

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	<p>Especies multipropósitos propuestas para los diseños de forestería análoga en Guantánamo y el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales</p> <p>Multipurpose species proposals for the design of analog forestry in Guantánamo and research Institute Agro-Forestales</p> <p><i>M.Sc. Lourdes Sordo-Olivera, Dr.C. Wilmer Toirac-Arguelle, Téc. Eider Suárez-Ramos y Dra.C. Orlidia Hechavarría-Kindelán</i></p>	3
2	<p>Lluvias ácidas y acidificación en los pinares de Alturas de Pizarra, Estación Amistad</p> <p>Acid rains and acidification in the pinegroves of height of slate Amistad Station</p> <p><i>Dr. Ariel T. Plasencia-Puentes, Dra. C. Yilian Morejón, Dr. Antonio Escarré-Esteve, Ing. Arsenio Renda-Sayoux, M.Sc. Yolani Rodríguez-Gil, Téc. Manuel Arteaga-González, Téc. Dionisio Cruz-Delgado, Dr. José L. Peralta-Vital e Ing. Yaciel Martínez-Pérez</i></p>	11
3	<p>Estimación de la biomasa de ramas verde de las plantaciones de <i>Pinus maestrensis</i> Bisse en la provincia de Granma, Cuba</p> <p>Estimate of the biomass of green branch of the plantations of <i>Pinus maestrensis</i> Bisse at the Granma province, Cuba</p> <p><i>Dr.C. Wilmer Toirac-Arguelle, Dra.C. Juana T. Suárez-Sarria, Dr.C. José A. Bravo-Iglesias, Dr.C. Héctor Barrero-Medel, Dr.C. Alberto Vidal-Corona y Dr.C. Arlety Ajete- Hernández</i></p>	19
4	<p>Comportamiento de la capacidad germinativa de <i>Hibiscus elatus</i> Sw. en cinco localidades de Granma y Holguín, Cuba</p> <p>Capacity germinative behavior of <i>Hibiscus elatus</i> Sw. in five locations of Granma and Holguin, Cuba</p> <p><i>Ing. Leydis Santos-Chacón, M.Sc. William Santos-Chacón, M.Sc. Yenía Molina-Pelegrín, M.Sc. Adonis Sosa-López y Téc. Marina Rodríguez-Guerra</i></p>	25
5	<p>Biomasa y carbono retenido en una finca forestal del corredor xerofítico, Guantánamo, Cuba</p> <p>Biomass and retained carbon in a forest farm of the xerophytic runner, Guantánamo, Cuba</p> <p><i>Dra.C. Arlety Ajete-Hernández, Dr.C. Wilmer Toirac-Arguelles, Dra.C. Orlidia Hechavarría-Kindelán, Esp. Víctor M. Fuentes-Útrias, Dr.C. José A. Bravo-Iglesias²y M.Sc. Abilio Ofarril-Coolbrook</i></p>	31
6	<p>Xiloteca y espermoteca: herramienta didáctica para el estudio de la biodiversidad forestal</p> <p>Wood collection and seed collection: didactic tool for forest biodiversity study</p> <p><i>M.Sc. Gardenis Merlan-Mesa, M.Sc. Liliana Caballero-Landín, M.Sc. María M. Martínez-Flores y Dra. Katia Manzanares-Ayala</i></p>	39
7	<p>Aprovechamiento del follaje de <i>Eucalyptus</i> sp. para la producción de aceite esencial terapéutico</p> <p>To use of leaves <i>Eucalyptus</i> sp. for production therapeutical essential oils</p> <p><i>Dr. Rolando Quert-Álvarez, Téc. José I. Calderín-Rodríguez, Esp. Manuel Valle-López, Téc. Iris Enríquez-González, Téc. Henry Recio-Cabrera y Lic. Humberto García-Corrales</i></p>	47
8	<p>Diagnóstico realizado en la finca Díaz Cuevas utilizando la técnica de Forestería Análoga</p> <p>Diagnosis made in the farm Díaz Cuevas technique using analog forestry</p> <p><i>Ing. Alquilio M. Mosquera-Figueroa, M.Sc. Andrés Hernández-Riquene, Lic. Marta A. González-Hernández, M.Sc. Magdalena Martínez-Flores, Téc. Orcides Bravo-Pérez y Magalis Gómez-León</i></p>	51
9	<p>Regeneración natural de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret y Golfari para el incremento del índice de boscosidad en el macizo San Felipe-Los Joberos</p> <p>Natural regeneration of <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret and Golfari for the increasement the wooded rate in San Felipe-Los Joberos massif</p> <p><i>Ing. Pablo A. Cabrera-Rodríguez, Dr.C. Oscar Loyola-Hernández y Dr.C. José A. Cardona-Fuentes</i></p>	59
10	<p>Especies apícolas presentes en la finca La Unión, La Aplastada, Guisa, Granma</p> <p>Apicultural species present in the farm La Unión, La Aplastada, Guisa, Granma</p> <p><i>M.Sc. Magalys Arcia-Chávez, M.Sc. Yenía Molina-Pelegrín, M.Sc. Adonis Sosa-López e Ing. Jorge L. Carmona-Licea</i></p>	67
11	<p>Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos</p> <p>Retention of carbon for the forest heritage of the Integral Forest Company Cienfuegos</p> <p><i>M.Sc. Andrés Hernández-Riquene, M.Sc. Liliana Caballero-Landín, Ing. Alquilio Mosquera-Figueroa, Dr.C. Alicia Mercadet-Portillo y Dr.C. Arnaldo Álvarez-Brito</i></p>	75
12	<p>Estimación de heredabilidades y coeficientes de variación genética aditiva y fenotípica en <i>Pinus cubensis</i> Griseb.</p> <p>Estimation of heredabilities and coefficients of additive and phenotypic genetic variance in <i>Pinus cubensis</i> Griseb.</p> <p><i>Ing. Wilden Lahera-Fernández</i></p>	83
13	<p>Fenología vegetativa de <i>Coccothrinax macroglossa</i> (León) Borhidi y Muñiz y <i>Copernicia hospita</i> Mart en la provincia de Camagüey, Cuba. Estudio preliminar</p> <p>Vegetative phenology of <i>Coccothrinax macroglossa</i> (León) Borhidi and Muñiz and <i>Copernicia hospita</i> Mart in Camagüey province, Cuba. Preliminary study</p> <p><i>M.Sc. Miladys Delgado-Méndez, M.Sc. Rafael Risco-Villalobos, Lic. Lorge Acosta-Broche, Ing. Yadisleidys Consuegra-Taboada, Téc. Uberto Peláez-Martínez e Ing. Pablo Cabrera-Rodríguez</i></p>	91

La Asamblea General de las Naciones Unidas, en 2015, aprobó la Resolución 70/1 “Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas que involucran tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo, conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental, y demuestran la magnitud de esta nueva y ambiciosa agenda universal que plantea la decisión de “tomar medidas audaces y transformativas que se necesitan urgentemente para reconducir al mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia”.

Se reconoce que la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema, es el mayor desafío a que se enfrenta el mundo, y constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible, como combatir las desigualdades dentro de los países, y entre ellos, promover la igualdad entre los géneros, el empoderamiento de las mujeres y las niñas, garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales, preservar y utilizar sosteniblemente los océanos y los mares, los recursos de agua dulce y los bosques, las montañas y las zonas áridas, proteger la diversidad biológica, los ecosistemas y la flora y fauna silvestres, promover el turismo sostenible, hacer frente a la escasez de agua y su contaminación, fortalecer la cooperación sobre la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía y promover la resiliencia y la reducción del riesgo de desastres.

El desarrollo sostenible afronta inmensos desafíos, y estos objetivos y metas guiarán las decisiones a adoptar en los próximos años en cada uno de nuestros países, teniendo en cuenta los niveles de desarrollo de cada uno y sus prioridades nacionales.

Las instituciones científicas de cada país, con sus resultados, la cooperación internacional, la promoción del desarrollo de tecnologías, su transferencia y divulgación, contribuirán al cumplimiento de estos objetivos, así lo hará la Revista Forestal Baracoa, exponente de los logros del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales de Cuba.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL INAF

ESPECIES MULTIPROPÓSITOS PROPUESTAS PARA LOS DISEÑOS DE FORESTERÍA ANÁLOGA EN GUANTÁNAMO Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROFORESTALES

MULTIPURPOSE SPECIES PROPOSALS FOR THE DESIGN OF ANALOG FORESTRY IN GUANTÁNAMO AND RESEARCH INSTITUTE AGROFORESTALES

M.Sc. LOURDES SORDO-OLIVERA,¹ DR.C. WILMER TOIRAC-ARGUELLE,² TÈC. EIDER SUÁREZ-RAMOS² Y
DRA.C. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELÁN¹

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

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

RESUMEN

El presente estudio se realizó en los escenarios de las 14 Fincas Forestales del Paraguay, pertenecientes a la Empresa Forestal Integral de Guantánamo y al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, con el objetivo de proponer especies ornamentales y frutales de uso multipropósito para incrementar la biodiversidad en dichas localidades. En la selección de las especies se realizó una revisión documental de informes de estudios realizados en diferentes localidades de Cuba y fuera de esta, así como criterios de actores comunitarios. La información obtenida fue analizada a través de estadística descriptiva y análisis de proporción, y arrojó una riqueza de 28 familias, 41 géneros y 43 especies, con un incremento del 25, 44 y 37 % en los indicadores taxonómicos anteriores con respecto a la existencia de las plantaciones existentes.

Palabras claves: *Especies, frutales, ornamentales, escenarios.*

ABSTRACT

The present study was carried out in the scenarios of the 14 Forest Estates of Paraguay belonging to the Guantánamo Integral Forest Enterprise and the Institute of Agro-Forest Research, with the objective of proposing multipurpose ornamental and fruit species to increase biodiversity in these Locations. In the selection of the species, a documentary review of reports of studies carried out in different localities of Cuba and outside of Cuba was carried out, as well as criteria of community actors. The information obtained was analyzed through descriptive statistics and proportion analysis and yielded a wealth of 28 families, 41 genera and 43 species; with an increase of 25 %, 44 % and 37 % in previous taxonomic indicators with respect to the existence of existing plantations.

Key words: *Species, fruit, ornamental, scenarios.*

INTRODUCCIÓN

El incremento de la biodiversidad en los diferentes escenarios donde se desarrolló el Proyecto Internacional de Forestería Análoga «Restauración de la biodiversidad y desarrollo comunitario de la provincia de Guantánamo», donde se aplicó la técnica de Forestería Análoga (FA), tiene

dentro de sus objetivos la siembra de árboles frutales y ornamentales con usos múltiples que contribuyan al bienestar de las comunidades, características urbanísticas y rurales de cada escenario desde el punto de vista ambiental, social y económico.

El diseño en la Forestería Análoga es un factor determinante para la restauración y enriquecimiento de las áreas donde se realice este sistema, en el cual está presente la diversidad en tiempo y espacio a corto mediano y largo plazo. En dependencia de las características y objetivos que posea el mismo, se realiza la plantación de árboles con un enfoque dialéctico y sistémico, a través de los principios que la rigen, así como la potencialidad del área y especies que se implementan en el desarrollo del proyecto y sus posteriores etapas.

El incremento de la biodiversidad se puede realizar con Árboles Fuera del Bosque (AFB). Según FAO (2000), citado por Sordo (2009), son los recursos forestales que no están inventariados como bosque, constituyen elementos y grupos de árboles, presentes en los ecosistemas cultivados por la ganadería y la producción agrícola, en el entorno de los poblados y ciudades, poseedores de importantes funciones ambientales y económicas o todos los árboles y arbustos leñosos y permanentes o de larga vida, así como las palmas y los bambúes, los árboles que dan frutos para el hombre y los que se plantan como ornamentales en el medio rural, urbano o suburbano, y proporcionar recursos forestales no maderables (PFNM) derivados de sus atenciones culturales (Universidad para Todos, 2007) a los actores de las localidades. Además de contribuir al embellecimiento del paisaje por el colorido de sus hojas y flores en diferentes épocas del año, mejoras del clima y sombra entre otras funciones.

La naturaleza oferta una de las vías para sanear y restaurar el ambiente urbano y rural, para mejorar la salud física y mental de sus actores, que no es ni compleja, ni novedosa, ni costosa: darles la oportunidad a las plantas y en especial a los AFB de regresar a los diferentes escenarios conservando e incrementando la biodiversidad, así como contribuir a la conservación del germoplasma vegetal en las comunidades a través de su cultura tradicional (Sordo, 2009). He aquí el objetivo de la creación del listado de especies frutales y ornamentales con otros usos para los escenarios insertados en el proyecto de FA en Guantánamo y el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales con vistas a incrementar la biodiversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los escenarios de las 14 Fincas Forestales del Paraguay pertenecientes a la Unidad Silvícola de Guantánamo, de la Empresa Forestal Integral ubicada en la faja sur del municipio de Guantánamo y el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales ubicado en el oeste de La Habana. En la investigación se utilizó la revisión documental de diferentes épocas, entre las cuales se encuentran Roig y Mesa (1953), Mesa *et al.* (1999), Rodríguez y Sánchez (2005), O'Farril *et al.* (2006), Sordo L. y Sordo V. (2007), Sordo (2009), para la elección de especies ornamentales y frutales con diversos usos para ser plantadas en las áreas seleccionadas; criterios de los actores a través de entrevistas informales, uso de tabla de datos del proyecto «Restauración de la biodiversidad y desarrollo comunitario de la provincia Guantánamo» de especies existentes y potenciales, así como los diseños de las localidades objeto de estudio para realizar la propuesta de especies.

Las variables que se reseñan por especie son familia, nombre científico vulgar y usos. Para procesar la información se aplicaron los métodos de estadística descriptiva y análisis de proporción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el inventario inicial existía una riqueza de 21, 27 y 27 de familia, género y especies respectivamente coinciden la cantidad de géneros y especies en el listado general efectuado de los dos escenarios objetos de estudio. La familia de mayor representación es Euphorbiaceae con cuatro géneros e igual número de especies, seguido de Apocynaceae, Arecaceae y Boraginaceae con dos géneros y una especie cada una; de las especies identificadas, 21 están presentes en el INAF para un 77,77 %, y 14 en las Fincas Forestales de Guantánamo para un 51,85 %; la riqueza de especies que coinciden en ambos escenarios es ocho para un 29,63 % del total (*Anexo 1*).

La diferencia en la riqueza de especies de ambos escenarios está dada en que aun cuando el área del INAF es de 3,5 ha, se plantan diversas especies con fines ornamentales incluidas las frutales y otros que armonicen con el paisaje urbano, en tanto que en las fincas de Guantánamo

estas están en proceso de restauración de su ecosistema con especies de uso multipropósito para el ambiente y sus pobladores.

En la *Fig. 1* se muestra la cantidad de especies frutales y ornamentales identificadas en ambos escenarios.

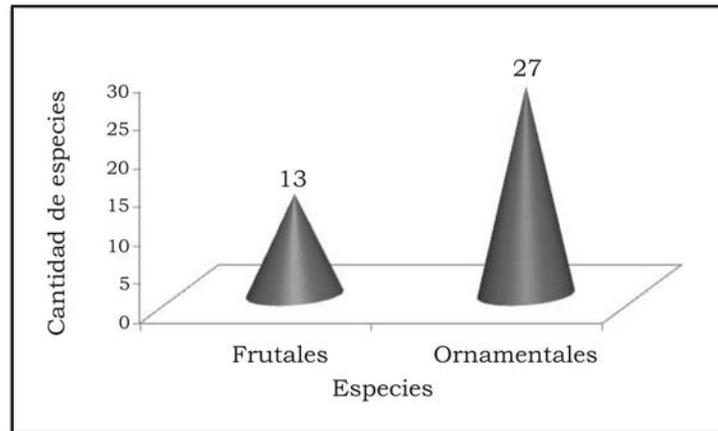


Figura 1. Especies frutales y ornamentales identificadas en los escenarios.

