamientos. Posteriormente se sembraron en sustrato de zeolita.

Para la elaboración de las preparaciones hormonales en polvo se pesaron 0,26 g de cada una de las auxinas a ensayar y se diluyeron en 20 mL de etanol, completando luego a un volumen final de 150 mL de etanol. Esta solución se mezcló con 200 g de talco industrial y se dejó secar durante 24 h. El experimento contó con los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1: Preparación hormonal en polvo conteniendo ácido indol acético (AIA).

Tratamiento 2: Preparación hormonal en polvo conteniendo ácido indol butírico (AIB).

Tratamiento 3: Preparación hormonal en polvo conteniendo ácido naftalénacético (ANA).

Tratamiento 4: Preparación hormonal en polvo conteniendo una mezcla de AIA, AIB y ANA.

El ensayo se mantuvo bajo condiciones de alta humedad y alta temperatura con un riego por nebulización automatizado. 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 siguió una evaluación periódica del experimento hasta la aparición de raíces. Se establecieron como criterios de evaluación la supervivencia de las estacas en el sustrato a los 90 días y 120 días de montado el experimento, así como los porcentajes de formación de raíces y formación de callos también durante este período.

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico InfoStat versión 1.0. Para el análisis y procesamiento de los resultados de la supervivencia a los 120 días, se realizó 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. Para la formación de callos y de raíces en las estacas

en los diferentes tratamientos a los 90 y 120 días se realizó una prueba *t* de *student* como análisis para medidas repetidas en el tiempo. 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

En la siguiente figura se representa la formación de callos y raíces en estaquillas de sabina de costa tratadas con la mezcla de auxinas (*Tratamiento 4*) a los 90 días de iniciados los tratamientos.

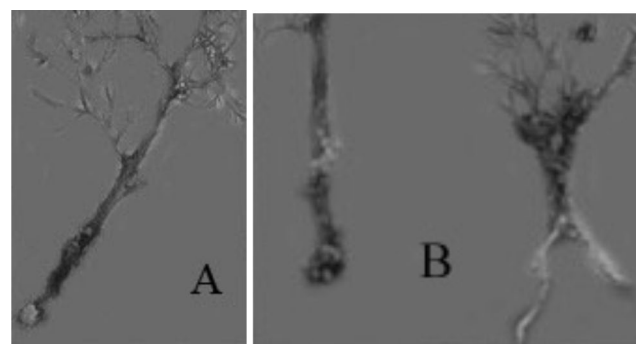


Figura 1. Formación de callos y de raicillas en estaquillas de sabina de costa a los 90 días de tratadas con la mezcla de auxinas (*tratamiento 4*). A: Estadio de formación de callos. B: Formación de callos (izquierda), y a la derecha formación de raíces en las estaquillas.

Como puede observarse en la figura, algunas estaquillas pasaron por el estadio de formación de callos. Según Narda *et al.* (1974), la formación de callo puede ser favorecida con la aplicación de sustancias promotoras del enraizamiento, como son el ácido indol butírico y el ácido naftalenacético. De acuerdo con estos antecedentes, la aparición de callos en algunas de las estaquillas en tres de los tratamientos ensayados (*tratamientos 1, 3 y 4*) en nuestros experimentos antes de la formación de raicillas, pudo deberse al uso de las auxinas como promotoras del enraizamiento.

A los 90 días de iniciados los tratamientos las estacas mostraron un 100 % de supervivencia, y con el transcurso del tiempo algunas estacas murieron en todos los tratamientos.

Los resultados de la supervivencia en porcentaje de las estaquillas de sabina al transcurrir 120

días de iniciados los tratamientos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1: Porcentajes de supervivencia de estaquillas de sabina a los 120 días de iniciados los tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Porcentaje de supervivencia (120 días)</i>
T1: Preparación hormonal en polvo conteniendo AIA	91,67 a
T2: Preparación hormonal en polvo conteniendo AIB	83,33 a
T3: Preparación hormonal en polvo conteniendo ANA	91,67 a
T4: Preparación hormonal en polvo conteniendo una mezcla de AIA, AIB y ANA	91,67 a

Letras diferentes para tratamientos que difieren entre sí.
(ANOVA, Tuckey, $p < 0,05$, $Es = 0,36$, $n = 12$).

En sentido general, en todos los tratamientos las estacas mostraron altos valores de supervivencia. Los mayores valores se encontraron en los tratamientos 1, 3 y 4 con 91,67 % y sin diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento, cuyas estaquillas mostraron una supervivencia de un 83,33 %. Se ha documentado que el desarrollo fisiológico de las estacas puede afectar la supervivencia de las mismas si no se han emitido raíces que permitan una asimilación efectiva de los nutrientes suministrados en la solución nutritiva (Bonga y Von

Aderkas, 1992), por lo que los altos valores de supervivencia obtenidos en nuestra investigación pudieron deberse al hecho de que en todos los tratamientos la mayoría de las estacas estaban formando callos y habían emitido raicillas durante las evaluaciones.

Como indicadores de evaluación para el enraizamiento se evaluaron periódicamente los porcentajes de formación de callos y de raíces en las estaquillas en cada uno de los tratamientos. En la *Tabla 2* se muestran los resultados para la formación de callos.

Tabla 2. Porcentajes de formación de callos en estaquillas de Sabina a los 90 y 120 días de iniciados los tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Porcentaje de formación de callos (120 días)</i>	<i>Porcentaje de formación de callos (90 días)</i>	<i>Diferencia (dif) entre las medias de cada observación</i>
T1: Preparación hormonal en polvo conteniendo AIA	8,33 a	8,33 a	0
T2: Preparación hormonal en polvo conteniendo AIB	27,77 a	41,66 a	-13,89
T3: Preparación hormonal en polvo conteniendo ANA	0 a	0 a	0
T4: Preparación hormonal en polvo conteniendo una mezcla de AIA, AIB y ANA	19,44 a	8,33 a	11,11

Letras diferentes para observaciones que difieren entre sí (*t de student*, $p < 0,05$)

El análisis estadístico de los resultados para la formación de callos en las estaquillas de sabina no mostró diferencias estadísticamente significativas entre las observaciones a los 90 días y 120 días en ninguno de los tratamientos ensayados. En el tratamiento 2 el porcentaje de formación de callos disminuyó con el tiempo, obteniéndose un valor negativo en la diferencia entre las observaciones. Esta disminución en

el indicador formación de callos en este tratamiento se debió al hecho de que muchas de las estacas que habían formado callos en sus extremos basales pasaron a formar raíces a los 120 días de iniciados los ensayos.

Es importante destacar que todas las estacas en el tratamiento 2 pasaron directamente a formar raíces sin pasar por estadio de callos,

lo cual pudo deberse a los niveles endógenos de auxinas presentes en las estacas; y a ello se debe la importancia de evaluar también

periódicamente la formación de raíces. Los resultados para este indicador se muestran en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Porcentajes de formación de raíces en estaquillas de sabina a los 90 y 120 días de iniciados los tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Porcentaje de formación de raíces (120 días)</i>	<i>Porcentaje de formación de raíces (90 días)</i>	<i>Diferencia (dif) entre las medias de cada observación</i>
T1: Preparación hormonal en polvo conteniendo AIA	25 a	25 a	0
T2: Preparación hormonal en polvo conteniendo AIB	52,77 a	16,66 b	36,11
T3: Preparación hormonal en polvo conteniendo ANA	52,77 a	16,66 b	36,11
T4: Preparación hormonal en polvo conteniendo una mezcla de AIA, AIB y ANA	71,88 a	33,33 b	38,55

Letras diferentes para observaciones que difieren entre sí (t de student, $p < 0,05$).

El análisis estadístico de la variación con el tiempo para el indicador formación de raíces en las estacas mostró diferencias significativas entre las observaciones en los tratamientos 2, 3 y 4, lo cual evidencia que las estacas deben permanecer 120 días en el sustrato para el enraizamiento, pues existe un incremento significativo con el tiempo del porcentaje de formación de raíces. A partir de este período las estacas comenzaron a perder calidad fisiológica, produciéndose la muerte de algunas de estas en todos los tratamientos y disminuyendo la supervivencia. Esto pudo deberse al agotamiento de los nutrientes en el sustrato o al tipo de sustrato utilizado. En nuestro caso utilizamos la zeolita, la cual es muy semejante a la arena. El uso de la arena como sustrato puede dar lugar a problemas en el crecimiento, pues tiene como inconvenientes que la humedad del sustrato y la concentración de sales de la solución pueden presentar fuertes variaciones en caso de no ser manejadas con mucho cuidado. Esto suele ocurrir especialmente cuando se aportan los elementos nutritivos a la planta en forma sólida (Calderón y Cevallos, 2001), metodología que coincide con la empleada en nuestros ensayos, donde las auxinas para el enraizamiento se su-

ministraron mediante un preparado en forma sólida a base de talco industrial.

En los tratamientos 2, 3 y 4 se observaron altos valores de supervivencia a los 120 días, siendo esta mayor en los tratamientos 3 y 4. El mayor valor de porcentaje de enraizamiento a los 120 días se obtuvo para el tratamiento con la mezcla de hormonas, el cual mostró un 71,88 % de las estacas con raíces. Estos resultados aprueban la ventaja del uso de este tratamiento (preparación hormonal en polvo con una mezcla de AIA, AIB y ANA) para la formación de raíces en estaquillas de sabina de costa, y presupone un inicio en la obtención de una metodología de propagación de esta especie a partir de material vegetativo (estaquillas) de árboles jóvenes.

CONCLUSIONES

- En todos los tratamientos ensayados las estaquillas de sabina de costa mostraron altos valores de porcentaje de supervivencia.
- Un porcentaje de las estacas que habían formado callos en sus extremos basales pasaron a formar raíces a los 120 días de iniciados los ensayos, de allí la importancia de realizar evaluaciones periódicas.