Como se visualiza, el 100 % de las especies clasifican como ornamentales, ya que los frutales se consideran como tal por los actores de los escenarios porque contribuyen al embellecimiento del paisaje. El 48,13 % de las especies identificadas corresponden a frutales, e igual porcentaje coinciden como ornamentales y frutales (*Anexo 1*).

En la búsqueda documental y criterios de los actores en los escenarios de estudio se determi-

nó una riqueza de 28 familias, 41 géneros y 43 especies (*Anexo 2*), con un incremento de 25, 44 y 37 % en los indicadores taxonómicos con respecto a la riqueza del *Anexo 1*.

En la *Fig. 2* se representa la riqueza de especies frutales y ornamentales que se proponen para el incremento de la biodiversidad y embellecimiento del paisaje y otros usos que mejoren la calidad de vida de las personas que habitan las localidades y su ambiente.

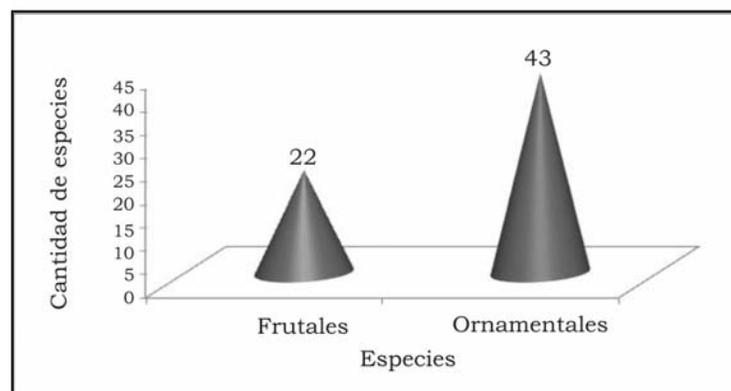


Figura 2. Potencialidades de especies frutales y ornamentales propuestas para incrementar la biodiversidad y embellecer el paisaje.

Las especies que se plantarán en ambos escenarios cerca de los inmuebles habitacionales deben ser las de bajo porte, entre las cuales se encuentran medicinales, condimentosas (con flores vistosas), entre otros atributos.

Las especies que se seleccionen para plantar en el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales también deben ser de bajo porte por el poco espacio que posee dicho escenario para árboles de altura superiores a 4 m se debe tener pre-

sente separarlos de los inmuebles para evitar los efectos negativos de los fenómenos meteorológicos e interrupción de la circulación del aire hacia el interior de los mismos. La selección y plantaciones de las especies debe estar respaldado por un plan de manejo de podas que permita mantener determinada altura de la planta que satisfaga los aspectos anteriores, la toma de frutas y otras partes de la planta con facilidad para ser utilizados por los otros usuarios.

En las fincas forestales de Guantánamo se debe tener presente las diferentes zonas en que se dividieron las mismas de acuerdo al nivel de salinidad y dimensión de la reforestación. En la zona cuatro, que presenta mejores condiciones de contenido en materia orgánica, menores tenores de sal y presencia de árboles, debe enriquecerse con árboles maderables y frutales,

los cuales permitan la inserción de lianas en su fuste y ramas.

En la Fig. 3 se muestran los diferentes usos (11) multipropósitos que poseen las especies frutales y ornamentales que se proponen para reforestar las diferentes áreas de los escenarios objetos de estudio. Las especies ornamentales son las de mayor presencia con un total de 43 especies, seguidas de cercas vivas, sombra y melíferas con 38, 37 y 33 respectivamente, entre las que se encuentran güira, marañón y coco. El uso que menor representación posee es repelente con las especies árbol del nim (*Azederacha indica*) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), y las especies que poseen menos uso son croto (*Candaieaum variegatun*), ixora (*Ixora thwaitessii* Hook f.), jazmín del cabo (*Gardenia jasminoides* Ellis) y higuera (*Ricinus comunis*) (3).

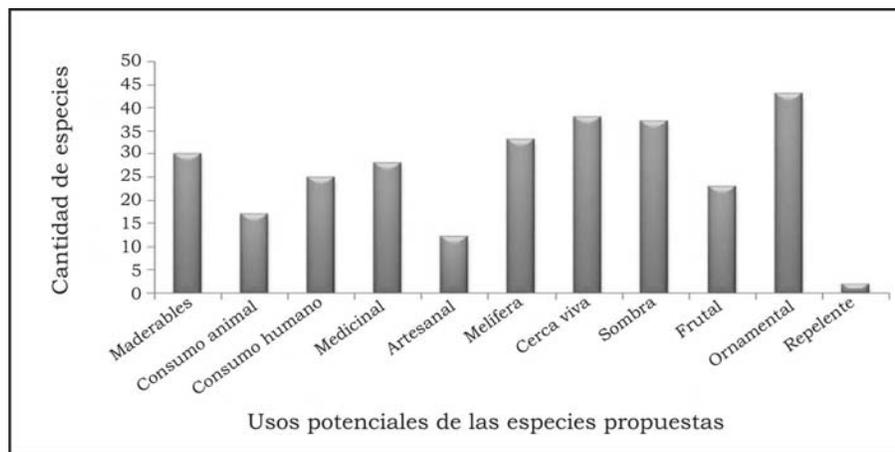


Figura 3. Usos potenciales de las especies propuestas como frutales y ornamentales.

CONCLUSIONES

- Se realiza la propuesta de listado de especies con una riqueza específica de 28, 41 y 43 de familia, género y especie respectivamente para el incremento de la biodiversidad en las áreas objeto de estudio.
- Los usos potenciales de las especies son 11, entre los cuales están cercas vivas, sombra y melíferas con 38, 37 y 33, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Mesa Izquierdo, M., Álvarez Pinto, M., Sánchez Rodríguez, N. 1999. Los productos forestales no madereros en Cuba. Santiago de Chile. FAO. 69 p.
- O'Farrill, A., et al. 2006. Propuesta de especies para la reforestación de Ciudad de La Habana. 46 p. (en prensa).
- Rodríguez Nodal, A., Sánchez, P. 2005. Especies de frutales cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana. La Habana. ACPA. 112 p.
- Roig y Mesa, J.T. 1965. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. La Habana. Editora del Consejo Nacional de Universidades. 1142 p.
- Sordo, L. 2009. Evaluación de los Árboles Fuera del Bosque en el Consejo Popular Pogolotti-Finlay-Belen-Husillo para beneficio del Programa Nacional de Agricultura Urbana. 113 h. Tesis (en opción al título de Máster en Agricultura Urbana)-- Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales Agricultura Tropical.
- Sordo, L., Sordo, V. 2007. Especies utilizadas como cercas vivas por los productores en la Agricultura Urbana. Revista Agricultura Orgánica (CU) 1: 28-29.
- Sordo, L., Sordo, V. 2007. Estudio etnobotánico sobre el uso secundario de plantas utilizadas como cercas vivas. Informe etapa

Proyecto 01.19. Especies de interés para la Silvicultura Urbana. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 9 p.

--- Universidad para todos. 2007. Curso de Diversidad Biológica. Tabloide. Ciudad de La Habana. Editorial Academia. 58 p.

--- Informe final de Proyecto restauración de la diversidad en Fincas Forestales mediante técnicas de Forestería Análoga. Programa de Diversidad Biológica del CITMA. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 121 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Lourdes Sordo Olivera

Máster en Agricultura Urbana, labora en las temáticas de análisis de semillas, manejo de especies forestales, conservación y rescate de la biodiversidad con técnicas de Forestaría Análoga y Silvicultura Urbana. Ha sido miembro en tribunales de la Maestría de Agricultura Urbana impartida por el INIFAT, y en la Especialidad de Forestal de la Facultad Forestal de la Universidad de Pinar del Río. Ha participado como autora y coautora en diversos eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ANEXO 1

Riqueza de especies frutales y ornamentales identificadas en el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) y las Fincas Forestales Integrales de Guantánamo

No.	Familia	Género	Nombre científico	Nombre vulgar	Función		Escenarios		Escenarios Cantidad
					Frutal	Ornamental	INAF	Guantánamo	
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium</i>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón	1	1	1	1	2
2	Apocynaceae	<i>Thevetia</i>	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum	Cabalonga		1	1	1	1
3		<i>Plumeria</i>	<i>Plumeria tuberculata</i> Lodd.	Lirio de Costa		1	1	1	1
4	Arecaceae	<i>Cocus</i>	<i>Cocus nucifera</i> L.	Coco	1	1	1	1	2
5		<i>Roystonia</i>	<i>Roystonia regia</i> (Kunth) O.F. Cook	Palma Real		1	1	1	1
6	Bignoneae	<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia cujete</i> L.	Güira		1	1	1	1
7	Bixaceae	<i>Bixia</i>	<i>Bixia orellana</i> L.	Bija		1	1	1	1
8	Boraginaceae	<i>Ehretia</i>	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Baría		1	1	1	1
9		<i>Cordia</i>	<i>Cordia sebestena</i> L.	Roble Prieto		1	1	1	1
10	Casuarinaceae	<i>Casuarina</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i> (L.)	Casuarina		1	1	1	1
11	Clusiaceae	<i>Clusia</i>	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey		1	1	1	1
12	Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra de la India	1	1	1	1	2
13		<i>Candaieaum</i>	<i>Candaieaum variegatum</i>	Crotos		1	1	1	2
14		<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus acidus</i>	Grosella	1	1	1	1	1
15	Euphorbiaceae	<i>Recinus</i>	<i>Recinus communis</i> L.	Higuereta	1	1	1	1	1
16		<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñón Botija	1	1	1	1	2
17	Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	<i>Bunchosia glandulosa</i> (Cav.) Rich.	Cirueta Venezuela	1	1	1	1	1
18	Meliaceae	<i>Azederacha</i>	<i>Azederacha indica</i> A. Juss	Nin		1	1	1	1
19	Mimosaceae	<i>Pethecellobium</i>	<i>Pethecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Inga Dulce	1	1	1	1	2
20	Moraceae	<i>Morus</i>	<i>Morus multicaulis</i> Peirot	Morena Roja	1	1	1	1	1
21	Morigaceae	<i>Moringa</i>	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa		1	1	1	2
22	Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium littorale</i> Raddi	Guayabita Fresa	1	1	1	1	1
23	Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracuyá	1	1	1	1	1
24	Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uva Caleta	1	1	1	1	1
25	Rubiaceae	<i>Ixora</i>	<i>Ixora thwaitesii</i> Hook f.	Ixora		1	1	1	1
26	Sapotaceae	<i>Chysohyllum</i>	<i>Chysohyllum caimito</i> L.	Canistel	1	1	1	1	1
27	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásima		1	1	1	1
TOTAL					13	27	21	14	7

ANEXO 2

Propuesta de especies para incrementar la biodiversidad en los escenarios del INAF y las Fincas Forestales Integrales de Guantánamo

No.	Familia	Género	Nombre científico	Nombre vulgar
1	Acanthaceae	<i>Trichanthera</i>	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humbolt, Bonpland) Nees. Bogotá	Nacedero
2	Anacardiaceae	<i>Anacardium</i>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón
3		<i>Schinus</i>	<i>Schinus terebinthifoliusi</i>	Copal
4	Anonaceae	<i>Rollinia</i>	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq)	Rolinea
5	Apocynaceae	<i>Plumeria</i>	<i>Plumeria tuberculata</i> Lodd.	Lirio de Costa
6		<i>Thevetia</i>	<i>Thevetia peruviana</i> Pers.) K. Schum	Cabalonga
7	Arecaceae	<i>Gastrococos</i>	<i>Gastrococos crispa</i> (Kunth.) H.E. Moore	Corojo
8		<i>Cocus</i>	<i>Cocus nucifera</i> L.	Coco
9		<i>Roystonea</i>	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	Palma Real
10	Bignonaceae	<i>Parmentiera</i>	<i>Parmentiera edulis</i> DC	Parmentiera
11		<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia cujete</i> L.	Güira
12	Bixaceae	<i>Bixia</i>	<i>Bixia orellana</i> L.	Bija o Achote
13	Boraginaceae	<i>Gerascanthus</i>	<i>Gerascanthus gerascanthoides</i> (HBK) Borh	Baría
14		<i>Ehretia</i>	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Roble Prieto
15		<i>Cordia</i>	<i>Cordia sebestena</i> L.	Vomitel Colorado
16	Caesalpinaceae	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Casco de Vaca
17		<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i> L.	Caña Fístula
18			<i>Cassia grandis</i> L.f.	Cañandong
19	Casuarinaceae	<i>Casuarina</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i> (L.)	Casuarina
20	Clusiaceae	<i>Clusia</i>	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey o Cupey
21	Cupresaceae	<i>Thuja</i>	<i>Thuja</i> sp.	Tuya
22	Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha urens</i> L.	Chaya
23			<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñón Botija
24		<i>Candaieaum</i>	<i>Candaieaum variegatun</i>	Crotos
25		<i>Ricinus</i>	<i>Ricinus comunis</i>	Higuereta
26		<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus acidus</i>	Grosella
27	Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	<i>Bunchosia glandulosa</i> (Cav.) Rich.	Ciruela Venezuela
28	Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Serení o Flor de Jamaica
29	Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra de la India
30	Meliaceae	<i>Azederacha</i>	<i>Azederacha indica</i> A. Juss	Nim
31	Mimosaceae	<i>Pethecellobium</i>	<i>Pethecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Inga Dulce
32	Moraceae	<i>Morus</i>	<i>Morus multicaulis</i> Peirot	Morera Roja
33	Moringaceae	<i>Moringa</i>	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Palo Jeringa,
34	Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium littorale</i> Raddi	Guayabita Fresa
35		<i>Syzygium</i>	<i>Syzygium cuminii</i> (L.)	Jambolán
36		<i>Syzygium</i>	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr: et. Perry	Pomarrosa de Malaca
37	Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracuyá
38	Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uva Caleta
39	Rubiaceae	<i>Gardenia</i>	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	Jazmín del Cabo
40	Rutaceae	<i>Ixora</i>	<i>Ixora thwaitessii</i> Hook f.	Ixora
41	Sapindaceae	<i>Litchi</i>	<i>Litchi sinensis</i> Sonn.	Lichi
42	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum caimito</i> L.	Canistel
43	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima

Anexo 3

Potencialidad de uso de las especies existentes y propuestas para el INAF y Fincas Forestales Integrales de Guantánamo

No.	Nombre vulgar	Made- rable	Consumo animal	Consumo humano	Medi- cinal	Arte- sanal	Melífera	Cerca viva	Sombra	Repe- lente	Frutal	Orna- mental	Usos x especies
1	Nacadero		1		1		1	1	1		1	1	7
2	Copal	1			1		1	1	1		1	1	7
3	Marañón	1	1	1	1		1	1	1		1	1	9
4	Rolinea	1	1	1	1			1	1		1	1	8
5	Cabalonga	1			1	1	1	1	1			1	7
6	Lirio de Costa	1			1		1	1				1	5
7	Coco		1	1	1	1	1	1	1		1	1	9
8	Corojo			1	1	1	1		1		1	1	7
9	Palma Real	1	1	1	1	1	1	1	1			1	9
10	Güira	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	10
11	Parmentiera	1	1	1	1		1	1	1			1	8
12	Bija o Achote	1	1	1	1		1	1	1			1	8
13	Baría	1				1	1	1	1			1	6
14	Roble Prieto	1			1		1	1	1			1	6
15	Vomitel Colo- rado	1		1	1		1	1	1		1	1	8
16	Caña Fistula	1		1	1	1	1	1	1			1	8
17	Cañandong	1		1	1	1	1	1	1		1	1	9
18	Casco de Vaca	1				1	1	1	1		1	1	7
19	Casuarina	1				1		1	1			1	5
20	Copey					1	1		1			1	4
21	Almendra de la India	1		1			1	1	1			1	6
22	Tuya	1						1	1			1	4
23	Chaya	1					1	1	1			1	5
24	Crotos							1				1	2
25	Grosella	1		1	1			1	1			1	6
26	Higuereta				1						1	1	3
27	Piñón Botija	1			1		1	1	1		1	1	7
28	Ciruuela Vene- zuela		1	1	1		1		1		1	1	7
29	Flor de Jamaica			1	1					1	1	1	5
30	Nin	1			1		1	1	1	1		1	7
31	Inga Dulce	1	1	1			1	1	1		1	1	8
32	Morera Roja		1	1			1	1			1	1	6
33	Moringa	1	1	1	1		1	1	1			1	8
34	Guayabita Fresa	1	1	1	1		1	1	1		1	1	9
35	Jambolán	1	1	1	1		1	1	1		1	1	9
36	Pomarrosa de Malaca	1		1			1	1	1		1	1	7
37	Maracuyá			1	1		1	1	1		1	1	7
38	Uva Caleta	1	1	1			1	1	1		1	1	8
39	Jazmín del Cabo							1	1			1	3
40	Ixora							1				1	2
41	Litchí	1		1			1	1	1		1	1	7
42	Canistel	1	1	1	1	1		1	1		1	1	9
43	Guásima	1	1		1		1	1	1			1	7
Total		31	17	25	28	12	33	38	37	2	23	43	

LLUVIAS ÁCIDAS Y ACIDIFICACIÓN EN LOS PINARES DE ALTURAS DE PIZARRA, ESTACIÓN AMISTAD

ACID RAINS AND ACIDIFICATION IN THE PINEGROVES OF HEIGHT OF SLATE AMISTAD STATION

DR. ARIEL T. PLASENCIA-PUENTES,¹ DRA. C. YILIAN MOREJÓN,² DR. ANTONIO ESCARRÉ-ESTEVE,³ ING. ARSENI RENDA-SAYOUX,⁴ M.Sc. YOLANIS RODRIGUEZ-GIL,⁴ TÈC. MANUEL ARTEAGA-GONZÁLEZ,¹ TÈC. DIONISIO CRUZ-DELGADO,¹ DR. JOSÉ L. PERALTA-VITAL⁵ E ING. YACIEL MARTINEZ-PÉREZ¹

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

² Dirección Provincial Suelos y Fertilizantes. Ave. a Borrego Final, Hermanos Cruz, Pinar del Río, Cuba

³ Universidad de Alicante, Alicante, España

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

⁵ Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones. Km 2½, Carretera La Victoria II, Guanabacoa, La Habana, Cuba

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la Estación Amistad con el objetivo de evaluar las lluvias ácidas y su relación con los procesos de acidificación de los suelos. Las observaciones de deposición total de las precipitaciones muestran un porcentaje mayoritario de número de lluvias, con valores por debajo de 5,6 de pH (78,2 %) y el 74,8 % en volumen de lluvias como ácidas. Adicionalmente se caracterizaron las aguas de escurrimiento superficial y se determinó la relación de la acidez de las lluvias con la existencia de un proceso de acidificación de los suelos, mostrando un valor de incremento de (0,102 keq • ha⁻¹ año, es decir, kilo equivalente/ha/año) de iones hidrógeno. Social y ambientalmente tiene un impacto muy positivo el monitoreo de estas lluvias ácidas, ya que permite minimizar los efectos nocivos en caso de un incremento de sus concentraciones, lo que incide directamente en la defoliación de nuestros bosques y cultivos en general.

Palabras claves: *lluvias ácidas, escurrimiento superficial, acidificación.*

INTRODUCCIÓN

En una gran mayoría de las experiencias de gestión en microcuencas, como las que aparecen en la recopilación de Bosch y Hewlett (1982), se hace un seguimiento únicamente de los volúmenes de precipitación y escurrimiento,

ABSTRACT

The present work was developed in the Amistad Station in order to evaluating the acid rains and its relationship with the soil acidification processes. The observations of total deposition of the precipitations, show a majority percentage in days of rains, with values below 5,6 of pH (78,2 %) and the (74,8 %) in rain volume, as acid. Additionally the surface runoff waters were characterized and the relationship of the acidity of the rains was determined with the existence of a soil acidification process; showing an increment value of (0,102 keq • ha⁻¹ year) of ions hydrogen. Social and environmentally the monitoring of these acid rains has a very positive impact, because it allows to minimize the noxious effects in the event of an increment of their concentrations, what impacts directly in the defoliation of our forests and cultivations in general.

Key words: *acid rains, runoff surface, acidification.*

En el diseño de los objetivos de la Estación Amistad se consideró desde el principio el gran interés que tendría poder estimar el escurrimiento sólido y también valorar la influencia que las experiencias de manejos silvícolas pudieran tener en la calidad del agua. Sin embargo, no se incluyó el seguimiento de los aportes químicos de la precipitación, los cuales son muy relevantes en la concepción teórica del «ecosistema cuenca» que se llevó a cabo en la Estación Experimental de Hubbard Brook [Likens *et al.*, 1977].

El panorama sobre las características de la deposición atmosférica que se resume, López (2006) y la misma constatación de la evolución del pH de los arroyos durante el período de estudio aconsejó la instalación de un colector de deposición total, durante unos meses, para poder realizar, conjuntamente con otras dos estaciones en la provincia de Pinar del Río [Morejón, 2009], un seguimiento de los valores del pH de la lluvia, analizados en cada evento

lluvioso; con el objetivo de evaluar la presencia de lluvias ácidas y la acidificación en los pinares de altura de pizarra Estación Amistad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Forestal Hidrológica Amistad. 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. La topografía es accidentada y típica para el sistema montañoso de la provincia de Pinar del Río; las pendientes predominantes en las subcuencas se encuentran en el rango del 9 al 40 %. El suelo, según estudios realizados por Calzadilla *et al.* (1978), es del tipo ferralítico cuarcítico amarillo rojizo-lixiviado, encontrándose diferenciación solamente al nivel de especie y variedad, dado por su profundidad total y el contenido de gravas en sus horizontes.

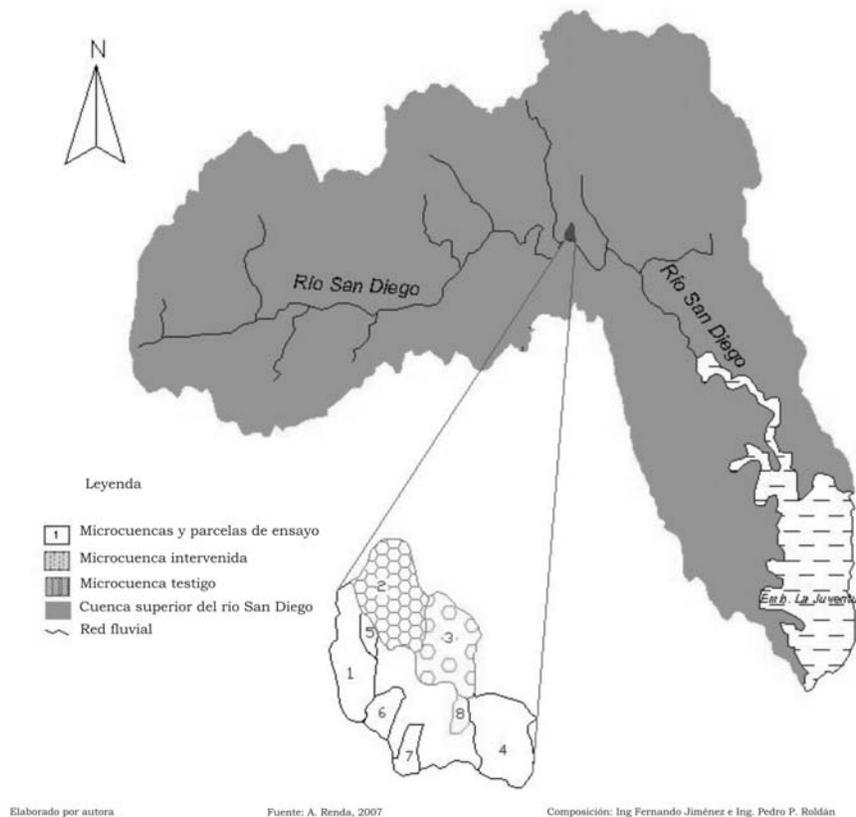


Figura 1. Localización del área experimental.

Muestreo escurrimiento superficial

El diseño experimental de la Estación Amistad se realizó con la aproximación de las microcuen-

cas pareadas (Lee, 1980), donde se selecciona una microcuenca control (C2) para comparar con las microcuencas tratadas C1, C3 y C4.

Las muestras de agua de las subcuencas de la Estación Amistad se tomaron de las corrientes antes de que estas lleguen al remanso (aguas arriba del vertedor), o sea, fuera de la zona de presión. El seguimiento analítico se realiza de forma mensual, para lo cual se utilizan botellas de cristal con la capacidad de un litro. Para cada una de estas muestras de agua se determinan las características cuantitativas del escurrimiento iónico y se determinaron ocho parámetros químicos (pH, conductividad, concentraciones de HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+).

Muestreo de la deposición total de las lluvias ácidas

Con el fin de complementar la información ya existente sobre la lluvia ácida en Cuba, se decidió realizar muestreos puntuales de deposición global en la Estación Hidrológica Forestal Amistad, en la ciudad de Pinar del Río, y en la Estación Meteorológica de La Palma [Morejón, 2009], durante el período 2003-2006. A cada muestra recolectada después de cada evento meteorológico se le determinó el valor de pH utilizando el peachímetro digital del tipo micro pH 2000, Crison. Los pluviómetros o colectores utilizados para recolectar las muestras de lluvia permanecieron expuestos permanentemente en lugares abiertos, con el objetivo de recibir muestras de deposición total.

Para el calibrado de las diferentes subcuencas se aplicó un análisis de regresión lineal, así como para el comportamiento del pH, calcio,

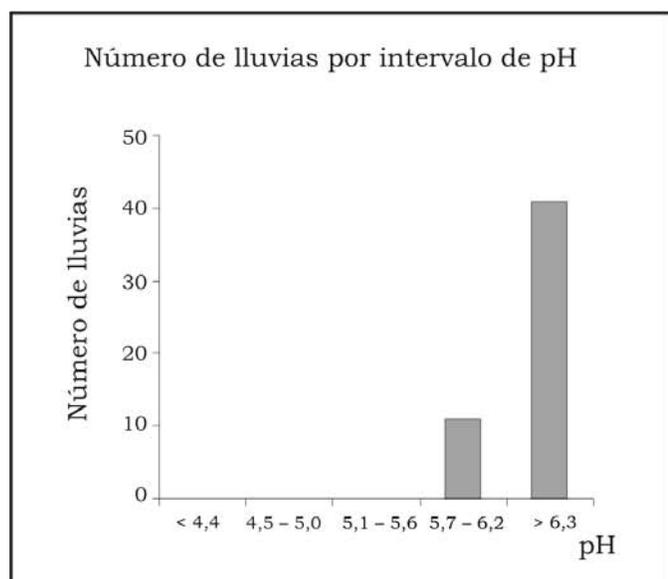
magnesio y sulfato respecto al tiempo en la subcuenca. Para la evaluación de los datos se realizó un análisis de estadístico de regresión lineal, utilizando el paquete estadístico Infostat Software versión (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

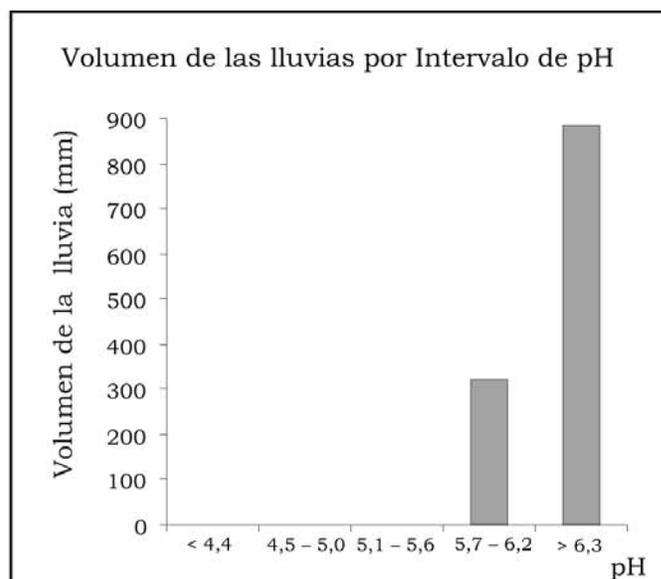
Muestreo de la deposición total de las lluvias ácidas

Para el caso de la Estación Hidrológica Forestal Amistad, el número total de muestras de deposición global recolectadas fue de 87, en el intervalo de tiempo que va desde el 17 de septiembre de 2003 hasta el 12 de febrero de 2006. El punto exacto de muestreo en la ciudad de Pinar del Río se ubica al este, en el reparto 10 de Octubre. El número de eventos lluviosos muestreados fue de 53, durante el período comprendido entre enero y octubre de 2006. La Estación Meteorológica de La Palma se ubica en el municipio del mismo nombre, al norte de la provincia de Pinar del Río, y se llevó a cabo el muestreo de 35 lluvias durante la época comprendida entre mediados de marzo y octubre de 2006 [Morejón, 2009].

En las *Figs. 2 a 7* aparecen representados los histogramas de número de lluvias y volúmenes de precipitación, por intervalos de pH, con el valor de 5,6 elegido como límite, para poder separar las lluvias que se consideran ácidas de las que no.



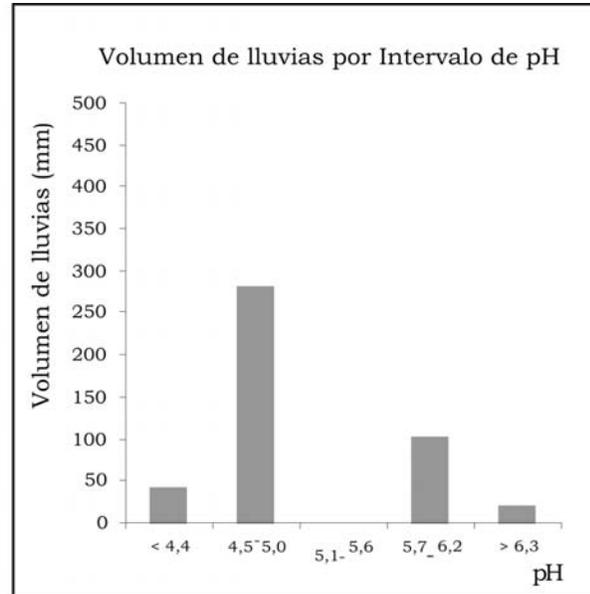
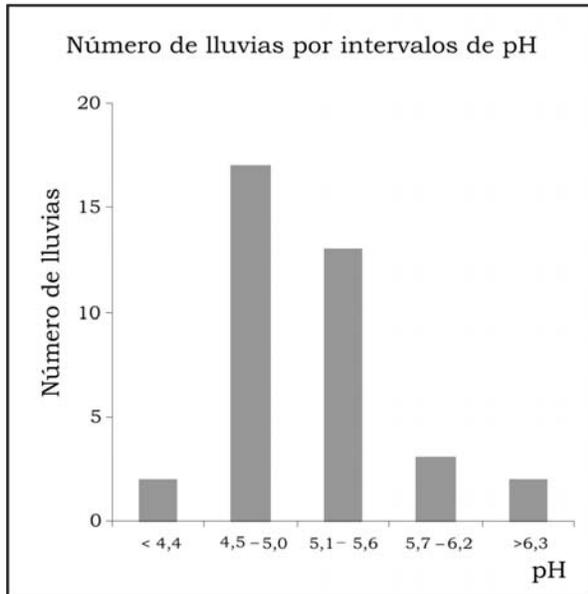
Elaborado por Plasencia, 2014



Figuras 2 y 3. Representación gráfica de los números de lluvias y volúmenes de precipitación que corresponden a los diversos intervalos de pH, en la ciudad de Pinar del Río [Morejón, 2009].