- Los resultados obtenidos corroboran la ventaja del uso del tratamiento con la preparación hormonal en polvo, con una mezcla de AIA, AIB y ANA para la formación de raíces en estaquillas de sabina de costa.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonga, J.M., von Aderkas P. 1993. Rejuvenation of tissues from matures conifers and its implications for propagation *in vitro*. En: Ahuja M.R y Libby W.J, Eds., Clonal forestry I. Genetic and Biotechnology (US): 182-189.
- Calderón, F., Cevallos, F. 2001. Los sustratos. Disponible en: www.drcalderonlabs.com (Consultado: 7 de octubre de 2015).
- Calzada, J. 1993. 143 frutales nativos. Perú. Ediciones UNALM. 366 p.
- Gárate, M.H. 2010. Técnicas de propagación por estacas. 167 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali-Perú.
- García D. *et al.* 2000. Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe. *Journal Ecology* (UK) 88: 436-446.
- González-Torres, L.R. *et al.* 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 1-352.
- Haissig, B.E. 1974. Origins of adventitious roots. *New Zealand Journal of Forestry Science* (NZ) 4 (2): 299-310.
- Hartmann, H., Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. México. Editorial Continental. 760 p.
- Longman, K. 1993. Rooting cutting of tropical trees. London. Editorial Commonwealth Science Council. 312 p.
- Narda, K., Kumar, P., Kochkhar, V. 1974. Role of auxins, anti-auxin, and fenol in the production and differentiation of callus on stems cuttings of *Populus robusta*. *New Zealand Journal of Forestry Science* (NZ) 4 (3): 338-346.
- Ortiz, P.L., Arista, M., Talavera, S. 1998. Low reproductive success in two subspecies of *Juniperus oxycedrus* L. *Int. Journal of Plant Sciences* (US) 159: 843-847.
- Planos, E.O., Rivero R., Guevara, V. 2005. Impacto del Cambio Climático y medidas de adaptación en Cuba. Ciudad de La Habana. Biblioteca digital cubana de Geociencias. 520 p.
- Weaver, R. 1989. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Editorial Trillas. 622 p.
- Wesche, K., Ronnenberg, K., Hensen, I. 2005. Lack of sexual reproduction within mountain steppe populations of the clonal shrub *Juniperus sabina* L. in semi-arid southern Mongolia. *Journal of Arid Environments* (NL) 63: 390-405.

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 ha recibido varios cursos de posgrado con resultados satisfactorios.

ESTADO SANITARIO DE LA FAMILIA MELIACEA DEPOSITADAS EN LA COLECCIÓN NÚCLEO DE MADERAS

SANITARY STATUS OF MELIACEAE FAMILY DEPOSITED IN WOOD COLLECTION NUCLEUS

DRA. KATIA MANZANARES-AYALA¹, ING. DIGNA VELÁZQUEZ-VIERA¹, M.Sc. GARDENIS MERLAN-MESA² Y
M.Sc. MAGALY ARCIA-CHÁVEZ³

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

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

³ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa,
Carretera a Victorino, Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma

RESUMEN

La familia Meliácea está contenida en la Xiloteca Julián Acuña Galé y se caracteriza por presentar una alta representación de elementos endémicos de alto valor económico. El objetivo del trabajo es evaluar el estado de conservación de este grupo taxonómico. Se encontró que Meliácea presenta 76 ejemplares, distribuidos en 15 taxones. Los géneros con mayor abundancia relativa son Trichilia, Switenia y Cedrela, asociado a una alta cantidad de individuos dentro de la colección, mientras los géneros introducidos como Azedarach, Khaya, Toona y Melia su presencia es mínima. Se determinó que las afectaciones de mayor riesgo son las rajaduras y hendiduras en el plano transversal y ataques de organismos xilófagos, especialmente de Cedrela odorata L. (cedro), Carapa guianensis Aublet (najesí), especie protegida por la ley forestal que representa una joya de la flora cubana, así como Guarea guidonia (L.) Sleumer (yamagua), de reconocido valor maderable, muestran baja abundancia en la colección.

Palabras claves: Diversidad, colección biológica, patrimonio forestal, Meliaceas, conservación.

ABSTRACT

Meliaceae family belongs to Julián Acuña Galé wood collection and it is characterized by a high representation of endemic species of high economic value. The objective of this paper is to evaluate the state of conservation of this valuable taxonomic group. It was found that Meliaceae has 76 copies, distributed 15 species. The generous are more proportional abundance are Trichilia, Cedrela Switenia associated with high richness within collection while introduced generous as Khaya, Toona and Melia its presence is discreet. It was determined that the damages are greater risk of cracks and crevices in the transverse plane attacks and decay organisms, especially Cedrela odorata L. (cedar), Carapa guianensis Aublet (najesí) species protected under the Forest law represents a jewel of Cuban vegetation and Guarea guidonia (L.) Sleumer (Yamagua) timber value recognized show low abundance in the collection.

Key words: Diversity, biological collection, forest patrimony, Meliaceae, conservation.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es la principal fuente de riqueza con que cuentan los países de la región para su desarrollo económico y social, capital que se manifiesta en la existencia de recursos naturales y flujos de servicios ecosistémicos

para bienestar de la sociedad (Barrantes, 2014). La importancia de mejorar la información sobre los recursos genéticos forestales indispensables para la seguridad alimentaria, provisión de madera, medicamentos, energía, oportunidades

de recreación y turismo, entre otros beneficios vitales para la supervivencia de la humanidad, ha propiciado que las colecciones biológicas recobren su importante papel como instrumentos técnico-científicos que promuevan el entendimiento del estudio de la diversidad biológica forestal de los paisajes naturales. Actualmente las colecciones biológicas afrontan problemas de deterioro causado por agentes de diversa índole, tanto en los ejemplares como en los materiales utilizados para su preservación y montaje. El detrimento en las colecciones se presenta de manera natural, pero se incrementa en gran medida por el uso de técnicas inadecuadas en el manejo de los ejemplares y el descuido en su ambiente de almacenamiento (Tobar, 2002). Esta situación reduce la vida útil de los prototipos y limita la protección de las colecciones, y por ello es fundamental formular acciones de mantenimiento de cada ejemplar para que el desperfecto sea el mínimo posible.

La Xiloteca Julian Acuña Galé, del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, cuyo curador fundacional fue el eminente profesor titular de la Universidad de Pinar del Río, Ing. Alberto Ibáñez Drake, es una colección biológica preservada que reproduce el patrimonio de las especies forestales establecidas en nuestro territorio nacional. La muestra está organizada sobre una base taxonómica que constituye un archivo histórico natural de las principales formaciones boscosas, y cuya función esencial es didáctica y de utilidad múltiple para numerosos estudios biológicos de diferentes usuarios. Las especies arbóreas se identifican por un registro numérico asociado a las variables de la nomenclatura científica, y están automatizadas en una Base de Datos que facilita la comunicación y el intercambio de conocimientos entre las instituciones afines. En particular, la Xiloteca posee una interesante muestra de ejemplares de la familia Meliácea, una de las más importantes por la diversidad de especies clímax de ecosistemas que representan, de las cuales algunas de ellas están protegidas por la Ley Forestal y otras presentan algún grado de amenaza. Esta información asociada son la base de los estudios taxonómicos, ecológicos, filogenéticos, biogeográficos y conservacionistas. Además, esta valiosa colección forma parte integral para el conocimiento de la diversidad biológica forestal, así como para el fomento, enriquecimiento y conservación del patrimonio del sector forestal.

El objetivo del trabajo es realizar un diagnóstico de mantenimiento de la familia Meliácea para disponer de una descripción del estado de conservación de las muestras

Materiales y métodos

La información se documentó mediante un folleto de maderas de la Xiloteca (Velázquez *et al.*, 2011) y en la Base de Datos de dicha colección que permite la obtención rápida de los listados de especies, que apoya ágilmente el proceso de elaboración de catalogación de determinados taxones de interés (Chamizo *et al.*, 2012).

• Inventario florístico

Se realizó un conteo general de los individuos de la familia y se registraron las informaciones en una tabla de captura de datos. Se determinó la abundancia relativa (Ab_r) de cada muestra por la relación entre la cantidad de individuos de la especie y el número total de ejemplares de la colección ($N = 816$).

• Inspección de muestras

Se recomienda realizar esta revisión periódicamente para disponer de exploración cronológica de las tendencias de la conservación de la colección. Se toma el ejemplar de madera y se revisan las afectaciones de los distintos planos de la muestra. Se inicia por un recorrido de arriba hacia abajo de la muestra. Se aborda por los cortes transversales: arriba ($Tr-a$), en el medio ($Tr-m$) y al fondo ($Tr-b$) y en la sección longitudinal radial (Lr), según se detalla en la Fig. 1.

Se inicia el examen de inspección consistente en la medición de tres variables: organolépticas (color, brillo), agentes mecánicos y de deterioro.

El color se analiza con una escala cromática de maderas o la gama de colores identificados por Ibáñez *et al.* (2002). Los agentes de degradación se registran con la identificación de la aparición de manchas, orificios, rajaduras y canales de variada intensidad, y se basan en la guía metodológica elaborada por el grupo de curaduría (Manzanares *et al.*, 2011), que concluye con una evaluación integral del estado de la muestra, según la escala de categorías cualitativas: Muy Bien, Bien, Regular, Mal y Delicado, otorgado de acuerdo a la intensidad de las afectaciones observadas.