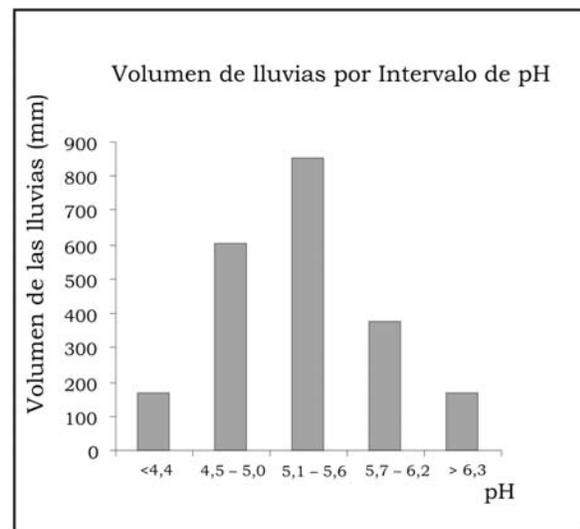
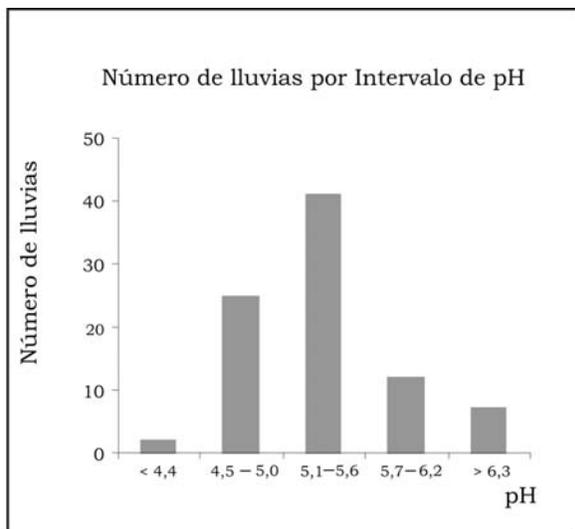
La comparación de las figuras permite destacar que, mientras que en la ciudad de Pinar del Río no se registran lluvias que se puedan considerar ácidas, en las otras dos estaciones el número de lluvias por debajo de 5,6 es del

86,4 % para La Palma y del 78,2 % en Amistad. Respecto a los volúmenes, el 86,3 % del agua de lluvia recolectada en La Palma se puede considerar ácida, mientras que en Amistad este mismo porcentaje solo alcanza el 74,8 %.



Elaborado por Plasencia, 2014

Figuras 4 y 5. Representación gráfica de los números de lluvias y volúmenes de precipitación que corresponden a los diversos intervalos de pH, en la Estación de la Palma [Morejón, 2009].



Elaborado por Plasencia, 2014

Figuras 6 y 7. Representación gráfica de los números de lluvias y volúmenes de precipitación que corresponden a los diversos intervalos de pH, en la Estación Hidrológica Amistad.

En la temporada donde el *rainout* de la lluvia es más ácido, pero el *washout* tiene capacidad de neutralización como consecuencia de su basicidad, es muy frecuente que las lluvias más copiosas sean más ácidas, y cuando se realiza un análisis detallado de los valores de pH del agua de lluvia recolectada en días sucesivos, se suele observar que los valores de pH dismi-

nuyen. En ambos casos el agotamiento de la capacidad de neutralización del *washout* es la que pone de manifiesto el hipotético carácter más ácido del *rainout*.

Al llevar a cabo un análisis detallado de la evolución del pH en lluvias de días sucesivos, que también es un método que permite apreciar la

existencia de capacidad de neutralización en la baja atmósfera [Bellot, 1989, y Carratalá *et al.*, 1996] se ha observado que en las estaciones de Pinar del Río y Amistad el porcentaje de días consecutivos en que disminuye o aumenta el pH se aproxima al 50 %, es decir, parece aleatorio. Por el contrario, en la Estación de La Palma el pH aumenta en cuatro ocasiones y disminuye en nueve, de las trece analizadas.

Con estos datos de pH de la precipitación, si se extrapolan los períodos de muestreos al año completo, se observa que el punto situado en la ciudad de Pinar del Río tiene un valor de deposición ácida de $0,006 \text{ keq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, y en la Estación Meteorológica La Palma, $0,168 \text{ keq}$

$\cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$. Estos resultados coinciden con el mapa de deposición de H^+ que aparece en el estudio de López *et al.* (2006) y los de Amistad $0,185 \text{ keq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$.

Denudación química de las microcuencas

En la *Tabla 1* se resumen los resultados de exportaciones solubles en las cuatro microcuencas para los tres años del seguimiento y evaluación de los datos de los componentes químicos del agua. Hay que señalar que como solo se efectúa la toma de una muestra mensual para su análisis químico, como valor de caudal no se ha tomado el del día de muestreo, sino el valor medio correspondiente a las observaciones del limnógrafo de todo el mes.

Tabla 1. Exportación de elementos y sustancias solubles en las cuatro microcuencas

Cuencas	Años	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Total
		$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$						
Cuenca 1	1983	246,1	133,2	40,5	74,3	12,7	85,2	591,9
	1987	44,4	24,8	3,8	12,1	1,9	14,0	100,9
	1988	97,0	53,2	11,4	26,0	6,5	33,8	228,1
	Promedio	129,2	70,4	18,6	37,5	7,0	44,3	307,0
Cuenca 2	1983	319,8	143,6	54,8	73,8	16,4	117,4	725,8
	1987	107,1	51,5	5,7	21,6	6,0	29,9	221,8
	1988	72,0	42,3	13,1	18,8	6,9	27,0	180,1
	Promedio	166,3	79,1	24,5	38,1	9,8	58,1	375,9
Cuenca 3	1983	600,4	157,3	46,5	162,4	29,5	100,6	1096,8
	1987	208,8	45,9	6,0	58,4	9,3	24,6	353,1
	1988	215,2	54,6	11,7	58,8	12,0	28,8	381,1
	Promedio	341,5	86,0	21,4	93,2	17,0	51,4	610,3
Cuenca 4	1983	171,3	119,9	46,9	41,5	15,3	77,6	472,5
	1987	52,4	37,0	8,8	11,2	7,9	22,7	140,1
	1988	68,8	42,8	16,1	12,8	6,8	29,4	176,7
	Promedio	97,5	66,6	23,9	21,8	10,0	43,2	263,1

Elaborado por Plasencia, 2014.

Existencia de procesos de acidificación

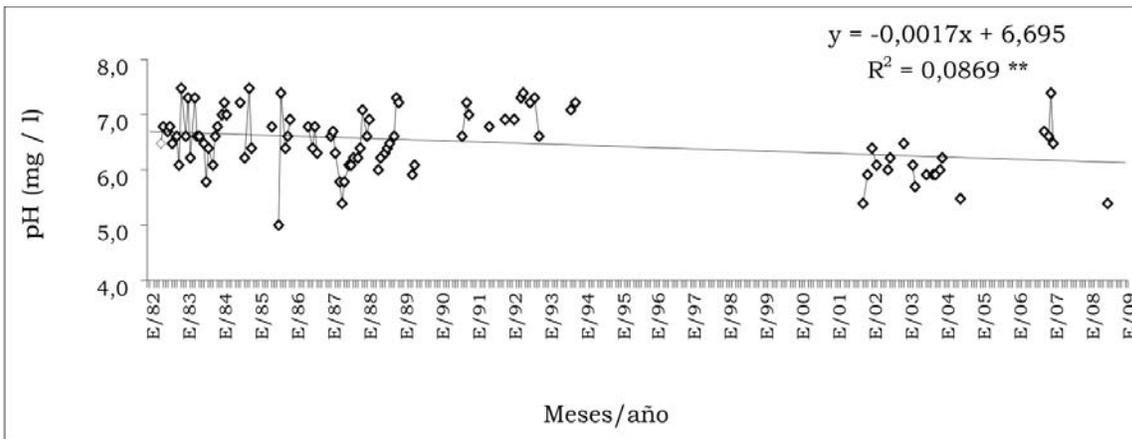
En la década de los cincuenta se empiezan a evidenciar los primeros efectos de la masiva emisión a la atmósfera de gases (especialmente el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno) que tienen un elevado poder acidificante. A partir de los años setenta empiezan a publicarse diversas investigaciones que evalúan los efectos de la lluvia ácida sobre ecosistemas terrestres y acuáticos [Hutchinson y Havas, 1980; Laws, 1993; Hällbacken y Tamm, 1986]. Sin embargo, desde entonces, en los países industrializados,

que fueron los que más sufrieron este impacto inicialmente, se han coordinado esfuerzos de modernización industrial con nuevas leyes de protección ambiental, que han permitido revertir el proceso en la mayoría de ellos [Berger, 1988; Houmand y Andersen, 1995 y Likens y Bormann, 1995]. Por el contrario, países en vía de desarrollo especialmente en Asia, pero también en América y África, el incremento de los procesos de acidificación es patente [Foell, 1995; Larssen, 2006; Vallory, 1999]. En el caso de Cuba la situación de este problema de con-

taminación de la atmósfera ha sido descrita por López (2006), y la existencia de la acidificación concreta en suelos Lithosoles, de tres cuencas del occidente cubano, la señalan Morejón *et al.* (2009).

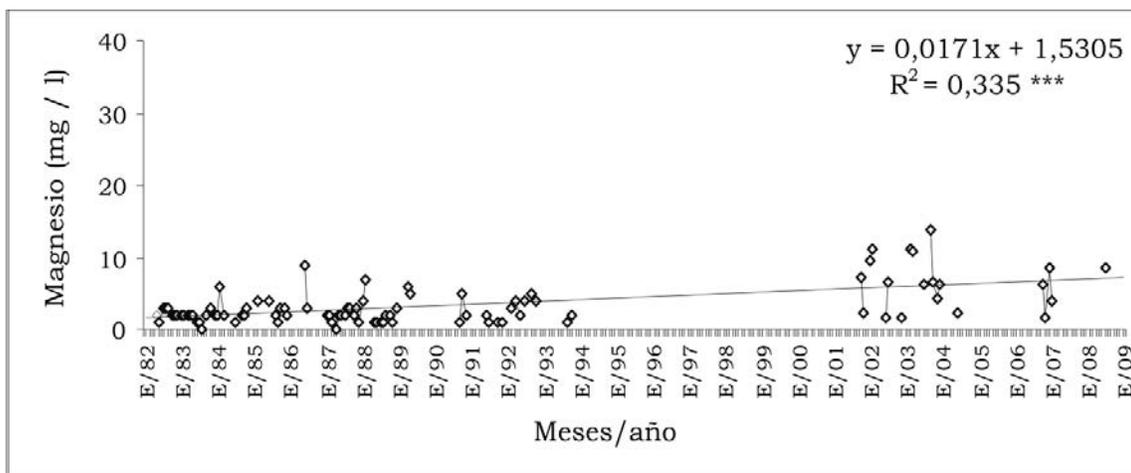
La serie histórica de los valores de pH del agua de las microcuencas de la Estación Amistad constituye una información sumamente interesante para comprobar la existencia de tendencias en el comportamiento hidroquímico de los arroyos. Como era de prever por la información

existente ya mencionada, la evolución química de las aguas de escurrimiento es exactamente la contraria a la encontrada en diversos lugares de Europa y América del Norte, en los que el proceso de acidificación se ha invertido. En la *Fig. 7* se puede apreciar que en las cuatro cuencas, al aplicar la regresión lineal, se manifiestan disminuciones significativas del pH en tres de ellas, y en las *Figs. 8, 9 y 10* se observan incrementos en las concentraciones de los cationes magnesio, calcio y sulfato, respectivamente.



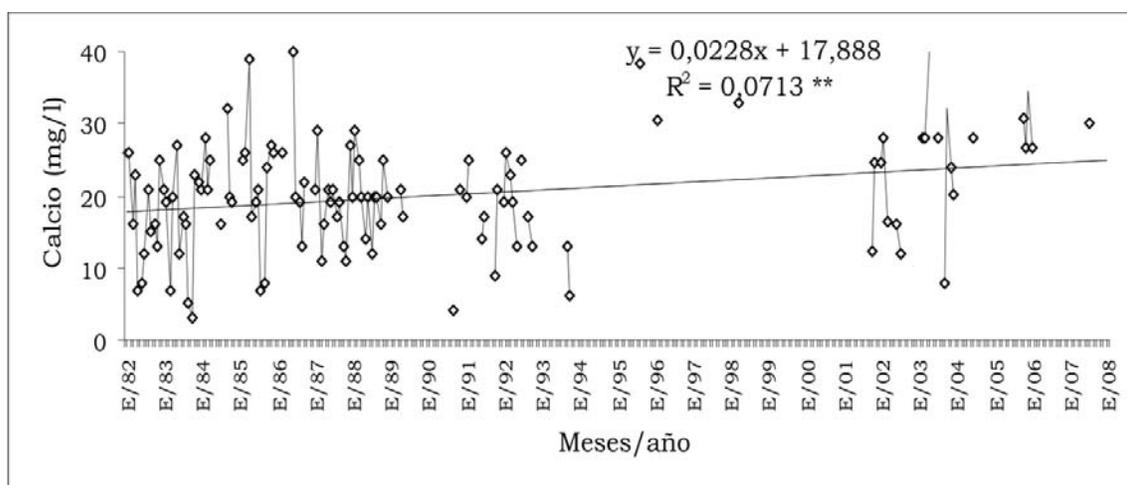
Elaborado por Plasencia, 2014

Figura 8. Comportamiento del pH con respecto al tiempo en las subcuencas.



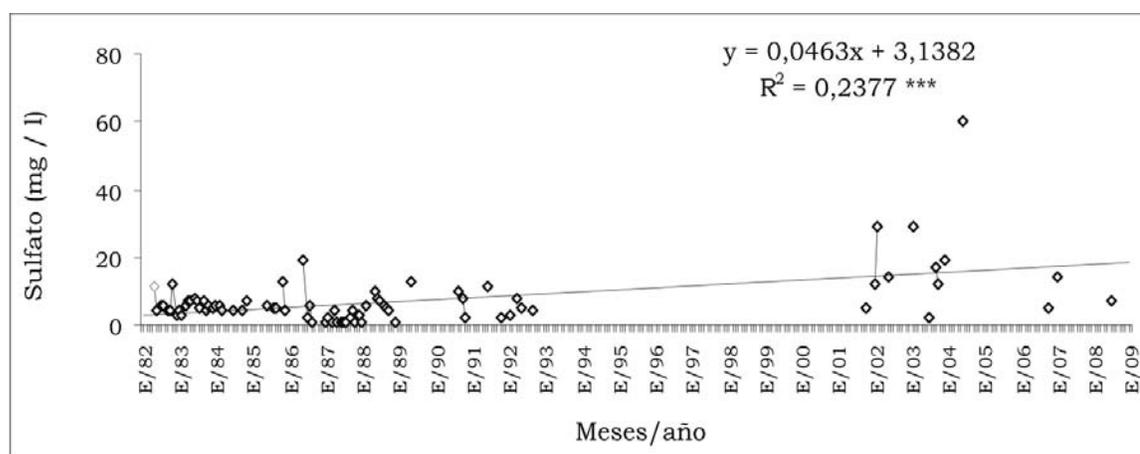
Elaborado por Plasencia, 2014

Figura 9. Comportamiento del Mg^{2+} con respecto al tiempo en las subcuencas.



Elaborado por Plasencia, 2014

Figura 10. Comportamiento del Ca^{2+} con respecto al tiempo en las subcuencas.



Elaborado por Plasencia, 2014

Figura 11. Comportamiento del SO_4^{2-} con respecto al tiempo en las subcuencas.

CONCLUSIONES

- En la Estación Amistad la deposición global tiene un carácter ácido, tanto por el número y el volumen de las precipitaciones, existiendo una relación significativa entre los volúmenes de lluvias recolectadas y las concentraciones de hidrogeniones en el sentido de que las precipitaciones más caudalosas tienden a tener menor valor de pH.
- Al efectuar el balance de entrada (lluvias) y salida en los arroyos en las subcuencas respecto a los kiloequivalentes/ha/año nos indica que hay una tendencia a la acidificación del agua que escurre.
- Al aplicar las regresiones lineales se obtuvo una disminución significativa de los valores del pH y los aumentos significativos de las concentraciones de calcio, magnesio y sulfato, poniendo de manifiesto la tendencia a la acidificación del ecosistema pinar.

BIBLIOGRAFÍA

- Bellot, J. 1989. Análisis de los flujos de deposición global, trascolación, escorrentía cortical y deposición seca en el encinar mediterráneo de l'Avic (Sierra de Prades, Tarragona). Tesis doctoral, Universidad de Alicante. 324 p.
- Berge, E. 1988. Time-trends of sulphate and nitrate in precipitation in Norway (1972-1982). *Atmospheric Environment (US)* 22:333-338 p.
- Bosch, J. L. & Hewlett, J.D. 1982. A review of catchments experiment to determine the effects of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology (US)* 115: 297-313.
- Calzadilla, E. 1978. Estudio de los suelos del área experimental de la estación hidrológica forestal Amistad. Ciudad de La Habana. Centro de Investigación Forestal. p.11.
- Carratalá A., Bellot, J., Gómez A., Millán, M. 1996. African dust influence on rainwater on the eastern coast of Spain, in Guerzoni S. and Chester R. (eds.). *The impact of desert dust across the Mediterranean*, Kluwer Academic Publishers (UK) 11: 323-332
- Foell, W., et al. 1995. Energy use, emission, and air pollution reduction strategies in Asia. *Water Air and Soil Pollution (US)* 85:2277-2282.
- Hallbäck, L., Tamm, C.O. 1986. Changes in soil acidity from 1927 to 1982-84 in forest areas of south-west Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research (NL)* 1:219-232.
- Houmand, M.F., Andersen, H.V. 1995. Nine years of measurements of atmospheric nitrogen and sulphur deposition to Danish forest. *Water, Air and Soil Pollution (NL)* 85: 2205-2210.
- Hutchinson, T.C., Havas, M. 1980. Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems. (eds Plenum Press) *Forest catchments in south-eastern Australia*. *Forest Ecology (NL)* 150-180 p.
- Larssen, T. & Holme, J. 2006. Afforestation, seasalt episodes and acidification -A paired catchment study in western Norway. *Environmental-Pollution (NL)* 139:440-450.
- Laws, E.A. 1993. *Aquatic pollution*. Ed. John Wiley & Sons. 150 p.
- Lee, R. 1980. *Forest Hydrology*. Columbia University. 45 p.
- Likens, G.E., Bormann F.H., Pierce R.S., Eaton J.S. & Johnson N.M. 1977. *Biogeochemistry of a forested ecosystem*. Springer-Verlag. 85 p.
- Likens, G.E.; Bormann F.H. 1995. *Biogeochemistry of a forested ecosystem*. Springer-Verlag 110 p.
- López, C. 2006. *Introducción a la gestión de la calidad del aire*. Instituto Nacional de Meteorología. La Habana. 25 p.
- Morejón, Y.M. 2009. Análisis del estado actual y tendencias previsibles, de los recursos edáficos e hídricos en cuencas del occidente de Cuba. 233 h. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España/ Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Vallory, D. 1999. Influence of calcareous soil particulates on acid rain. *Belo Horizonte Metropolitan Region, Brazil. Ambio (BR)* 28:514-518.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Ariel Tomás Plasencia Puentes

Ingeniero Forestal, doctor en Ciencias Forestales, especialista de la Estación Experimental Agro-Forestal de Viñales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Conservación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Ha sido responsable de diferentes tareas de investigación científica, siendo además el líder de subproyectos que se han desarrollado en la Estación Hidrológica Amistad. Ha obtenido un premio MINAG y un premio de la Academia Provincial. Ha participado en diferentes eventos nacionales e internacionales con resultados de gran impacto.

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

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

DR.C. WILMER TOIRAC-ARGUELLE,¹ DRA.C. JUANA T. SUÁREZ-SARRIA,¹ DR.C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,¹
DR.C. HÉCTOR BARRERO-MEDEL,² DR.C. ALBERTO VIDAL-CORONA³ Y DR.C. ARLETY AJETE- HERNÁNDEZ¹

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

² Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Calle Martí 270, C.P. 20100

³ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178 e/ Línea y Los Coquitos, Camagüey, Cuba

RESUMEN

En la Empresa Forestal Integral Granma se levantaron 138 parcelas temporales de muestreo de 500 m² de superficie circular, en plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse, tomándose los diámetros a 1,30 m sobre el nivel del suelo de todos los árboles y la altura de dos árboles por clase diamétrica. Se talaron 138 árboles tipos, los cuales fueron desramados, desfoliados y pesados. Se evaluaron cuatro modelos de regresión, seleccionándose el modelo Logarítmico por presentar los parámetros significativos, menor valor de índice de Furnival y el estadístico de Durbin-Watson no significativo.

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

ABSTRACT

In the Integral Forestry Enterprise Granma was carried out 138 plots of 500 m² in plantations of *Pinus maestrensis* Bisse, taking the diameters at 1, 30 m on the ground's level of all trees and height of two trees by diameter class. 138 types trees were felled, which were pruned and defoliated, performing weighing branch biomass. Four regression models were evaluated. The model of the best goodness of fit was the Logarithmic, with parameters significance and lower index value Furnival

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

INTRODUCCIÓN

Para la cuantificación de la biomasa aprovechable de copa es imprescindible conocer la biomasa de copa en pie, así como posibles residuos que pueden permanecer en las áreas de tala y acopiaderos intermedios, producto del proceso tecnológico, en interacción con las características naturales propias en que se desarrolla el bosque. La información sobre la cantidad de biomasa arbórea también constituye una valio-

sa herramienta para la gestión silvícola por su relación con la propagación de plagas, incendios y conservación de suelos [Merino *et al.*, 2003].

La biomasa renovable cultivada, según Hall (1998), es un combustible neutro en cuanto a la emisión de dióxido de carbono con un bajo contenido sulfúrico que puede convertirse en electricidad, calor y combustible líquido o ga-

seoso. La biomasa se cultiva permanentemente para generar energía a fin de producir beneficios ambientales como la conservación de los suelos y la protección de la biodiversidad, en comparación con los cultivos anuales. El aprovechamiento de la biomasa en comunidades rurales proporciona empleos en lugar de excluir los suelos del proceso productivo, con el único fin de secuestrar carbono. Por lo tanto, el cultivo y la producción de biomasa para energía tienen numerosas ventajas sociales y ecológicas.

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

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Empresa Forestal Integral Granma, en la provincia de Granma, que limita al norte con los municipios de Jaguaní y Bayamo, al sur y al este con la provincia de Santiago de Cuba y al oeste con el municipio de Buey Arriba. El suelo es ferralítico rojo lixivial-

do, la temperatura media de 26,5 °C y valores de precipitación anual de 1288 mm [Mogena *et al.*, 2007].

Mediante un muestreo aleatorio, se muestrearon 40 rodales, levantándose 138 parcelas temporales de muestreo de 500 m², de superficie circular de 12,6 m de radio, teniendo en cuenta la compensación del mismo según las pendientes, tomándose los diámetros a 1,30 m sobre el nivel del suelo de todos los árboles y la altura de dos árboles por clase diamétrica. Se talaron 138 árboles tipos, los cuales fueron desramados y desfoliados, realizándose el pesaje por separado de la biomasa de ramas de cada uno de los árboles. Para el levantamiento del área y toma de los datos dasométricos se utilizó la cinta métrica de 50 m, cinta diamétrica, brújula, GPS y el machete.

Análisis estadístico

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

TABLA 1
Modelos probados para estimar el diámetro normal

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

donde:

a : Constante

b, c, d : Coeficientes de regresión

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

X : diámetro de la base (cm)

Para estudiar la bondad de ajuste de estos modelos se utilizaron las estadísticas de Furnival (1961), Alder (1980), Podran *et al.* (1997), Kiviste *et al.* (2002), Guerra *et al.* (2003), Torres y Ortiz (2005).

1. *Coefficiente de determinación (R^2)*: declara qué porcentaje de la variación de la variable dependiente es explicada por las variables predictoras.
2. *Coefficiente de determinación ajustado (R^2a -just)*: es una corrección o ajuste del coeficiente de determinación original de acuerdo a los grados de libertad del modelo.

3. *Diferencia agregada (DA)*: evalúa la desviación del modelo con los valores observados.
4. *Error medio cuadrático (CME)*: informa sobre la precisión de las estimaciones.
5. *Error medio en valor absoluto (EMA)*: da una idea de la magnitud media de los errores independientemente de su signo.
6. *Significación estadística del modelo*: expresa el error α para el modelo.
7. *Significación estadística de los parámetros de los modelos*: expresa el error α para cada parámetro del modelo.

8. *Error estándar del modelo (EEE)*: permite determinar los intervalos de confianza para el modelo.
9. *Error estándar de los estimadores de los parámetros del modelo*: permite determinar los intervalos de confianza para los parámetros.
10. *Estadístico Durbin-Watson (D-W)*: revisa los residuos para determinar si hay correlación significativa.
11. *Índice de Furnival (IF)*: es utilizado para la comparación de ecuaciones de regresión con transformación de la variable independiente, teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformaciones logarítmicas.

Para el ajuste de los modelos se utilizaron 73 muestras, y para la validación 65. Se empleó un nivel de significación del 5 % para el análisis de varianza de las regresiones, utilizándose

los programas estadísticos Statgraphics Plus versión 5.1 (1995) e InfoStat (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biomasa de rama verde y seca es parte integral de los residuos del bosque. Constituye una fuente de bioenergía renovable con la cual se podría cubrir parte de la demanda energética de los países y disminuir la presión sobre los combustibles fósiles. En tal sentido es de gran importancia definir un modelo que permita estimar estas potencialidades presente en las plantaciones de coníferas.

En la *Tabla 2* se observa que todos los modelos probados tienen coeficiente de determinación y coeficiente de determinación ajustado por encima del 92 %, con un alto nivel de exactitud y precisión.

TABLA 2

Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros de los modelos para la biomasa de rama verde

Modelo		Lineal	Polinomio de segundo grado	Polinomio de tercer grado	Logarítmico
R ²		92,2	92,2	92,4	94,4
R ² _{ajustado}		92,0	92,0	92,0	94,3
DA		-0,00	-0,03	-0,30	-1,96
EEE		±21,35	±21,45	±21,33	±0,22
EMA		14,9801	14,9169	14,6400	0,1669
CME		455,749	460,259	455,145	0,0480
D-W		1,64 NS	1,63 NS	1,60 NS	1,65 NS
IF		3,0942	3,1041	3,3118	2,7662
P-valor		***	***	***	***
Parámetros	a	-77,0887 ±7,5520 ***	-67,1159 ±19,3352 ***	-9,2862 ±47,4716 NS	-2,6285 ±0,2111 ***
	b	6,8999 ±0,2412 ***	6,1051 ±1,4390 ***	-1,3334 ±5,7633 NS	2,1684 ±0,0634 ***
	c	-	0,0138 ±0,0246 NS	0,2977 ±0,2145 NS	-
	d	-	-	-0,0033 ±0,0025 NS	-

*** 0,001

** 0,01

* 0,05

NS- no significativo

Se escogió el modelo logarítmico $\text{LnBRV} = 2,6285 (\pm 0,2111) + 2,1684 (\pm 0,0634) \times \text{Ind}_{normal}$, por mostrar los parámetros significativos, menor valor de índice de Furnival y el estadístico de Durbin-Watson no significativo, obteniéndose las estima-

ciones de la biomasa de rama verde (*Anexo 1*). Este resultado difiere con los obtenidos por Benítez (2006), con el modelo $Pm = -1,39506 + 0,12428 \times d_{1,3}^2 + 0,01791 \times h^2$ en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst en la provincia de Camagüey.

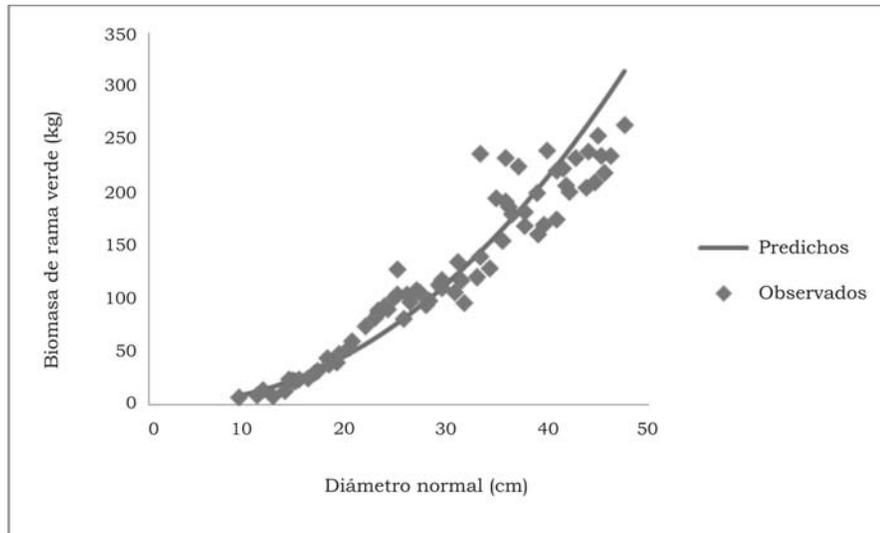


Figura 1. Modelo logarítmico ajustado a la biomasa de rama verde.

La Fig. 1 muestra el comportamiento del modelo logarítmico ajustado a la biomasa de rama verde.

Se destaca el agrupamiento de los valores observados a diferente diámetro normal.

TABLA 3
Estadísticos de validación y estimación de los parámetros del modelo logarítmico

A J U S T E	R ²		94,4	V A L I D A C I Ó N	R ²		95,0		
	R ² _{ajust}		94,3		R ² _{ajust}		94,9		
	DA		-1,96		DA		-0,43		
	EEE		±0,22		EEE		±0,20		
	EMA		0,1669		EMA		0,1632		
	CME		0,0480		CME		0,0384		
	D-W		1,65 NS		D-W		1,65 NS		
	P-valor		***		P-valor		***		
	Parámetros		a		-2,6285 ±0,2111 ***	Parámetros		a	-2,4822 ***
			b		2,1684 ±0,0634 ***			b	2,1173 ***

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

CONCLUSIONES

- El modelo de mejor ajuste para la estimación de la biomasa de ramas verde resultó: $\text{LnBRV} = 2,6285 (\pm 0,2111) + 2,1684 (\pm 0,0634) \times \text{Ind}_{normal}$.