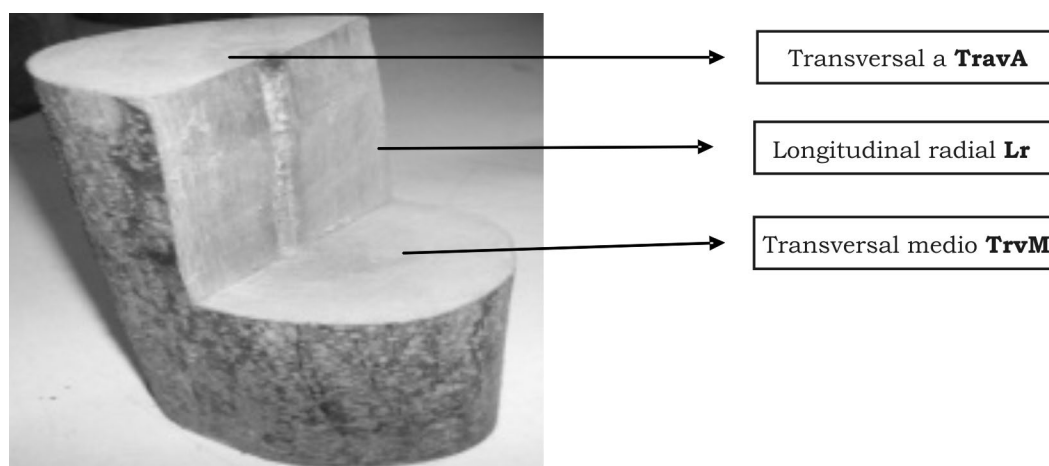


Figura 1. Áreas de inspección de las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El deterioro en las colecciones biológicas es considerado como cualquier perturbación indeseable en las propiedades de los materiales que afectan las características de los ejemplares, y se requiere dar seguimiento periódico para conservar su integridad.

• Inventario florístico

La colección de la familia Meliáceas es una de las más numerosas, y contempla grupos taxonómicos de especies nativas y exóticas distribuidos desde los códigos numéricos 291 hasta 305, seguida de un salto con series ampliadas comprendidas entre 711, 712 y 715 (Tabla 1). El inventario realizado revela

la existencia de una población compuesta por 76 individuos representados en 15 taxones, de ellos solamente cinco son endémicos. Los géneros nativos encontrados responden a *Cedrela*, *Carapa*, *Guarea*, *Swietenia*, *Trichilia* mientras los exóticos son *Azedarach*, *Khaya*, *Toona*, *Melia* (Betancourt, 2000), y se incluye *Swietenia* de hoja ancha, la centroamericana y el híbrido. Se encontraron algunas diferencias en la cantidad de réplicas de varias especies con respecto a otros inventarios precedentes realizados durante 2000 y 2008, lo que demuestra que la familia se pudo conservar a través del tiempo y resistir las perturbaciones del entorno, dadas por las dificultades en la curaduría e infraestructura de la instalación de la Sala Expositiva (Velázquez *et al.*, 2011).

Tabla 1. Distribución de las muestras de la familia Meliaceae por localidades

Taxa/localidades	Viñ	Hab	May	Itab	Topes	Cam	Guisa	Bcoa	Desc.	Total	Abundancia relativa (%)
1. <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer (291) yamagua N	1	2				1	2			6	0,73
2. <i>Cedrela odorata</i> L. (292) cedro N								13		13	1,59
3. <i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq. (293) caoba antillana N					8				5	13	1,59
4. <i>Trichilia hirta</i> L. (294) jubaban N	1	2					1	1		5	0,61
5. <i>Trichilia havanensis</i> Jacq. (295) siguaraya N	16	1								17	2,08
6. <i>Khaya nyasica</i> Stapf (296) caoba africana E					1					1	0,12

7. <i>Azadirach indica</i> (A. Juss (298) nim E				1						1	0,12
8. <i>Carapa guianensis</i> Aublet (299) najesi N			2					1		3	0,36
9. <i>Melia azedarach</i> L. (300) paraíso E						1				1	0,12
10. <i>Swietenia macrophylla</i> King (301) c. Honduras E						1				1	0,12
11. <i>Khaya senegalensis</i> A. Juss (302) (711, A, B, D) caoba africana E	4	1			1	1				7	0,85
12. <i>Toona ciliata</i> M. Roem (303) cedro de Himalaya E					1	1	2			4	0,49
13. <i>Cedrela cubensis</i> Bisse (305) cedro hembra E						1	1			2	0,24
14. <i>Swietenia humilis</i> Zucc. (712) (caoba centroamericana) E				1						1	0,12
15. <i>Swietenia macrophylla x mahagoni</i> (715) (híbrida) E								1		1	0,12
Total de individuos (N)	22	6	2	2	11	6	6	16	5	76	
Porcentaje	28,94	7,89	2,63	2,63	14,47	7,89	7,89	21,05	6,57	100	

E: Exótica N: Nativa

La presencia proporcional más notable se advierte en las estaciones de Viñales y Baracoa con un registro del 28 % y 21 %, respectivamente, de aportaciones, y le sigue en ese orden la extinta Estación de Topes de Collantes con el 14 %. Las unidades de Mayabeque e Itabo representan las proporciones más deprimidas a pesar de su cercanía a la colección núcleo. Se observa en la *Tabla 1* que la familia Meliácea presenta una alta cantidad de individuos en comparación con otros grupos taxonómicos, tales como género *Eucalyptus* de la familia Mirtáceas (Manzanares *et al.*, 2011), tributados fundamentalmente por las Estaciones Experimentales de Viñales ($n = 22$) y Baracoa ($n = 16$) que están enclavadas en las inmediaciones del Parque Nacional de Viñales (PNV) y de la Sierra Nipe-Baracoa, con abundantes especies de las formaciones vegetales de bosque semicaducifolio y siempreverde,

respectivamente. Las localidades de las estaciones centrales se aprecia menor cantidad de especies de la familia procesadas para la Xiloteca, y especialmente la Estación de Placetos no está incluida dentro de los territorios que han aportado individuos de esta familia botánica para la colección.

Las estaciones de Guisa ($n = 6$) y Camagüey ($n = 6$) reportaron bajos ejemplares a la colección, lo que debe constituir un lineamiento de contribución en lo sucesivo para rescatar un conjunto de taxones deprimidos.

Inspección de muestras

Variables organolépticas

Se procedió a observar la incidencia de la evolución del color y del brillo a lo largo del tiempo con la comparación de las pérdidas de la to-

nalidad original. Se aprecia que la pérdida de color es más rápida en los primeros meses de preparación de la muestra en ingreso, velocidad que va disminuyendo a medida que avanza el tiempo de permanencia en la colección, y esta situación se aprecia con evidencia en la muestra, ya que la mayoría de los ejemplares observados manifiestan sus colores opacados. Algunos autores destacan las tendencias cromáticas hacia las maderas de tonalidades oscuras

como las que ganan mayor popularidad en el mercado internacional, según Zapata (2003), y se corresponde perfectamente con las especies de la familia Meliáceas que muestran tonos castaño-rojizos en sus coloraciones, especialmente en *Swietenia mahagoni* y *Trichilia hirta* (Fig. 2). Por esta razón y por sus excelentes propiedades físico-mecánicas son preferidas para construcciones, ebanistería, carpintería y elementos de decoración interior (Albert, 2015).

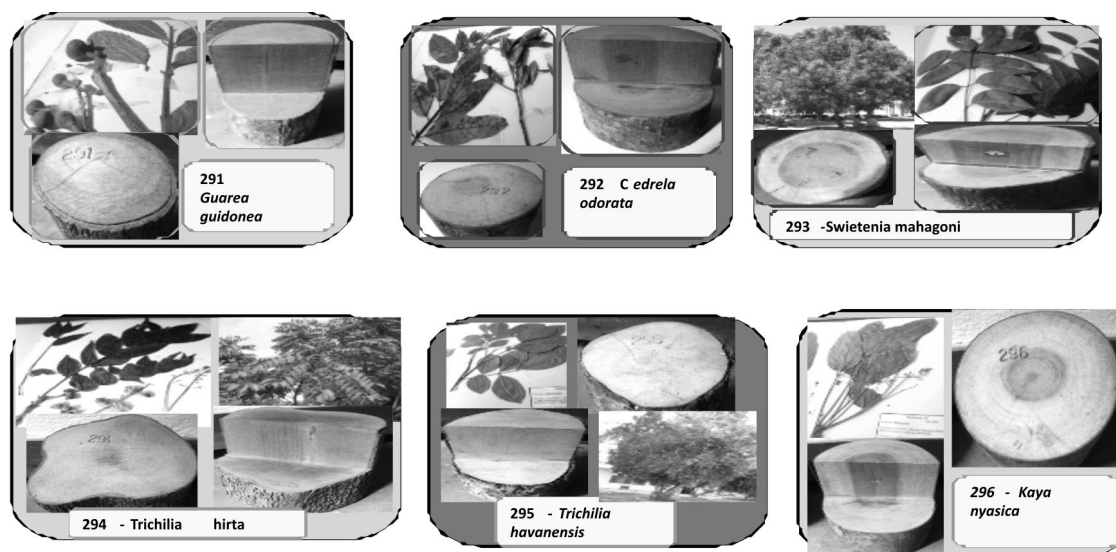


Figura 2. Tonalidades de algunas muestras de Xiloteca y su herbario de Meliaceae.

Variables de deterioro mecánico y biológico

El examen arrojó que la familia Meliácea clasifica con una buena integridad de sus muestras, ya que posee con clasificación entre MB y R del 85,46 % de la colección, por lo que se

considera muy aceptable los individuos y su conservación en el tiempo (Fig. 3). Entre estas mencionadas categorías están los códigos 291, 293, 294, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 712, 715 (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de evaluación del estado de la colección Meliaceae

Código	Nombre científico/vulgar	B	MB	R	M	D	Total
291	<i>Guarea guidonia</i> (yamagua)	6					6
292	<i>Cedrela odorata</i> (cedro)	3		2	2	6	13
293	<i>Swietenia mahagoni</i> (caoba antillana)	13					13
294	<i>Trichilia hirta</i> (jubaban/c.de hacha)	3	2				5
295	<i>Trichilia havanensis</i> (siguaraya)	12	1	4			17
296	<i>Khaya nyasica</i> (caoba africana)	1					1
298	<i>Azedarach indica</i> (nim)	1					1
299	<i>Carapa guianensis</i> (najesí)	1		2			3
300	<i>Melia azedarach</i> (paraíso)	1					1
301	<i>Swietenia macrophylla</i> (caoba Honduras)	1					1
302/711	<i>Khaya senegalensis</i> (caoba africana)	6	1				7

303	<i>Toona ciliata</i> (cedro Himalaya)	1		3			4
305	<i>Cedrela cubensis</i> (cedro hembra)	2					2
712	<i>Swietenia humilis</i> (caoba centro)	11					1
715	<i>S. mahagoni</i> x <i>macrophylla</i> (caoba híbrida)		1				1
	Porcentaje	68,42	6,57	14,47	2,63	7,89	76

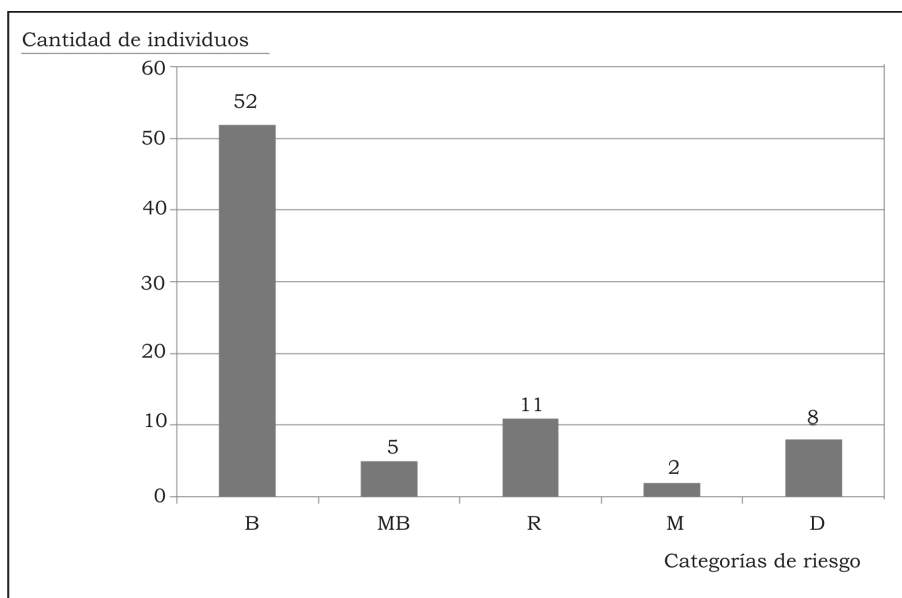


Figura 3. Estado de conservación de las muestras de la familia Meliaceae.

Con dictamen R figuran solamente once ejemplares. Se censaron como M y D ocho dos individuos de *Cedrela odorata*, situación que pudiera deberse a la toma de muestra de ramas jóvenes y el tratamiento preservador, lo cual alerta al colectivo de curaduría un aviso de riesgo para aplicar medidas de aislamiento para salvaguardar la integridad del resto de los individuos, aunque según Salmerón (2016) se identifica como una especie redundante, las cuales no comprometen el sostenimiento de la colección. Las afectaciones más notables se debieron a rajaduras de 10-50 mm de longitud, hendiduras medias, profundas y separación de corteza en algunos tramos de la circunferencia. Se observa que *Trichilia havanensis* presentan la más elevada cifra de elementos de la familia con 17 individuos sanos, mientras que *Melia azedarach*, *Azedarach indica*, *Khaya nyasica*, *Toona ciliata* poseen los valores más bajos, aunque con réplicas con buena clasificación de integridad (Figs. 3 y 4). El grupo taxonómico Meliaceae contempla un subgrupo de "caobas" en satisfactorio estado de conservación, liderada

por *Swietenia mahagoni*, endémica de Cuba y orgullo nacional, que está declarada como especie prioritaria de los recursos genéticos forestales por el Grupo Agro-Forestal (GAF), así como un ejemplar único de *Swietenia humilis* (caoba centroamericana de la costa del Pacífico), designada, según OIMT (2003) como especie de prohibición de tala por la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de la flora y la fauna silvestres (Cites), lo cual constituye una verdadera exclusividad de la familia por el carácter regional que entraña el prototipo. Además, este acuerdo decidió extender la regulación a *Swietenia macrophylla* (caoba de Honduras), que consiste en que la madera comercializada internacionalmente requiere de un permiso de exportación, por lo que contar con esta taxa dentro de la colección constituye otra particularidad especial. Se observa una importante representación de las caobas africanas y de su híbrido como muestra de la labor de introducción de especies exóticas naturalizadas. Se prestigia la familia también con una especie protegida por la Ley Forestal

(Álvarez *et al.*, 2006), ya que tres individuos de *Carapa guianensis* (najesí) muestran un excelente estado y representan joyas de la flora endémica cubana.

Clasificación funcional

Salmerón (2016), en colecciones vivas de bosques semicaducifolios, propone una clasificación funcional a partir de la abundancia relativa para identificar los roles de los individuos dentro del sistema, y se plantea que las especies con registros (A_{br}) $\leq 1\%$ son catalogadas como diversificadoras y las de valores más altos (A_{br}) $\geq 1\%$ son designadas como dinamizadoras. Atendiendo a una adaptación de esta tipificación se puede estimar a najesí, paraíso, nim, khayas, caoba de Honduras, centroamericana e híbrida como especies diversificadoras (Tabla 1), ya que

promueven el enriquecimiento de la colección en cuanto a cantidad poblacional debido a que presentan una abundancia relativa baja. En el caso de caoba antillana, cedro y siguaraya, son las tres especies dinamizadoras y promotoras de los cambios, ya que mantienen el indicador superior y pudieran ser empleadas para consultas en sala, socialización con otras instituciones, donaciones a otras estaciones o remitidas por tiempo temporal a exposiciones externas y préstamos coleccionistas. Una parte de estos tipos de especies fue exhibida al público en el hotel Sierra Maestra, de Bayamo, durante la Jornada 45 Aniversario de la Estación Experimental de Guisa, en noviembre de 2015, así como en el recorrido realizado en el Jardín Botánico de la Universidad Central de Las Villas durante la reunión del Proyecto 1011.

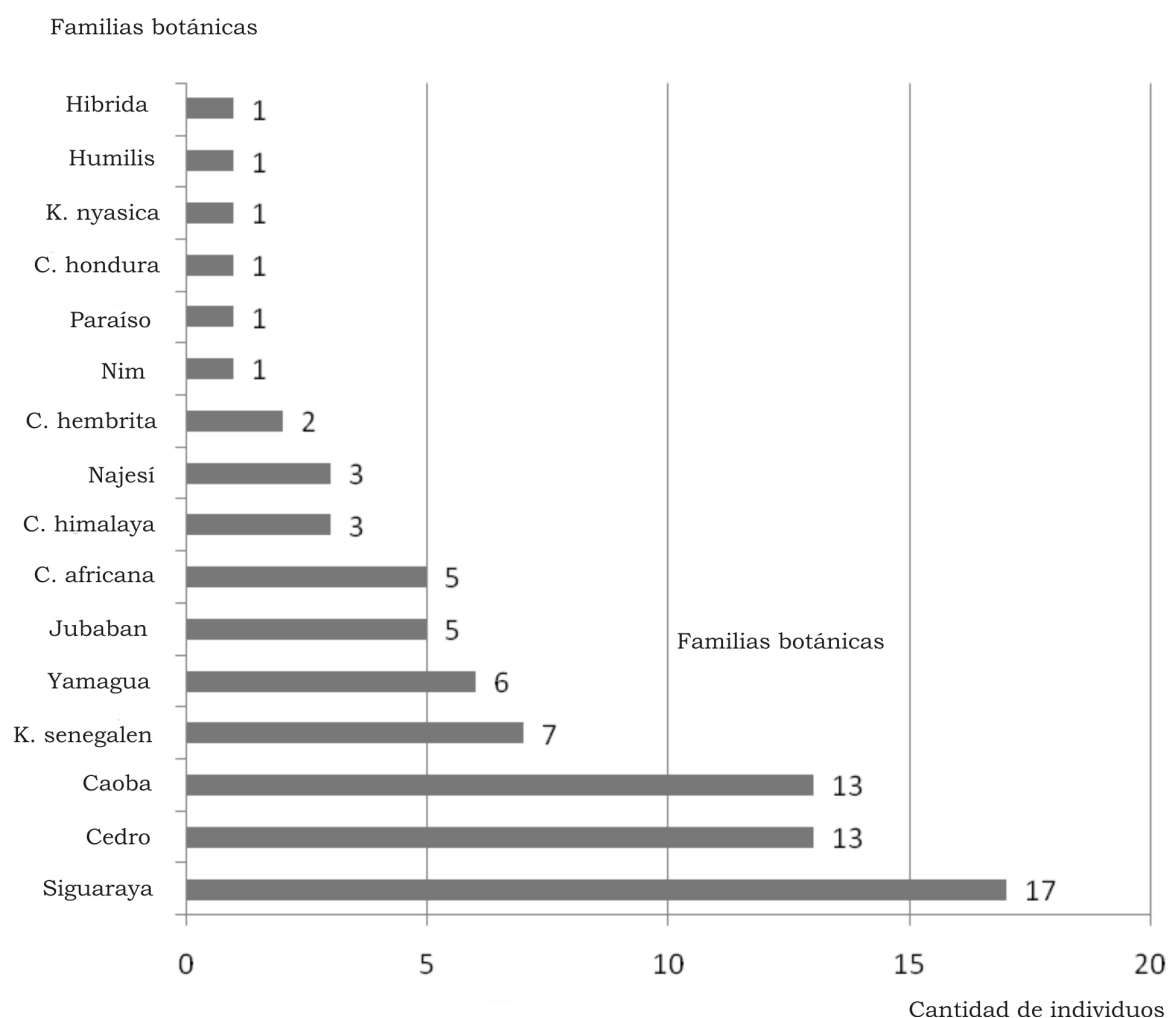


Figura 4. Cantidad de ejemplares de los distintos géneros de la familia Meliácea.