BIBLIOGRAFÍA

- Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos, FAO. Roma, Vol. (2): 80 p
- Benítez, J.Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst de la provincia Camagüey. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Forestales. 221 p.
- CUPET 2013. Precio de los combustibles s/n Enersilva. 2013. La biomasa. [en línea] Disponible en: <http://enersilva.navegantes.info/biomasaenergetica.htm>. [Consulta 5 de Agosto 2013].
- FAO. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Estudio FAO. Montes 41. [en línea] Disponible en: www.fao.org/docrep/x5328s/X528500.htm [Consulta 21 de Agosto 2013]
- Furnival, G.M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science (CS)* 7(4): 337-341, diciembre.
- Guerra, C.W., Cabrera, A., Fernández, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (CU)* 37(1): 3-10.
- Hall, D. 1998. Sustitución de combustibles fósiles a sumideros de carbono. Las repercusiones del uso de la biomasa para el protocolo de Kyoto. *Actualidad Forestal Tropical ()*. OIMT. 6 (4): p 9-10.
- InfoStat. 2008. InfoStat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Kiviste, A.J., et al. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid. 190 p.
- Merino, A., et al. 2003. Biomasa aérea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. *Revista Investigación Agraria: Serie Sistemas y Recursos Forestales (ES)* 12(2): 85-98.
- Mogena, O., et al. 2007. Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal. 2006- 2015. Empresa Forestal Integral Bayamo. Cuba. 72 p.
- Prodan, M., et al. 1997. Mensura Forestal. Proyecto IICA/ GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. 561p.
- Resolución 242/09. 2009. Ministerio de Finanzas y Precios. Cuba.
- Software estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 sobre Windows. 1995.
- Torres, V., Ortiz, J. 2005. Aplicaciones de la modelación y simulación en la producción y alimentación de animales de granja. *Revista. Cubana. Cienc. Agric. Tomo 39. Número especial*
- Vidal, A.M., et al. 2013. Manual técnico para el pronóstico pre-tala de residuos del aprovechamiento forestal. Ministerio de la Agricultura. 21 p.

Anexo 1 Estimación de la biomasa de rama verde

$D_{1,30}$ (cm)	BRV (kg)	$D_{1,30}$ (cm)	BRV (kg)	$D_{1,30}$ (cm)	BRV (kg)	$D_{1,30}$ (cm)	BRV (kg)
9	8,47	19	42,79	29	107,03	39	203,48
10	10,64	20	47,82	30	115,20	40	214,96
11	13,08	21	53,16	31	123,69	41	226,79
12	15,80	22	58,80	32	132,50	42	238,95
13	18,79	23	64,75	33	141,65	43	251,46
14	22,07	24	71,01	34	151,12	44	264,31
15	25,63	25	77,58	35	160,92	45	277,51
16	29,48	26	84,47	36	171,06	46	291,06
17	33,62	27	91,67	37	181,53	47	304,95
18	38,05	28	99,19	38	192,34		

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

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Wilmer Toirac Arguelle

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

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 LA CAPACIDAD GERMINATIVA DE *HIBISCUS ELATUS* SW. EN CINCO LOCALIDADES DE GRANMA Y HOLGUÍN, CUBA

CAPACITY GERMINATIVE BEHAVIOR OF *HIBISCUS ELATUS* SW. IN FIVE LOCATIONS OF GRANMA AND HOLGUIN, CUBA

ING. LEYDIS SANTOS-CHACÓN, M.Sc. WILLIAM SANTOS-CHACÓN, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRÍN, M.Sc. ADONIS
SOSA-LÓPEZ Y TÈC. MARINA RODRÍGUEZ-GUERRA

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

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Granma, en el periodo comprendido entre febrero y junio de 2015 con el objetivo de evaluar el comportamiento de la capacidad germinativa en semillas de la especie *Hibiscus elatus* Sw. provenientes de las localidades Guaro, Yara, Nave de Semillas Bayamo, Bartolomé Masó y Banes, pertenecientes a las Empresas Forestales Integrales Granma, Holguín y Mayarí; se valoraron, además otros parámetros como el porcentaje de pureza, cantidad de semillas por kilogramo y plantas probables por kilogramo. Del estudio se obtiene que la localidad Bartolomé Masó constituye la de mejores resultados con respecto a la capacidad germinativa, reportando un 58 %, así como las plantas probables por kilogramo con 29 098, mientras que los demás aspectos evaluados resultaron similares a las restantes localidades.

Palabras claves: *Hibiscus elatus*, localidades, germinación, pureza, semillas.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la semilla es un concepto aplicable a diferentes propiedades de las mismas, entre otras, las relacionadas con su capacidad para dar lugar rápidamente a plántulas de crecimiento vigoroso y de aspecto normal [Peñuelas y Ocaña, 1996]. Esta determina resultados económicos a corto y a largo plazo, y también biológicos, ambientales, sanitarios y estéticos. Al mencionar resultados

ABSTRACT

The work was performed in Agro-Forestry Station Experimental Guisa, Granma in the period between february and june 2015 with the objective to evaluate the behavior of seed germination of the species *Hibiscus elatus* Sw. from the locations: Guaro, Yara, Bayamo Ship Seeds, Bartolomé Masó and Banes, belonging to the Integrated Forest Enterprises Granma, Holguin and Mayari; was also assessed other parameters such as percent purity, number of seeds per kilogram and probable plants per kg; in the study was obtained that the location Bartolomé Masó is the best in results respect to the germination capacity reporting a 58 percent and the probable plants kilograms with 29098; referring to other aspects evaluated were similar to the other locations.

Key words: *Hibiscus elatus*, locations, germination, purity, seed.

económicos a corto plazo se habla de la cantidad de material plantable, de la seguridad en las operaciones del vivero, en la racionalización de la semilla y en la evitación de resiembra. Cuando se habla de resultados económicos a largo plazo, estos involucran los incrementos de la masa, calidad de la madera o de los frutos y de los subproductos [Álvarez y Varona, 1988].

Para proporcionar plántulas sanas y vigorosas, las semillas no solo deben basarse en su capacidad germinativa, sino también deben completar su idoneidad genética, que se controla mediante la elección de la procedencia, por lo que se debe analizar las condiciones ambientales de los terrenos concretos donde se establecerá la repoblación y contrastarlos con los lugares de recogida [Peñuelas y Ocaña, 1996].

Según Fors (1947), la procedencia de la semilla es asunto de la mayor importancia. Señala que no es buena práctica recolectar de todos los árboles sin tener en cuenta sus condiciones y su estado, pues los árboles pueden estar enfermos, raquíuticos o defectuosos, o estar localizados en sitios que no reúnen condiciones favorables para la especie. La mejor semilla es la de árboles vigorosos de mediana edad, sin olvidar que la semilla es el portador genético, por lo que su procedencia es sumamente importante.

Hibiscus elatus Sw. (majagua azul) pertenece a la familia Malvaceae, nativa de Jamaica y Cuba [Acevedo y Strong, 2012]. Este taxón, como refiere Renda (2013), además de acumular hojarasca en la superficie del suelo; también aporta cantidades apreciables de nutrientes según la edad de las plantaciones. Se encuentra entre las relacionadas como sombra en sistemas agroforestales de cafetales y cortinas rompevientos [Calzadilla et al., 2013].

Según Betancourt (1987), esta especie proporciona madera preciosa, fácil de trabajar. Por sus características ha sido objeto de una tala indiscriminada, y por ello desde el triunfo de la Revolución ha estado contemplada en los planes de reforestación, siendo una de las más

plantadas [Zaldívar, 2008]. Su germinación en condiciones de laboratorio y de vivero es pobre y errática cuando no se aplican tratamientos pregerminativos [Montejo, 2012].

Los frutos son cápsulas ovoides, pentaloculares, miden entre 2 y 3 cm de largo y algo menos de diámetro. Cada fruto contiene numerosas semillas de color carmelita o pardusco, a veces casi negras, ligeramente tomentosas [Betancourt, 1987].

En la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa se realizan pruebas de laboratorio a las semillas procedentes de diferentes localidades enmarcadas en las Empresas Forestales Integrales Granma, Las Tunas, Holguín y Mayarí, con el fin de determinar parámetros que establecen su calidad para el uso en los planes de reforestación. Los resultados de germinación que se obtienen de forma general de esta especie son bajos, por lo que se utilizan semillas que no reúnen las condiciones óptimas para su reproducción.

El objetivo de la investigación consistió en evaluar el comportamiento de la capacidad germinativa de semillas de la especie *Hibiscus elatus* Sw. en cinco localidades de las provincias de Granma y Holguín.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, en el período comprendido de febrero a mayo de 2015, donde se evaluaron las semillas de *Hibiscus elatus* Sw. de diferentes localidades de las provincias de Granma y Holguín, como se muestra en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Localidades y fuente de origen de semillas de *Hibiscus elatus* Sw. que fueron sometidas a ensayos de laboratorio

No.	Localidad	Fuente de origen	EFI	Provincia
1	Bartolomé Masó	Plantación	Granma	Granma
2	Nave de semillas Bayamo	Plantación	Granma	Granma
3	Yara	Masa semillera	Granma	Granma
4	Banes	Área natural	Holguín	Holguín
5	Guaro	Área natural	Mayarí	Holguín

Los ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo la NC: 7104/1987:

Análisis de pureza, cantidad de semillas por kilogramo

Para la realización del análisis de pureza se determinó el peso de las submuestras (separando semillas puras e impuras) en una balanza con escala de 0,2 g-3000 g; seguidamente se calcularon los porcentajes que ambas partes representan del total luego de realizar el conteo de las semillas puras para determinar la cantidad de semillas por kilogramos (SK).

Prueba de corte

Se efectuó la prueba de corte a dos submuestras de 100 semillas, respectivamente, para determinar el porcentaje de semillas sanas, vanas y enfermas con la finalidad de establecer la composición porcentual de las semillas puras de acuerdo a su clasificación, que permita tener una idea aproximada de su estado de viabilidad; para ello se realizó el corte longitudinal de las semillas que componen la muestra y la observación del contenido para su clasificación.

Ensayo de germinación

El ensayo de germinación se realizó durante 60 días en el germinador al aire libre. Las semillas fueron colocadas en cajas germinadoras de madera, utilizando un sustrato formado por el 30 % de arena y 70 % de aserrín de pino fresco y grueso, colocando cuatro repeticiones de 100 semillas cada una, que fueron sometidas previamente a tratamiento pregerminativo de inmersión en agua por 3 h según lo establecido en el manual de semillas [INDAF, 1967]. El riego se realizó con una frecuencia diaria, de forma manual.

Plantas probables por kilogramo (PK)

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$PK = \frac{SK (SS)^2 CG}{100^3}$$

donde:

PK: Plantas probables por kilogramo

SK: Semillas por kilogramo

SS: Semillas sanas

CG: Capacidad germinativa

Los datos se procesaron mediante un ANOVA según el modelo de clasificación simple, con un nivel de significación de error del 5 %. Los tratamientos utilizados fueron las localidades, y las variables estudiadas (porcentaje de pureza y de germinación) se transformaron mediante arcoseno de la raíz cuadrada. Se utilizó el paquete estadístico Infostat 2012.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de pureza fue del 99 % en tres localidades (Yara, Nave de semillas Bayamo y Guaro), seguidas de Bartolomé Masó con el 98 %, resultando similares a los obtenidos por Rodríguez (2002), quien reporta valores superiores al 99 % en la misma especie; siendo menor en el caso de Banes con el 92 %.

En la *Tabla 2* se muestran los resultados del análisis realizado para esta variable, así como la cantidad de semillas por kilogramo de la especie por localidades, significando que la misma osciló entre 50 000 y 57 545, lo que se corresponde con lo obtenido por Álvarez y Peña (1980), quienes reportan un promedio de 53 684 semillas por kilogramo, aunque ligeramente superiores a los determinados por Betancourt (1987), quien afirma que un kilogramo de semillas de dicha especie contiene entre 45 000 y 55 000; dicho autor plantea además que para una misma especie y variedad no siempre hay correspondencia entre estos.

TABLA 2

Porcentaje de pureza y cantidad de semillas por kilogramo de la especie según la localidad

No.	Localidad	Porcentaje de pureza	Cantidad de semillas por kilogramo (SK)
1	Bartolomé Masó	98	54 773
2	Nave de semillas Bayamo	99	52 727
3	Yara	99	57 545
4	Banes	92	50 000
5	Guaro	99	52 227

La *Tabla 3* muestra los resultados de la prueba de Duncan, donde aparecen los cinco tratamientos (localidades). Las de Yara, Nave de semillas

Bayamo, Guaro y Bartolomé Masó no presentan diferencias significativas, aportando una media de pureza de 0,99 y 0,98, seguidas de Banes con 0,92.

Tabla 3. Prueba de Duncan para la variable pureza
Error: 0,0001 gl: 5

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Yara	0,99	2	0,01 a
Nave de semillas Bayamo	0,99	2	0,01 a
Guaro	0,99	2	0,01 a
Bartolomé Masó	0,98	2	0,01 a
Banes	0,92	2	0,01 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

La *Tabla 4* muestra los resultados referentes al porcentaje de semillas sanas, vanas y enfermas por localidades. Las de mejor comportamiento corresponden a la Nave de semillas Bayamo con el 96 % de semillas sanas, así como las pertenecientes a Guaro y Bartolomé Masó con el 95,5 %, seguidas de Yara con 94 %, y Banes con el 91,5 %, resultando superiores en todos los casos a los

obtenidos por Álvarez y Peña (1980), quienes refieren un 88,4 %, no así en el caso de las semillas vanas y enfermas, en que se obtuvieron valores en un rango entre el 1 y 4 %, y del 0,5 a 4,5 %, respectivamente, para las diferentes localidades, resultando por debajo de los obtenidos por dichos autores, quienes reportan valores del 6,8 % en el caso de las semillas vanas y el 4,7 % en las enfermas.

TABLA 4
Porcentaje de semillas sanas, vanas y enfermas por localidades

Localidades	Semillas sanas (%)	Semillas vanas (%)	Semillas enfermas (%)
Guaro	95,50	2,00	2,50
Bartolomé Masó	95,50	1,00	3,50
Nave de semillas Bayamo	96,00	3,50	0,50
Yara	94,00	3,50	2,50
Banes	91,50	4,00	4,50

En relación con la capacidad germinativa, los porcentajes de germinación obtenidos fueron 58 en la localidad de Bartolomé Masó, 55 en Yara y 41 en Guaro, resultando superiores en los dos primeros casos, y coincidiendo en el tercero con lo obtenido por Álvarez y Peña (1980), quienes obtuvieron una media del 41 %; sin embargo, resultan inferiores a los reportados por Rodríguez (2002), quien refiere valores por encima del 80 % utilizando otros tratamientos pregerminativos. En las restantes localidades se obtuvieron resultados más bajos: Banes, 29 %, y Nave de semillas Bayamo, 14 % (*Fig. 1*). Se-

gún Macías (1951), se presentan variaciones en la capacidad germinativa que con frecuencia obedecen a defectos en la semilla, falta de desarrollo del embrión, enfermedades, secado excesivo y edad, así como especies, estación, individuos y localidad.

En la *Tabla 5* se pueden observar los resultados del test de Duncan para las cinco localidades. Las semillas de Bartolomé Masó aportaron una media en la capacidad germinativa de 0,58, Yara 0,55, seguidas de Guaro con 0,41 y Banes 0,29. Por último, se reporta Nave de semillas Bayamo con 0,14, mostrando diferencias significativas.

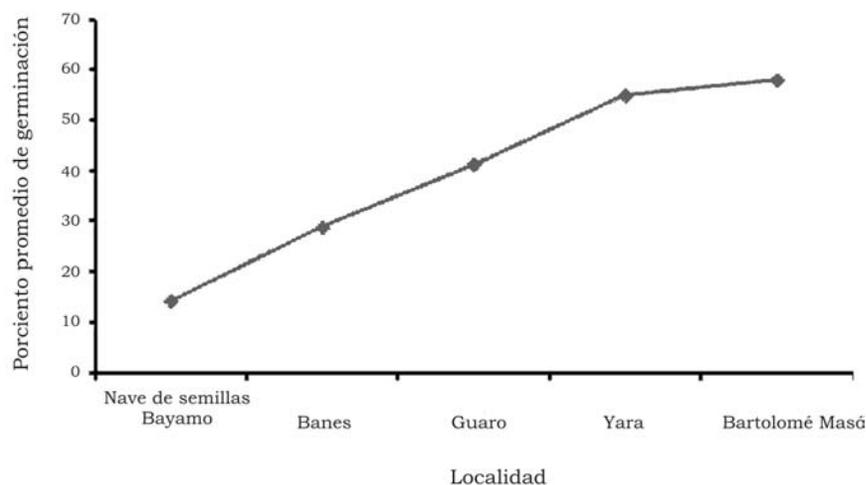


Figura 1. Capacidad germinativa a los 60 días, por localidades.