CONCLUSIONES

- La inspección implementada arrojó que la familia Meliácea mantiene un aceptable grado de conservación de sus muestras, puesto que la mayoría están evaluadas dentro de la clasificación de Buenas y Regular.
- Las afectaciones físicas observadas con mayor frecuencia son las rajaduras presentadas en el corte transversal alto que se extienden hacia el bajo, particularmente en el taxa *Cedrela odorata*.
- La especie *Trichilia havanensis* se identificó como la representación más numerosa con 17 ejemplares en buen estado de conservación, y se clasificó como una especie dinamizadora del grupo.

BIBLIOGRAFÍA

- Albert, D., et al. 2015. Etnobotánica de la familia Meliaceas. En Biodiversidad y usos tradicionales de Productos forestales no maderables. España. Universidad de Alicante. 278 p.
- Álvarez, A., Castillo, E., Hechavarría, O. 2006. Especies protegidas por la Ley Forestal. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 347 p.
- Barrantes, G. 2014. El contexto de los servicios ecosistémicos en la región de Centroamérica y el Caribe. Santo Domingo. Universidad Autónoma de Santo Domingo, Ministerio de Medio Ambiente. 60 p.
- Betancourt, A. 2000. Las especies exóticas de Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnico. 200 p.
- Chamizo, A., Socarras, E., Rivalta, P. 2012. Diversidad biológica de Cuba. La Habana. Editorial Pablo de la Torriente Brau. 311 p.
- Ibáñez, A., Manzanares, K., Sosa, M. 2002. Compendio de 56 especies cubanas, tropicales y de otras regiones. En Croom. INAF. 250 p.
- Manzanares, K., Ibáñez, A., Velázquez, D., Gelabert, F. 2011. Colecciones biológicas preservadas. En: Adaptación, manejo y usos del género Eucaliptus en Cuba. La Habana. INAF. FAO. 101 p.
- OIMT. (Organización Internacional de Maderas Tropicales). 2003. La caoba cambia de posición. Revista Actualidad Forestal Tropical (JP) 11(4):23-24.
- Samerón, A. 2016. Dinámica funcional del bosque semideciduo micrófilo de la reserva ecológica Siboney, Juticí, zona núcleo de la reserva de la biosfera. Baconao. 120 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- Tobar, A. 2002. Informe de la curaduría de la colección de mariposas "Ernesto Wolfgang Schmidt-Mumm" del IAVH. Bogotá, Colombia.
- Velázquez, D., et al. 2011. Xiloteca de maderas cubanas. La Habana. FAO. 58 p.
- Zapata, J. 2003. Las maderas bolivianas podrían encontrar un nicho en el mercado de parquet de Alemania. Revista Actualidad Forestal Tropical (JP) 11(4): 20-22.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Katia Manzanares Ayala

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

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL TRASPLANTE A ENVASES DE POSTURAS DE RATÁN OBTENIDAS POR REGENERACIÓN NATURAL

TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR THE TRANSPLANT TO CONTAINERS OF RATAN POSTURES OBTAINED FOR NATURAL REGENERATION

ING. JORGE LEÓN-ACOSTA, ING. MIGUEL ÁLVAREZ-GONZÁLEZ Y ESP. MIGUEL BETANCOURT-RIQUELME

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, jorgel@forestales.co.cu, teléf.: 7208 2554

RESUMEN

En el Banco de Germoplasma de ratán, ubicado en la localidad de Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba, se obtuvieron posturas procedentes de regeneración natural de Calamus tetradactylus Hance y C. platyacanthus Warb. ex Becc. conseguidas en dos extracciones. Se trasplantaron a envases y mantuvieron en vivero. A los treinta días de efectuado el trasplante se evaluó la supervivencia. Las posturas trasplantadas a los dos días posteriores a la extracción mostraron una supervivencia entre el 95 y el 100 %, mientras que las trasplantadas a los siete días tuvieron una supervivencia del 68 %. Se concluye que las condiciones adecuadas de conservación y el trasplante de las posturas antes de las 48 h de extraídas son los factores que determinan el éxito del método. El objetivo del estudio fue establecer las especificaciones técnicas para el trasplante a envases de posturas de ratán obtenidas por regeneración natural.

Palabras claves: Ratán, regeneración natural, trasplante, Cuba.

ABSTRACT

In the Bank of rattan Germoplasma located in the town of Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba, postures coming from natural regeneration of Calamus tetradactylus Hance and C. platyacanthus Warb ex Becc. was obtained gotten in two extractions. They were transplanted to containers and they maintained in nursery. To the thirty days of having made the transplant the survival was evaluated. The postures transplanted to the two later days to the extraction showed a survival of between 95 and 100 %, while those transplanted to the seven days had a survival of 68 %. You conclude that the appropriate conditions of conservation and the transplant of the postures before the 48 hours of having extracted are the factors that determine the success of the method. The objective of the study was to establish the technical specifications for the transplant to containers of rattan postures obtained by natural regeneration.

Key words: Rattan, natural regeneration, transplant, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los ratanes son especies de plantas pertenecientes a la familia Arecaceae. Son palmas espinosas, trepadoras, originarias de las regiones tropicales y subtropicales del Viejo Mundo, donde habitan de forma natural bajo diferentes tipos de bosques, generalmente bajo el dosel de estos (Dransfield y N. Manokarán, 1993).

Su morfología y hábitos de crecimiento varían entre las más de 600 especies pertenecientes a los 13 géneros conocidos.

De las cuatro especies introducidas en Cuba, tres de ellas crecen formando plantones o macollas donde se produce de manera ininterrumpida la emisión de renuevos a partir de la base

del tallo original, y una especie que produce un solo tallo por planta.

Sus tallos crecen bajo el dosel del bosque apoyándose en los árboles vecinos mediante órganos alargados y espinosos que se desarrollan al final de las hojas.

Pueden alcanzar decenas de metros de longitud, y en el caso de las especies introducidas en Cuba, sus diámetros varían desde 8 mm hasta 80 mm.

Los ratanes tienen variados usos, pero son particularmente importantes en la industria del mueble y la artesanía en muchos países de Asia, donde generalmente se cosechan en los bosques naturales, siendo en la actualidad un recurso natural sobreexplotado en esos países (INBAR, 1994).

El método usual para propagar las especies de ratán en Cuba consiste en la siembra de las semillas botánicas en germinadores y su posterior trasplante a envases, o la siembra directa de estas en envases, manteniendo las posturas durante un año en el vivero.

Sin embargo, Aziah y Manokaran (1985), citados por Dransfield y Manokaran (1993), han analizado las diferentes vías mediante las cuales los ratanes pueden ser propagados y reportan que, efectivamente, la propagación habitual del ratán es solo por semilla botánica, aunque eventualmente, en condiciones específicas, pueden utilizarse métodos de propagación agámica utilizando el trasplante de porciones de rizomas o retoños jóvenes, y también puede utilizarse el trasplante de posturas obtenidas de regeneración natural y la propagación mediante el cultivo de tejidos.

Añaden que la utilización de retoños jóvenes implica la separación cuidadosa de estos de la planta madre con la mayor cantidad de raíces posible y su traslado a envases con una mezcla adecuada de sustrato, siendo trasplantados al campo después de un período de estabilización en vivero.

Los mismos autores explican que la plantación de posturas obtenidas de la regeneración natural, que aparece en el sotobosque de las áreas naturales o plantaciones de las especies de ratán, reduce el tiempo de mantenimiento en vivero y permiten el establecimiento de la

plantación más rápido; sin embargo, generalmente las posturas no aparecen en cantidades suficientes para establecer plantaciones en gran escala, y además los rangos de supervivencia tienden a ser bajos.

En general, estos métodos de propagación son factibles solo cuando es muy difícil obtener semillas y se aplican en pequeña escala.

Es objetivo del presente trabajo establecer las especificaciones técnicas para el trasplante a envases de posturas de ratán obtenidas por regeneración natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de trabajo

El Banco de Germoplasma de ratán está ubicado en Topes de Collantes, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spiritus, Cuba, en los 21° 51' N y 80° 02' W, a 808 msnm, sobre un suelo Ferralítico Rojo Amarillento típico de montaña (Calzadilla, 1986), con una precipitación promedio anual de 2095,9 mm, y temperatura media promedio anual de 20,6 °C, fluctuando entre una mínima de 17,4 °C y una máxima de 25,2 °C, ambos promedios anuales. La humedad relativa promedio anual es del 84 % según datos de la Estación Meteorológica de Topes de Collantes, período 1980-2008.

Lo integran parcelas de las especies *Calamus platyacanthus* Warb. ex Becc, plantada en 1997; *Calamus tetradactylus* Hance y *Daemonorops piereii* Becc, plantadas en 1994, y *Calamus manan* Miquel, plantada en 1998. Las tres primeras procedentes de la República Socialista de Vietnam, y la última de Malasia. En total ocupan un área de 4221 m².

Metodología empleada

Con vistas a la obtención de posturas de ratán para su trasplante a envases y luego a la plantación definitiva, se realizaron dos extracciones de posturas del interior y las áreas aledañas a las parcelas existentes de *Calamus tetradactylus* Hance y *Calamus platyacanthus* Warb. ex Becc., con 14 y 11 años de plantadas, respectivamente.

Durante la primera extracción se extrajeron 151 posturas de *Calamus tetradactylus* Hance y 123 de *Calamus platyacanthus* Warb. ex Becc. Durante la segunda extracción, quince días des-

pués de la primera, se extrajeron 220 posturas solo de *Calamus platyacanthus* Warb. ex Becc.

Las dos extracciones de posturas se realizaron con la punta de un machete, procurando sacar las mismas con una mota de suelo adherida a las raíces y aprisionada con las manos para evitar su disgregación. En el momento de la extracción, a las posturas se les midió la altura en centímetros utilizando una regla graduada.

Las posturas extraídas se agruparon y se envolvieron en papel periódico humedecido para ser transportadas en bolsas de nailon; luego se situaron verticalmente en recipientes con agua en el fondo para mantener la humedad hasta el momento del trasplante hacia bolsas de polietileno negro de 10 cm de diámetro y 18 cm de alto, llenas con un sustrato compuesto del 90 % de suelo y 10 % de materia orgánica, ubicadas en un cantero al que posteriormente se le colocó un umbráculo.

Para el trasplante hacia las bolsas se utilizó una púa de madera con la que se practicó un hoyo en el centro de las bolsas donde se colocaron las posturas, procurando acomodar las raíces hacia abajo en su interior. Más tarde se aprisionó el suelo alrededor de las raíces. Una vez concluido el trasplante, a las bolsas se les aplicó un riego que se mantuvo periódicamente todos los días.

A los treinta (30) días de ambos trasplantes se realizó un conteo de supervivencia en los envases trasplantados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la altura de las posturas

En la *Tabla 1* se exponen los resultados de los promedios de altura de las posturas en el momento de la extracción en el campo.

Tabla 1. Promedio de altura en cm de las posturas al momento de su extracción

Especie	Promedio de altura (cm)
<i>Calamus tetradactylus</i>	14,4 ± 1,02
<i>C. platyacanthus</i> (trasplante 1)	9,83 ± 0,29
<i>C. platyacanthus</i> (trasplante 2)	6,51 ± 0,02

El promedio de altura de las posturas extraídas del campo permite su trasplante a los envases y posterior adaptación a las condiciones de vivero hasta su traslado definitivo al campo, cuando alcanzan el crecimiento planteado por Álvarez y col. (2008), donde se utiliza el método de reproducción por semillas, en que las plantas permanecen en el vivero entre 9 y 12 meses y son llevadas al campo con una altura entre 15 y 20 cm.

Conteo de supervivencia

Del primer trasplante, el conteo de supervivencia arrojó resultados muy favorables: 95,36 % para *Calamus tetradactylus* y 100 % para *Calamus platyacanthus* (*Tabla 2*). En este caso el trasplante se realizó a los dos días de extraídas las posturas.

Tabla 2. Porcentajes de supervivencia de las especies trasplantadas de la primera extracción

Especie	Distribución numérica		Porcentaje de supervivencia
	Trasplantadas	Muertas	
<i>Calamus tetradactylus</i>	151	7	95,36
<i>Calamus platyacanthus</i>	123	0	100

En el segundo trasplante se obtuvo un 68,18 % de supervivencia para *Calamus platyacanthus* durante el conteo realizado (*Tabla 3*).

En este caso las posturas fueron trasplantadas a los siete días de extraídas.

Tabla 3. Porcentaje de supervivencia de la especie trasplantada de la segunda extracción

Especie	Distribución numérica		Porcentaje de supervivencia
	Trasplantadas	Muertas	
<i>Calamus platyacanthus</i>	220	70	68,18

Como se observa, existe una notable diferencia en la supervivencia lograda entre el primer y segundo trasplantes, debido a la inadecuada manipulación y conservación de las posturas en la segunda extracción y el tiempo transcurrido entre la extracción y el trasplante a los envases que fue de siete días.

Al respecto, Bonner y Galston (1967) explican que si la velocidad con que las hojas pierden agua por transpiración excede a la velocidad con que llega a ellas procedente del suelo, las hojas irán perdiendo gradualmente su turgencia y se tornarán flácidas, con lo que la planta acabará por marchitarse y puede dar como resultado la muerte por desecación. Este proceso se conoce como estrés hídrico.

Otros autores como Betancourt (1987) y Álvarez y Varona (1988) señalan la importancia de una adecuada manipulación y conservación de las posturas cuando se extraen para ser trasplantadas, las que deben conservarse en lugares frescos y sombreados, provistas de buena humedad hasta el momento de su colocación en los envases. Esta operación requiere cuidado y precauciones para evitar la desecación de sus raíces por exposición directa al sol y al viento.



Figura 1.

- Las posturas extraídas deben tener menos de 14 cm de altura, a fin de garantizar un alto porcentaje de supervivencia una vez trasplantadas.
- Las posturas obtenidas por extracción deben mantenerse en condiciones de humedad, por ejemplo papel humedecido, y en si-

Pallardy (2008) explica que el agua es esencial para mantener la turgencia de células y tejidos, y forma un sistema continuo desde dentro de las paredes celulares saturadas de las hojas hasta la superficie absorbente de las raíces. Este autor señala además que el estrés hídrico afecta muchos procesos enzimáticos, cuyos efectos pueden ser responsables de la deshidratación de la planta, incrementando la concentración de inhibidores enzimáticos que pueden provocar su muerte.

De manera que el proceso de deshidratación gradual que se produce en las posturas extraídas del bosque y conservadas en condiciones inadecuadas de humedad provoca un progresivo deterioro de las mismas y una disminución de su capacidad de adaptación al trasplante.

Especificaciones técnicas para la extracción de las posturas

- La obtención de las posturas de *Calamus tetradactylus* Hance y *Calamus platyacanthus* Warb. ex Becc. se realizará con el suelo húmedo, a fin de facilitar la extracción y evitar daños mecánicos al sistema radical de las plantitas.
- Las posturas deben ser extraídas y mantenidas con una mota de suelo alrededor de las raíces (Figs. 1 y 2).

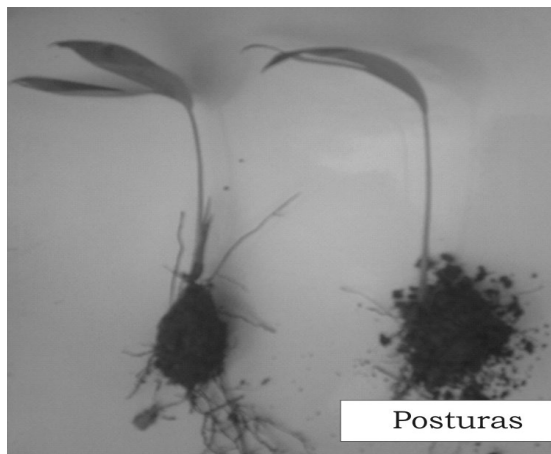


Figura 2.

- tios frescos y sombreados mientras tanto no sean trasplantadas a los envases.
- El trasplante a los envases de las posturas obtenidas por extracción debe realizarse antes de los dos días de la extracción. En las Figs. 3 y 4 se muestra la preparación del vivero; en la Fig. 5 la realización del trasplante.



Figura 3.



Figura 4.

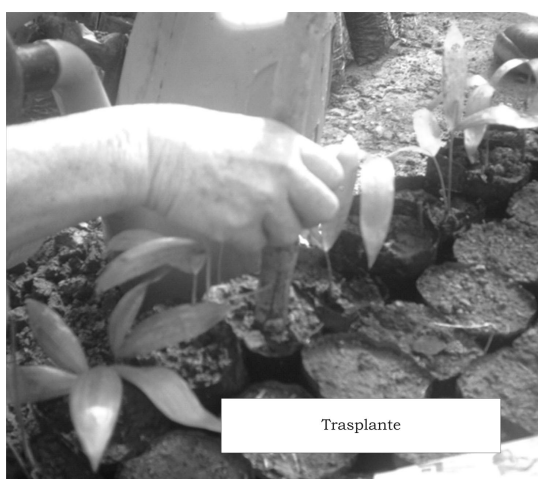


Figura 5.

CONCLUSIONES

- Los valores obtenidos constituyen resultados preliminares y un punto de partida para estudios de este tipo, con cualquier especie de las que puedan ser obtenidas posturas provenientes de la regeneración natural.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Jorge León Acosta

Ingeniero Agrónomo, Investigador Agregado, posee 45 años de experiencia en la actividad forestal, de ellos 39 en el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, donde se ha desempeñado como investigador en diferentes temáticas de la ciencia forestal. Desde 1991 forma parte, entre otras actividades, del equipo de trabajo que ha desplegado los proyectos sobre el desarrollo del bambú y el ratán en Cuba. Ha participado en eventos nacionales e internacionales, y cumplió misión de colaboración en la República Bolivariana de Venezuela. Acredita 20 cursos de posgrado y 15 publicaciones relacionadas con la ciencia forestal. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez González, M., Acosta León, J., Betancourt Riquelme, M. 2008. Instructivo Técnico del Ratán. IV Congreso Internacional para el Desarrollo Forestal Sostenible, 14-17 abril 2008, Cuba. ISBN 978-7139-89-8. Versión electrónica.
- Álvarez Olivera, P., Varona, J.C. 1988. Silvicultura. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 352 p.
- Betancourt Barroso, A. 1987. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales. La Habana. Editorial Científico Técnica.
- Bonner, J., Galston, A.W. 1967. Principios de Fisiología Vegetal. La Habana. Edición Revolucionaria. 415p.
- Calzadilla Zaldívar, E., Rubio Pereira, M. 1986. Mapa de Suelos escala 1:50000. Escambray. Provincia de Sancti Spiritus. Instituto de Investigaciones Forestales. MINAG.
- Dransfield, J. and N. Manokaran (Editors). 1993. Plant Resources of South-East Asia. N° 6 Rattans. Pudoc Scientific Publisher, Wageningen.
- Internacional Network for Bamboo and Rattan (INBAR), 1994. Methodologies for Trials of Bamboo and Rattan. Technical Report N° 4. Malaysia.
- Pallardy, Stephen G. 2008. Physiology of Woody Plants. Third Edition. USA. Academic Press. p: 287-366.