TABLA 5

Prueba de Duncan para la variable germinación

Error: 0.0003 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Bartolomé Masó	0,55	4	0,01 a
Yara	0,55	4	0,01 b
Guaro	0,41	4	0,01 c
Banes	0,29	4	0,01 d
Nave de semillas Bayamo	0,14	4	0,01 e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Las semillas de mejor comportamiento con respecto al porcentaje de germinación resultaron ser las procedentes de Bartolomé Masó, pertenecientes a la Empresa Forestal Integral Granma.

Referente a las plantas probables por kilogramo (PK), los resultados fueron de 29 098 en las semillas de la localidad de Bartolomé Masó, 24 826 en Yara y 19 648 en Guaro, siendo superiores a los de Álvarez y Peña (1980), quienes obtuvieron 17 218 para esta especie. En las restantes localidades los resultados fueron más bajos: 12 035 en Banes y 6924 en Nave de semillas Bayamo.

Como resultado se obtiene que la cantidad de plantas posibles a obtener por kilogramo de semillas tuvo mejor comportamiento en la localidad de Bartolomé Masó.

CONCLUSIONES

- Al evaluar el comportamiento de la capacidad germinativa de semillas de la especie *Hibiscus*

elatus Sw. en las localidades estudiadas, se evidenció que las provenientes de Bartolomé Masó alcanzan mejores resultados, reportando un 58 % de germinación, además de las plantas probables por kilogramo, con un valor de 29 098, mientras que el porcentaje de pureza y la cantidad de semillas por kilogramo estuvieron entre los más altos.

REFERENCIAS

- Acevedo, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Institution. Scholarly Press Smithsonian. Washington, D.C. USA. 1191p.
- Álvarez, A., Peña, A. 1980. Informe final del tema 010- 02 Tomo III. Comportamiento de las características que definen la calidad fisiológica de las semillas de cuatro especies forestales. La Habana. Centro de Investigación Forestal. 143 p.
- Álvarez, P.A., Varona, J.C. 1988. Silvicultura. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 354 p.
- Betancourt, B.A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 423 p.
- Calzadilla, E., et al. 2013. Sistemas agroforestales en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 107 p.

- Fors, A.J. 1947. Manual de selvicultura. La Habana. Ministerio de Agricultura. 323 p.
- INDAF. 1967. Manual de Semillas Forestales. . La Habana. Centro de Documentación y Capacitación del INDAF. 58 p.
- Macías Arellano, L. 1951. Reforestación. Teoría y práctica. México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 130 p.
- MINAG NC 7104. 1987. Silvicultura. Semillas Forestales. Métodos de Ensayo. Unidad Impresora CEN. 8 p.
- Montejo Valdés, L., Sánchez, J.A. 2012. Efecto de los tratamientos de semilla, la procedencia y el riego en el establecimiento de *Hibiscus elatus*. Pastos y Forrajes [online], vol.35, N0. 3 [citado 2015-05-4], pp. 247-273. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php>. ISSN 0864-0394.
- Peñuelas, J.L., Ocaña, L. 1996. Cultivo de planta forestal en contenedor. Madrid. Ediciones Mundi – Prensa. 180 p.
- 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.
- Rodríguez, A. 2002. Influencia del tamaño del envase y tipo de sustrato en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en tubetes. 67 p. Trabajo de diploma (en opción al título de Ingeniera Agrónoma). Universidad de Pinar del Río.
- Zaldívar, A., Aldana, E., Zaldívar, Y. 2008. Tabla de densidades y clasificación de sitios para la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell en la provincia de Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa (CU) 27(2): 21-27, julio-diciembre.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Leydis Santos Chacón

Ingeniera Química, especialista I para la Ciencia, Innovación y el Desarrollo en la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, profesora asistente adjunta a la universidad de Granma, ha trabajado en producciones azucareras, industrias locales e investigaciones forestales, participando en diferentes proyectos de investigación y servicios científico-técnicos relacionados con la certificación de semillas forestales.

BIOMASA Y CARBONO RETENIDO EN UNA FINCA FORESTAL DEL CORREDOR XEROFÍTICO, GUANTÁNAMO, CUBA

BIOMASS AND RETAINED CARBON IN A FOREST FARM OF THE XEROPHYTIC RUNNER, GUANTÁNAMO, CUBA

DRA.C. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ,¹ DR.C. WILMER TOIRAC-ARGUELLES,¹ DRA.C. ORLIDIA HECHAVARRIA-KINDELÁN,² ESP. VÍCTOR M. FUENTES-ÚTRIAS,¹ DR.C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS² Y M.SC. ABILIO OFARRIL-COOLEBROOK²

¹ Instituto de Investigaciones Agroforestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, Cuba, eefbaracoa@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

RESUMEN

Se cuantifica el aporte en retención de carbono de las plantaciones existentes en la Finca Forestal Integral 2, perteneciente a la Empresa Agro-Forestal Guantánamo. Se levantaron parcelas temporales de muestreo de 375 m² en plantaciones de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth, *Albizia lebbbeck* (L.) Benth, *Coulleria linnaei* (Griseb.) Acev.-Rodr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.; se midieron las alturas y los diámetros de todos los árboles a 1,30 m sobre el nivel del suelo y se calculó la altura media, diámetro medio y el volumen. Posteriormente se cuantificó el carbono retenido por componentes. Se concluye que el carbono retenido asciende a 232,70 t, reflejadas en su mayor cuantía en los suelos, con un estimado de 216,94 t, resultando *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Albizia lebbbeck* (L.) Benth las especies que obtuvieron los mayores valores en la estimación de la biomasa total, por componentes y carbono total.

Palabras claves: biomasa, carbono, mitigación, plantaciones, Cuba.

ABSTRACT

The contribution is quantified in carbon retention of the existent plantations in the Forest Integral Farm. 2, belonging to the Agroforestry Enterprise Guantánamo. Temporary sample parcels of sampling of 375 m² rose in plantations of *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth, *Albizia lebbbeck* (L.) Benth, *Coulleria linnaei* (Griseb.) Acev.-Rodr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., the heights and the diameters were measured from all the trees to 1,30 m on the level of the floor, you calculation the half height and height diameter and the volume. Later the carbon quantified retained by components. Concludes that the retained carbon ascends 232,70 t of carbon, reflected in the its biggest quantity in the soil, with a dear of 216,94 t, being *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit. and *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. the species that obtained the biggest values in the estimate of the total biomass, for components and retained total carbon.

Key words: biomass, carbon, mitigation, plantations, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación de los impactos causados por las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, así como de otros problemas que afectan de manera global a todo el planeta, han generado debates en donde se ha tratado la importancia y el potencial uso de los bosques para la reten-

ción de carbono, reconociéndose la importancia de los mismos como un medio para mitigar las emisiones de GEI causantes del cambio climático, cuya concentración, según IPCC (2013), ha ido aumentando a niveles sin precedentes, en particular las del dióxido de carbono (CO₂), que han aumentado en un 40 % desde la era

preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo.

Para contrarrestar estas emisiones, múltiples instituciones nacionales y organizaciones globales desarrollan planes para preservar áreas naturales, mejorar el manejo forestal y establecer plantaciones que propicien el almacenamiento de carbono por períodos prolongados.

Dado que la captura de carbono atmosférico mediante prácticas de manejo del bosque está en función de la acumulación y almacenamiento del mismo en la biomasa vegetal (materia orgánica que existe en un ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo), cualquier actividad que tenga un efecto positivo sobre la capacidad de un área dada para almacenar y capturar carbono, podría ser considerada potencialmente como una opción para reducir CO₂ de la atmósfera [Pimienta *et al.*, 2007].

Tomando en consideración que la importancia de los bosques no solo radica en los productos de la madera, sino también en su potencial de reducir las consecuencias negativas del efecto invernadero a través de la fijación del carbono,

proceso que representa actualmente un servicio ambiental, y por tanto, constituye una alternativa para el manejo de recursos naturales encaminada al desarrollo sustentable y también para la obtención de algún bien para los propietarios de tales recursos. El presente trabajo centra su objetivo en la estimación de la biomasa total y carbono retenido en una Finca Forestal Integral de la Empresa Agro-Forestal (EAF) Guantánamo, que se encuentra en el corredor xerofítico de la provincia de Guantánamo como una contribución a la mitigación de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se consideraron las plantaciones forestales presentes en la Finca 2, perteneciente a la EAF Guantánamo. Esta finca se encuentra ubicada en el Consejo Popular Paraguay, en la franja costera sur del corredor xerofítico de la provincia de Guantánamo, limitando al norte con la carretera que conduce a San Antonio del Sur, al sur con la Finca 4, al este con la Finca 1 y al oeste con áreas cañeras pertenecientes al Ministerio del Azúcar [Toirac *et al.*, 2013].

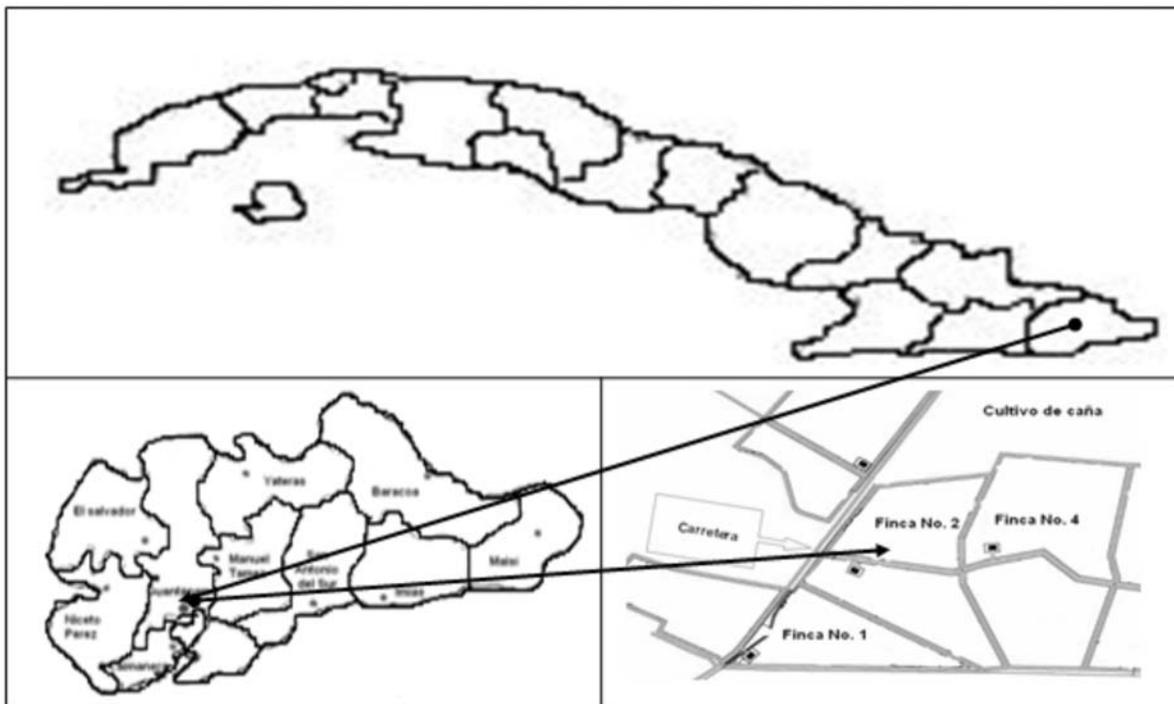


Figura 1. Ubicación del área experimental.

La superficie total de la Finca 2 es de 30,72 ha, de las cuales se dedicaron a plantaciones forestales 14 ha. Como antecedente es conocido que en esta zona se explotaron los cultivos de caña y algodón en su generalidad, y estos fueron extinguiéndose producto al mal manejo y el incremento de la salinidad de los suelos.

La topografía del territorio presenta un relieve bajo y llano en su totalidad, lo que provoca inundaciones en período de intensas lluvias. El suelo existente en el área se clasifica según Sánchez (2008) como aluvial (fluvisol), diferenciado, sobre material transportado, carbonatado, medianamente profundo (20-50 cm), medianamente humificado (2,1-4,0 %), poca erosión, medianamente salino, textura arcilla, 30 cm de profundidad efectiva, topografía casi llano (1,1-2,0 %), drenaje superficial moderado y el interno de moderado a deficiente.

Metodología utilizada

Para estimar la retención de carbono en las plantaciones forestales presentes en la finca se levantaron parcelas de 375 m² (25 x 15). Para ello se realizó un muestreo al 3 % según Norma Ramal 595 (1982), que permitió definir el número de parcelas a establecer para cada especie. Se midieron en su totalidad los árboles encontrados en las parcelas donde se midieron las variables diámetro (a la altura del pecho o a 1,30 m del suelo) y altura total. Se calculó el diámetro medio y la altura media para calcular el volumen de la parcela mediante la fórmula propuesta según Norma Ramal 595 (1982). Para el levantamiento del área y toma de los datos dasométricos se utilizó la cinta métrica de 50 m, cinta diamétrica, brújula, GPS, machete e hipsómetro Suunto. En la *Tabla 1* se relacionan las especies arbóreas evaluadas en la presente investigación.

TABLA 1
Especies evaluadas

Nombre común	Nombre científico	Edad (años)
Soplillo	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	12
Albizia	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	12
Yarúa	<i>Coulteria linnaei</i> (Griseb.) Acev. Rodr.	9
Algarrobo	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	9

La información registrada se utilizó para estimar la biomasa y retención de carbono siguiendo la metodología descrita por Mercadet y Álvarez (2009). Todos los datos obtenidos fueron procesados con un fichero confeccionado en Microsoft Office Excel 2003 y siguiendo los siguientes pasos:

Carbono retenido en la biomasa

Se realizó la conversión del volumen de madera en pie a biomasa del fuste, empleando la densidad de la madera seca reportada por especies por Álvarez (2010).

$$\text{BMF (t)} = \text{Volumen (m}^3\text{)} \times \text{Densidad básica de la especie (kg/m}^3\text{)} / 1000 \quad (1)$$

La biomasa correspondiente a las ramas y follaje (biomasa aérea) se calculó utilizando el factor de expansión de la biomasa (FEB), la que tendrá como valor mínimo 1,74 y máximo 3,00 [Segura, 2001], quedando:

$$\text{BMA (t)} = \text{BMF (t)} \times \text{FEB (FEB} = e^{(3,213-0,506 \ln \text{BMF})} \quad (2)$$

La biomasa de las raíces (BMR) se estimó multiplicando la biomasa aérea por el valor por defecto 0,3 [Loguercio, 2002]:

$$\text{BMR (t)} = \text{BMA} \times 0,3 \quad (3)$$

La biomasa total (BMT) fue calculada como la suma de los siguientes componentes:

$$\text{BMT (t)} = \text{BMA (t)} + \text{BMR (t)} \quad (4)$$

El carbono retenido en la biomasa (CRB) se calculó utilizando la fracción de contenido de carbono en la madera (FCCM), determinada para las condiciones de Cuba por Mercadet *et al.* (2011):

$$\text{CRB (t)} = \text{BMT (t)} \times \text{FCCM} \quad (5)$$

Esta operación (1, 2, 3, 4, 5) se realizó por parcela para cada especie, y para el carbono total retenido en la biomasa total de cada parcela (CRBTP) se promediaron los valores de todos los árboles.

Carbono retenido en los suelos

El cálculo del carbono retenido en el suelo (CRS) fue realizado de la siguiente forma:

$$\text{CSP (t)} = \text{Superficie (ha)} \times \text{CRSBT (t/ha)} \quad (6)$$

donde CRSBT es el valor promedio de carbono en el suelo, para los bosques tropicales (123 t/ha) para las latifolias [Bolin y Sukamar, 2000].