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.

COMPORTAMIENTO DE *CALAMUS TETRADACTYLUS* HANCE (RATÁN) EN DOS SITIOS DE BARACOA, GUANTÁNAMO

THE PERFORMANCE OF *CALAMUS TETRADACTYLUS* HANCE (RATÁN) AT TWO PLACES OF BARACOA, GUANTÁNAMO

M.SC. ADELA FRÓMETA-COBAS Y TÈC. HERMIS SILOT-NAVARRO

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa.
Carretera Central a Baracoa, Guantánamo, Km 12, Paso de Cuba, Cuba

RESUMEN

El estudio se realizó en dos sitios, Las Marías y Los Cayitos, del municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo, con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de la especie de ratán (*Calamus tetradactylus* Hance) hasta los dos años de plantado, en una superficie de 1 ha en cada lugar, con 300 plantas cada uno; el primer sitio bajo un bosque con diversidad de especies fundamentalmente latifolias, y el segundo bajo un dosel de *Calophyllum antilanum* D.C. En el trabajo se reflejan los resultados de las evaluaciones realizadas, en los parámetros de altura de las plantas, número de hojas y supervivencia, el primer año con frecuencia trimestral, y en el segundo año semestral. Los resultados mostraron que en el primer año no hubo diferencias significativas en los parámetros evaluados entre los sitios, mientras que en el segundo existieron diferencias significativas en el parámetro de altura de las plantas.

Palabras claves: Ratán, comportamiento, adaptabilidad, altura y supervivencia.

ABSTRACT

The study was carried out in two places located in the municipality of Baracoa, county Guantánamo, Las Marías and Los Cayitos, The objective of evaluating the adaptability of Ratán *Calamus tetradactylus* Hance species, two years after planted, at each place, with 300 plants each one; in the first place under forest with diversity of species, fundamentally latifolias and in the second one under a canopy of *Calophyllum antilanum* AD. In the work we reflected the results of evaluations carried out as for the parameters of height of the plants, number of leaves and plants survival, the first year with quarterly frequently, and the second two time in the year. The results showed in the first year that there were not significant differences in the parameters evaluated between the places, while in the second it existed significant differences like the parameter of height of the plants.

Key words: Ratán, behavior, adaptability, height and survival.

INTRODUCCIÓN

Los patrones de comportamiento de las plantas regularmente varían entre familias, géneros o especies, e incluso, de individuo a individuo, dependiendo de los factores ambientales, así como de las relaciones entre plantas y animales (Ramírez y Brito, 1987, citado por Albert y col., 1993).

De ahí que el término introducción de especies implica, según Álvarez (2015), que en las con-

diciones ambientales específicas del hábitat, se está poniendo a prueba y se evaluarán las características de adaptación, crecimiento y desarrollo de un genofondo particular que de forma natural no se reproduce en tales condiciones. Esto no implica límites geográficos (sean estos límites fronterizos o divisiones político-administrativas), sino exclusivamente el hecho de que el material no se reproduce naturalmente en las condiciones ambientales a las que se le

somete de forma artificial, y por tal razón, para ese lugar el material se considera introducido, exótico o alóctono.

Los ratanes son especies pertenecientes a la familia Arecaceae, subfamilia Calamoidae. Son palmas espinosas, trepadoras, originarias de las regiones tropicales y subtropicales del Viejo Mundo donde habitan de forma natural bajo diferentes tipos de bosques, generalmente bajo el dosel de estos. Están distribuidas naturalmente en el sudeste de Asia y África Ecuatorial, pero ausentes en América (Dransfield y Manokarán, 1993).

La distribución de los ratanes se limita al Asia tropical y subtropical y al Pacífico, según Sastry (2001), donde 10 de los 13 géneros conocidos son endémicos, y en África ecuatorial donde hay cuatro géneros endémicos. La mayor diversidad –refiere el autor– está en la península de Malaya y Borneo. En América Latina crece el interés en el cultivo del ratán asiático en Argentina, Belice, Bolivia, Colombia, Cuba y Trinidad y Tobago. En Cuba se ha introducido con éxito a partir de 1993.

Las áreas establecidas en Cuba, según León *et al.* (2015), tienen como propósito fundamental la producción de semillas con el objetivo de fomentar nuevas plantaciones con fines comerciales, de manera que el interés del estudio estuvo dirigido a probar la adaptabilidad de las especies introducidas en Topes de Collantes en otras condiciones edafoclimáticas de sitios seleccionados.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la adaptabilidad de la especie de ratán (*Calamus tetradactylus* Hance) en el municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo en dos localidades, Las Marías y Los Cayitos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrollo en el periodo junio de 2014 a mayo de 2016 en dos localidades del municipio de Baracoa, ubicados en el Consejo Popular de Sabanilla, en la Zona de Paso de Cuba, los que presentan las siguientes características:

Sitio Las Marías

Finca perteneciente a la Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Se encuentra ubicada entre las coordenadas cartográficas N177, 100 E748, 920 a una altitud de 150 m, según datos tomados del mapa cartográfico escala 1:25 000 (1989) (MINAG, 1976).

El suelo predominante es Pardo Sialítico Ocrico Ferromagnesial, Clasificación Genética de 1999; el bosque es semicauducifolio sobre suelo Calizo (Bisse), en los que se encuentran especies como *Roystonea regia* O.F. Cook., *Manguífera indica* Lin., *Andira inerti*, *Cedrela odorata* Lin., *Cupania americana* Lin., *Calophyllum antilanum* D.C., *Anacardium occidentale* L., Sp., *Pinus cubensis*, entre otras (Acevedo *et al.*, 2012).

Sitio Los Cayitos

Pertenece a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Combate de Sabanilla de Paso de Cuba de la Empresa Forestal Integral de Baracoa. Está situada entre las coordenadas cartográficas N178, 660 E746, 130 a una altitud de 220 m. El suelo predominante es clasificado como Pardo Sialítico Gleyzoso Ferromagnesial y el bosque está conformado por especie de *Calophyllum antilanum* DC. Los datos del suelo fueron tomados por la nueva versión de clasificación de los suelos de Hernández *et al.* (1999).

Se realizaron análisis químicos de suelo (N, P, K y MO) en ambos sitios (Tabla 1), realizado por la Estación Provincial de Suelo Guantánamo en 2015.

Tabla 1. Análisis químicos de suelo (pH, P, K y MO) por sitios

Sitios	pH KCl	Eval.	P ₂ O ₅ (mg/100 g ¹)	Eval.	K ₂ O (mg/100 g ¹)	Eval.	MO (%)	Eval.
Las Marías	6,0	Ligeramente ácido	2,0	Medio	7,2	Bajo	4,2	Medio
Los Cayitos	5,7	Ligeramente ácido	3,18	Alto	34,9	Medio	4,6	Medio

Aquellas variables climáticas que están referidas a precipitación y temperatura por año

y meses para ambos sitios están recogidas en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Precipitaciones por meses en el período evaluado

Meses	Años		
	2014	2015	2016
Ene.		142,8	148,5
Feb.		151,0	158,1
Mar.		184,9	36,4
Abr.		44,3	461,4
May.		413,7	127,7
Jun.	73,2	3,4	
Jul.	107,6	61,8	
Ago.	54,3	98,6	
Sep.	42,2	20,1	
Oct.	147,7	269,2	
Nov.	398,2	244,6	
Dic.	678,9	54,8	

Los datos fueron tomados de la Estación Meteorológica 78356 de Jamal, Baracoa, Guantánamo, perteneciente al Centro Meteorológico de la provincia de Guantánamo, del Instituto Nacional de Meteorología.

En el período de evaluación de los parámetros morfológicos de altura (cm) y número de hojas (unidades), así como la supervivencia (en %) con una frecuencia trimestral en el primer año y semestral en el segundo, las posturas utilizadas fueron producidas en bolsos en condiciones de vivero en Paso de Cuba, Baracoa.

Para el estudio se establecieron cuatro parcelas experimentales, para lo que se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar propuesto por INBAR (1994). Las parcelas fueron de 200 m² seleccionándose 15 plantas por parcelas, 60 en cada uno de los sitios para un total de 120. El marco de plantación fue de

Tabla 3. Temperaturas por meses en el período evaluado

Meses	Años		
	2014	2015	2016
Ene.		24,2	23,4
Feb.		23,1	23,9
Mar.		24,8	25,0
Abr.		26,0	25,2
May.		26,3	26,0
Jun.	26,6	27,6	
Jul.	27,7	27,9	
Ago.	27,7	27,8	
Sep.	27,3	27,4	
Oct.	26,3	26,6	
Nov.	25,2	26,1	
Dic.	23,9	25,5	

6 x 6 m, 5 x 5 m y 6 x 7 m, dependiendo de la distancia de los árboles tutores y la pendiente. Los bloques se ubicaron en sentido transversal a la dirección de la pendiente.

Para el procesamiento estadístico se empleó la estadística descriptiva, el análisis de varianza (ANOVA) con el modelo de clasificación simple. Se empleó el programa estadístico InfoStat (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la *Tabla 4*, en el período evaluado no existieron diferencias significativas entre los sitios en cuanto a la altura total y el número de hojas en el primer año de plantada la especie ratán (*Calamus tetradactylus* Hance). En el parámetro altura de las plantas en ambos sitios los resultados alcanzados fueron superiores a los obtenidos por Betancourt (2001), que fue de 18,6 cm.

Tabla 4. Evaluación de variables de crecimiento en plantas de ratán de un año de edad, plantadas en dos localidades de Baracoa (representación de la media $\pm$ EE; $n = 60$ plantas)

Localidades	Altura total (cm)	Número de hojas
Las Marías	36,86 $\pm$ 0,79	6,88 $\pm$ 0,15
Los Cayitos	37,17 $\pm$ 1,28	6,83 $\pm$ 0,22
F _{Calculada}	0,043	0,034
P	0,83	0,85

Valores de $p \leq 0,05$ muestran diferencias estadísticas significativas entre las medias.

En las *Figs. 1 y 2* se muestran las plantas de ratán (*Calamus tetradactylus* Hance) al año de

plantado en Las Marías y Los Cayitos, respectivamente.



Figura 1. Planta de ratán en sitio Las Marías.



Figura 2. Planta de ratán en sitio Los Cayitos.

La variable de supervivencia en el primer año se comportó en Las Marías al 97 %, mientras que en Los Cayitos al 98 %, los cuales se corresponden con los resultados alcanzados por Betancourt (2001) en Topes de Collantes, provincia de Santi Spiritus, donde la supervivencia fue del 93 %.

En la *Tabla 5* se reflejan los resultados obtenidos de la evaluación realizada en el segundo año

de plantada la especie, donde existió diferencias significativas entre los sitios en el parámetro de altura total de las plantas. Estos difieren con los alcanzados por Betancourt (2001) en Topes de Collantes, donde las plantaciones realizadas con posturas producidas en bolsos a los dos años alcanzaron 34,9 cm, mientras que en Las Marías y Los Cayitos estuvieron alrededor de los 38 y 49 cm, respectivamente.

Tabla 5. Evaluación de variables de crecimiento en plantas de ratán de dos años de edad, plantadas en dos localidades de Baracoa (representación de la media $\pm$ EE; $n = 60$ plantas)

Localidades	Altura total	Número de hojas
Las Marías	38,86 $\pm$ 1,75	7,68 $\pm$ 0,49
Los Cayitos	49,87 $\pm$ 1,35	7,85 $\pm$,065
F _{Calculada}	11,511	0,06
P	0,00094	0,1769

Valores de $p \leq 0,05$ muestran diferencias estadísticas significativas entre las medias.

La supervivencia se comportó al segundo año al 100 % en ambos sitios, superiores a los alcanzados en ese mismo período por Betancourt (2001), lo que indica que hasta la fecha bajo estas condiciones la especie muestra signos de adaptación.

Sobre el comportamiento de la precipitación, INBAR (1994) refieren que estas plantas pueden crecer en altitudes que van desde el mismo nivel del mar hasta los 2000 m, tanto en montañas boscosas, altiplanos, llanuras e incluso en zonas costeras, y en general en los lugares en condiciones climáticas con 1200 mm de lluvias. Al evaluar el comportamiento de las variables meteorológicas estudiadas durante el período junio de 2014 a

mayo de 2016, los valores indican un comportamiento estable y favorable de las mismas. En relación con la temperatura no se encontraron grandes diferencias entre los meses y años estudiados.

La temperatura muestra medias de 26,4 °C en los siete meses evaluados en 2014, 26,1 °C en 2015, y 24,4 en los cinco meses considerados en 2016. Estos resultados no difieren mucho de los publicados por Betancourt (2001), al reportar temperatura media anual de 21,2 °C en Topes de Collantes, en el centro de Cuba, en una zona con un clima más frío que en el oriente del país.

En general se puede hablar en la región del estudio de un clima tropical lluvioso, donde la mayoría de los meses reportan más de 100 mm de precipitación, y por otro lado Betancourt (2001) reporta en otras zonas de Cuba la existencia de un período llamado “superhúmedo” entre los meses de abril a octubre, en que las precipitaciones superan los 100 mm mensuales y un período menos húmedo de noviembre a marzo, en que estas disminuyen hasta 40 mm u 80 mm mensuales.

Los resultados agroquímicos del suelo muestran que para ambos sitios el pH fue entre 5,7 y 6 evaluado como ligeramente ácido, condición que favorece el establecimiento de la especie (León *et al.*, 2015 e INBAR, 1994). En el sitio Los Cayitos el parámetro de altura estuvo beneficiado al obtenerse valores de fósforo P_2O_5

(mg/100g⁻¹), que fueron evaluados de alto, los de potasio K_2O (mg/100g⁻¹) de medio, y aunque el porcentaje de materia orgánica para ambos sitios es evaluado de medio (ver *Tabla 1*), en Los Cayitos se muestra un ligero aumento.

De manera general los resultados obtenidos en el período evaluado coinciden con lo planteado por Dransfield *et al.* (1993), cuando refieren que los ratanes durante los dos primeros años de plantados transitan por un período denominado roseta, donde las plantas se están adaptando a las condiciones de sitio. La especie mostró en ambos sitios que se adaptaron a las variables climáticas de precipitaciones y temperaturas.

En la *Figs. 3 y 4* se muestran las plantas de ratán (*Calamus tetradactylus* Hance) a los dos años de plantado en Las Marías y Los Cayitos, respectivamente.



Figura 3. Planta en sitio Las Marías.



Figura 4. Planta de ratán sitio Los Cayitos.

CONCLUSIONES

- En el primer año de plantado *Calamus tetradactylus* Hance en dos sitios, Las Marías y Los Cayitos en Baracoa, Guantánamo, alcanzaron valores similares en los parámetros de altura total y número de hojas en ambos lugares.
- La especie *Calamus tetradactylus* Hance (ratán) en el sitio Los Cayitos mostró los mejores resultados en el parámetro altura a los dos años de plantado.
- El 100 % de supervivencia alcanzado por la especie en ambos sitios indica signos de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona en el período evaluado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Institution Scholarly Press Smithsonian, Washington, DC. USA. 1192 p.
- Albert, D., López, A., Roudná, M. 1993. Consideraciones metodológicas para las observaciones fenológicas en especies arbóreas tropicales. Fontqueira (ES) 36: 257-263.
- Álvarez, A. 2015. Genética Forestal. Versión Preparada Para el Postgrado en Genética Forestal del INAF (2ª ed.), p 3.
- Betancourt, M. 2001. Informe Final de Proyecto. Establecimiento, manejo y aprovechamiento del bambú y el ratán en Cuba. Proyecto Investigación + Desarrollo, Código 2.05. p 23-28
- Di Rienzo, A. *et al.* 2005. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Sexta Edición. Córdoba Argentina. 345 p.
- Dransfield, J., Manokaran, N. 1993. Plant Resources of South-East Asia N° 6. Rattans. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen. 137p.

Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos en Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos. 64 p.

Internacional Network for Bamboo and Rattan (INBAR). 1994. Methodologies for Trials of Bamboo and Rattan. Technical Report N° 4. Malaysia. p. 23-25

León, J., Álvarez, M., Betancourt, M. 2015. Consideraciones metodológicas para las pruebas de introducción de especies de Ratán (*Arecaceae*). Memorias 6º Congreso Forestal de Cuba. p. 1-17.

Sastry, C.B. 2001. Principales problemas y necesidades para el desarrollo mundial del Rotén. *Unasylva* (IT) 52(205):3-6.

RESEÑA CURRICULAR

Autora Principal: Adela Frómeta Cobas

Máster en Extensión Agraria, posee la categoría docente de Profesora Instructora. Especialista de la Unidad de Ciencia y Técnica de Base, Estación Experimental Agro-Forestal, Baracoa, Guantánamo, está vinculada al proyecto institucional del Desarrollo del Ratán en Cuba. Participa en proyectos comunitarios y educación ambiental. Trabaja la transversalización de género y formación vocacional en temas agroforestales y presta servicios de capacitación a productores, técnicos y profesionales del sector. Pertenece al Grupo Nacional de Ratán y Bambú del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales de Cuba. Tutora de Tesis de Maestría y Diploma, ha participado en varios eventos nacionales e internacionales.

NORMAS EDITORIALES

Revista Forestal Baracoa

Instrucciones a los Autores

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

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

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

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

Cada *artículo* debe contar con los siguientes epígrafes primarios: *Introducción*, *Materiales y Métodos*, *Resultados y Discusión*, *Conclusiones y Bibliografía*. Estos epígrafes se escribirán *alineados a la izquierda*, en *mayúscula* y en *negritas*.

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

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

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

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

FORMA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y apellidos: _____

Institución / Individual: _____

Dirección: _____

Ciudad: _____ País: _____

Código Postal: _____ Teléf.: _____ Fax: _____

Correo electrónico: _____

1 año 2 números ☐ 1 número ☐

Números anteriores: ¿Cuáles?: _____

Precio de suscripción (incluye envío)

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

Favor remitir su cheque a nombre de:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

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

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

C.P. 11600

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

SUSCRPTION FROM

Name and surname: _____

Institution / Individual: _____

Address: _____

City: _____ Country: _____

Zip Code: _____ Telephone.: _____ Fax: _____

E-mail: _____

One Year 1 Issues ☐ 2 Issues ☐

Other Issues: ¿Which?: _____

Suscription cost (included remittance)

USD: \$18.00 (one copy)

FSend cheque to order:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

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

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

Z.C. 11600

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