Carbono retenido en la necromasa

La necromasa (NM) se estimó multiplicando la superficie de la plantación por el valor por defecto 18,2 [Harmon *et al.*, 2001]:

$$NM (t) = \text{Superficie (ha)} \times 18,2 (t/\text{ha}) \quad (7)$$

El carbono contenido en la necromasa se obtuvo al multiplicar la NM por el FCCM de la especie.

$$CNM (t) = NM (t) \times \text{FCCM} \quad (8)$$

El carbono total retenido (CTR) para cada especie estuvo dado por la suma de las operaciones (5, 6, 8) en cada parcela evaluada.

Conversión del carbono calculado a carbono equivalente (CO₂e)

Para calcular cuánto representó el carbono retenido, en toneladas de CO₂ removido de la atmósfera, se multiplicó por 44/12 (3,67 tCO₂), que es la relación existente entre el peso total de la molécula de CO₂ (44) y del átomo de carbono (12) [Ramírez y Gómez, 1999].

Análisis estadísticos

Se determinaron los estadígrafos de posición (media) para el diámetro medio y la altura media del componente arbóreo, los estadígrafos de posición (media) y de dispersión (varianza, desviación estándar y coeficiente de variación), para la biomasa total y sus componentes, carbono de la biomasa y carbono total. Se aplicó un análisis de varianza con un test de comparación de medias (Duncan) con un nivel de significación del 5 %, para comparar la biomasa total y por componentes, utilizándose como unidad de muestreo cada uno de los individuos de las especies plantadas en la finca. Se utilizó el programa estadístico InfoStat (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se observa que la especie de mayor diámetro medio fue *Albizia lebbeck* (L.) Benth; sin embargo, la especie de mayor incremento medio anual resultó *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. La especie antes mencionada fue la que mostró mayor altura media, así como el mayor incremento medio anual.

TABLA 2

Diámetro medio, altura media e incrementos medio anuales (IMA) por especies

Especie	Diámetro medio (cm)	Altura media (m)	IMA	
			Diámetro medio	Altura media
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	10,26	4,68	1,14	0,52
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth.	11,53	4,39	0,96	0,37
<i>Coulteria linnaei</i> (Griseb.) Acev.-Rodr.	5,60	3,68	0,62	0,41
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	6,38	3,78	0,53	0,32

La *Tabla 3* muestra que *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Albizia lebbeck* (L.) Benth obtuvieron los mayores resultados en la estimación de la biomasa total, por componentes y carbono total retenido; sin embargo, es de esperarse que la *Albizia lebbeck* supere a la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., pues estos valores son alcanzados por esta especie a los nueve años de edad, a diferencia de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., que tenía 12 años. Estos resultados están en consonancia con lo planteado por De Camino *et al.* (2002), quienes atribuyen que las variaciones de carbono entre diferentes especies pueden ser atribuidas a diferencias en la edad o la calidad de sitio.

En el caso de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., según Zárate (1987) es una especie de rápido crecimiento que crece en una amplia variedad de suelos, siempre y cuando sean bien drenados, y los suelos donde se encuentra establecida esta especie, según Sánchez (2008), son de drenaje superficial o moderado, características estas que pueden influir en los incrementos medio anuales de la especie en altura y diámetro, casi paralelo al de *Albizia lebbeck* (L.) Benth, que al contrario de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., según Bentham (1844), es una especie de crecimiento moderado que puede desarrollarse en una gran variedad de suelos, en lugares donde hay largas sequías

intermedias, por lo que puede considerarse que las condiciones de suelo en que se desarrolla esta especie en la Finca 2 de Paraguay son

más benignas para esta especie, lo que en un futuro le puede permitir aumentar su ritmo de crecimiento.

TABLA 3
Estimación de la biomasa total y carbono retenido

Especies	Componentes	Estadígrafos			
		Media	S ²	S	CV
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Biomasa fuste (t)	0,01	9,8 E-07	9,9 E-04	9,71
	Biomasa aérea (t)	0,02	2,9 E-6	1,7 E-03	9,53
	Biomasa raíces (t)	0,01	2,5 E-07	4,9 E-04	9,25
	Biomasa total (t)	0,02	4,8 E-06	2,2 E-03	9,47
	Carbono Biomasa (t)	0,01	1,1 E-6	1,1 E-03	9,87
	Carbono total (t)	4,94	1,1 E-6	1,1 E-03	0,02
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	Biomasa fuste (t)	0,01	3,6 E-06	1,9 E-03	18,63
	Biomasa aérea (t)	0,02	1,1 E-05	3,2 E-03	18,33
	Biomasa raíces (t)	0,01	9,7 E-07	9,8 E-04	18,8
	Biomasa total (t)	0,02	1,8 E-05	4,2 E-03	18,0
	Carbono Biomasa (t)	0,01	4,0 E-06	2,0 E-03	18,85
	Carbono total (t)	4,94	3,8 E-06	2,0 E-03	0,04
<i>Coulteria linnaei</i> (Griseb.) Acev.-Rodr.	Biomasa fuste (t)	0,0024	9,8 E-07	9,9 E-04	41,25
	Biomasa aérea (t)	0,0042	2,6 E-06	1,6 E-03	39,19
	Biomasa raíces (t)	0,0013	2,5 E-07	4,9 E-04	39,60
	Biomasa total (t)	0,01	4,5 E-06	2,1 E-03	39,28
	Carbono Biomasa (t)	0,0028	1,1 E-06	1,1 E-03	38,57
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	Carbono total (t)	4,96	1,1 E-06	1,1 E-03	0,02
	Biomasa fuste (t)	0,0029	4,7 E-07	6,9 E-04	24,05
	Biomasa aérea (t)	0,0050	1,4 E-06	1,2 E-03	24,15
	Biomasa raíces (t)	0,0015	1,4 E-07	3,7 E-04	25,01
	Biomasa total (t)	0,01	2,6 E-06	1,6 E-03	25,02
	Carbono Biomasa (t)	0,0032	6,2 E-07	7,9 E-04	24,36
Carbono total (t)	4,96	6,1 E-07	7,8 E-04	0,02	

S²: Varianza

S: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

La especie que mostró valores superiores en cuanto a la biomasa del fuste fue *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (Tabla 4); sin em-

bargo, la *Albizia lebbbeck* (L.) Benth la supera en los demás componentes, así con el carbono retenido en la biomasa.

TABLA 4
Estimación de la biomasa total y carbono retenido a nivel de individuos

Especie	Componentes (media) en toneladas (t)				
	B. fuste	B. aérea	B. raíces	B. total	C. biomasa
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	0,02 ±0,0035 a	0,03 ±0,01 a	0,01 ±0,0018 a	0,04 ±0,01 a	0,02 ±0,0036 a
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	0,01 ±0,0026 b	0,05 ±0,01 b	0,02 ±0,0017 b	0,07 ±0,01 b	0,03 ±0,0035 b
<i>Coulteria linnaei</i> (Griseb.) Acev.-Rodr.	0,01 ±0,004 c	0,01 ±0,01 c	0,003 ±0,0021 c	0,01 ±0,01 c	0,01 ±0,0042 c
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	0,01 ±0,0026 c	0,01 ±0,045 c	0,004 ±0,0013 c	0,02 ±0,01 c	0,01 ±0,0027 c

A partir de la evaluación realizada en las diferentes parcelas establecidas en la Finca 2 de Paraguay, se determinó el carbono total

retenido por las plantaciones de las especies evaluadas y para los diferentes componentes (Tabla 5).

TABLA 5
Carbono retenido por las especies evaluadas

Especies	Área (ha)	Carbono en los diferentes componentes (t)			Carbono total (t)
		B. total	Necrom.	Suelo	
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	2,5	0,15	4,44	64,58	69,17
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	3,5	0,13	3,90	56,89	60,92
<i>Coulteria linnaei</i> (Griseb.) Acev.-Rodr.	2,0	0,03	3,59	48,43	52,05
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth	6,0	0,03	3,49	47,05	50,57
Total	14,0	0,34	15,42	216,94	232,70

B. total: Biomasa total

Necrom.: Necromasa

En su conjunto, las especies retienen unas 0,34 t de carbono en la biomasa total, mientras la necromasa retiene aproximadamente 15,42 t. La mayor retención se obtuvo en el suelo, con un estimado de 216,94 t, lo cual está en consonancia con lo planteado por Jandl (2003), quien refiere que los suelos son considerados como los mayores depósitos de carbono en los ecosistemas terrestres y que contienen cuatro veces la cantidad de carbono que la vegetación.

Se ha estimado que las plantaciones forestales de la Finca 2 han originado una absorción de 232,70 t de carbono, contribuyendo con ello a disminuir el exceso CO₂ de la atmósfera, reflejado este tributo en 854,01 t CO₂ equivalente no emitidas a la atmósfera. Estos resultados permiten validar el criterio universal de que los bosques son sumideros naturales de carbono, como lo han defendido Alfaro (1997), Pardos (1999) y Brown (2002), quedando demostrada la importancia de las especies forestales por su aporte a la retención de carbono.

CONCLUSIONES

- El componente forestal retiene 232,70 t de carbono, en su mayor cuantía en los suelos con un estimado de 216,94 t.
- Las especies que obtuvieron los mayores valores en la estimación de la biomasa total, por componentes y carbono total retenido, fueron *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Albizia lebbbeck* (L.) Benth.
- Los resultados sobre la cantidad de carbono retenido demuestran la incidencia en su conjunto que tienen el crecimiento de la es-

pecie, el suelo, la densidad básica de la madera, la cantidad de árboles en la parcela y la fracción de carbono, los cuales deben tenerse en cuenta para mayor retención de carbono por las especies forestales que se consideren plantar en las fincas.

- Los resultados muestran que las especies evaluadas en la Finca 2 de Paraguay contribuyen a la mitigación del cambio climático a través de la retención de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas forestales. *Forestal Centroamericana* (CR) 19(6): 9-12.
- Álvarez, A. 2010. Preparación de la versión 3.0 del sistema SUMFOR: Densidad de la madera. Informe Final de Resultado, 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. 20 p.
- Bentham, G. 1844. *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. *Hooker's London Journal of Botany* (GB) 3(87): 153-57.
- Bolin, B., Sukumar, K. 2000. En: Kanninen, M. 2001. Bosques tropicales y ciclo de Carbono. CATIE. Curso Internacional "Proyecto de Cambio Climático en los Sectores Forestal y Energético. Oportunidades de Desarrollo para los países Latinoamericanos". CATIE-PNUD, Costa Rica, 24-28 septiembre.
- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution* 116: 363-372 [en línea]. Disponible en: <http://www.winrock.org/ecosystems/files/2002ForestCarbon.pdf> [Consulta: 10 de marzo 2010].
- De Camino, R.V., Alfaro, M.M., Sage, L.F.M. 2002. Teak (*Tectona grandis*) in Central America, Forest Plantations Working Papers. Roma, Italia. FAO. 64 p.
- Harmon, M.E., Krankina, O.N., Yatskov, M., Matthews, E. 2001. Predicting broadscale carbon stores of woody detritus from plot-level data. p. 533-552. En: Lal, R., Kimble, J., Stewart, B.A. *Assessment Method for Soil Carbon*, CRC Press, New York.

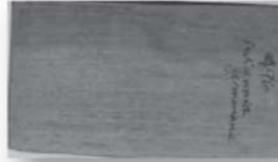
- InfoStat, versión 2012. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2013. Resumen para responsables de políticas. En: Stocker, T.F., Qin, D., Gian-Kasper, P., Tignor, M.M.B., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Jandl, R. 2003. Secuestro de carbono en bosques. El papel del suelo. *Forestal Iberoamericana (VE)* 1 (1): 57-62.
- Loguercio, G.A. 2002. Fijación de carbono: Un beneficio adicional para proyectos forestales en Patagonia. *Patagonia Forestal (AR)* 8 (2): 45.
- 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., Fernández, L., Volpedo, A. Efecto de los cambios globales sobre el ciclo del carbono. RED CYTED 406RT0285. Efecto cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica. p. 107-118.
- Mercadet, A., Álvarez, A., Escarré, A., Ortiz, O. 2011. Coeficientes de carbono y nitrógeno en la madera y corteza de especies forestales arbóreas cubanas [en línea]. Disponible en: http://bva.fao.cu/pub_doc/Reposit/cuf0337s.pdf [Consulta: 30 de abril 2012].
- Normal Ramal 595. 1982. Tratamientos silviculturales. Cuba. Ministerio de la Agricultura. 25 p.
- Pardos, J.A. 1999. Ante un cambio climático: papel de los montes arbolados y los productos forestales en la retención del carbono. *Investigación Agraria: Sistema de Recursos Forestales: fuera de serie (ES)* 1: 93-99, diciembre.
- Pimienta, Dorian de J., *et al.* 2007. Estimación de biomasa y contenido de carbono de *Pinus cooperi* Blanco, en Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y Bosques (MX)* 13 (1): 35-46.
- Ramírez, O.A., Gómez, M. 1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. *Forestal Centroamericana (CR)* (27): 17-22, julio-septiembre.
- Sánchez, R. 2008. Informe de suelo realizado a tres Fincas Forestales Integrales (1, 2, 3) de Paraguay, Guantánamo. Centro Provincial de Suelos, Guantánamo, Cuba. 10 p. (Inédito).
- Segura, M. 2001. Estimación de carbono en ecosistemas tropicales: los aportes de modelos de biomasa. Curso Internacional Proyecto Cambio Climático en los Sectores Forestales y Energético: Oportunidades de desarrollo para países latinoamericanos (CATIE-PNUD, 24-26 septiembre: Turrialba) Costa Rica.
- Toirac, W., *et al.* 2013. Respuesta de la aplicación de la técnica de forestería análoga en Fincas Forestales Integrales, Guantánamo, Cuba. Tercer Congreso Latinoamericano de IUFRO (CATIE, 12-15 junio: San José) Costa Rica. 8 p.
- Zárate, S. 1987. Revisión del género *Leucaena* en México. *Anales del Instituto biología, UNAM. Serie Botánica (MX)* 65 (2): 83-162.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Arlety Ajete Hernández

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

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 laguna 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 muy caducas.

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 colenquima.

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.

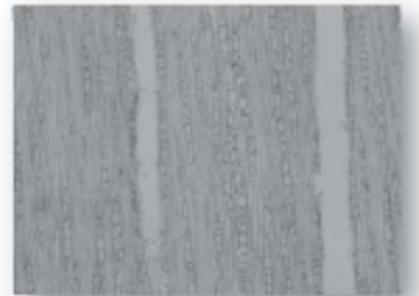
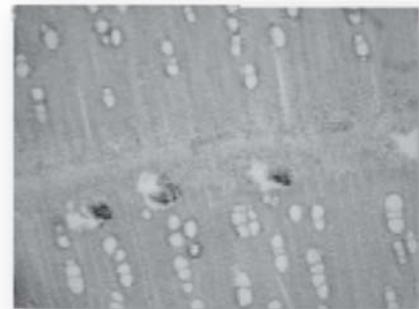
φ (μm): 17

Grosor de pared (μm): 6

Longitud (μm): 650-1030

E. Caracteres especiales:

Floema incluido de tipo concéntrico.



XILOTECA Y ESPERMOTECA: HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS PARA EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD FORESTAL

WOOD COLLECTION AND SEED COLLECTION: DIDACTIC TOOL FOR FOREST BIODIVERSITY STUDY

M.Sc. GARDENIS MERLAN-MESA,¹ M.Sc. LILIANA CABALLERO-LANDÍN,¹ M.Sc. MARÍA M. MARTÍNEZ-FLORES¹
Y DRA. KATIA MANZANARES-AYALA²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Placetas. Finca Victoria Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba, placetas@forestales.co.cu

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

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue disponer de colecciones biológicas como vías para el estudio y conservación de la biodiversidad como material de apoyo en los estudios científico-técnicos de maderas. Se utilizaron las colecciones biológicas vivas y preservadas de la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas. Fueron realizadas acciones de capacitación a través de clases, charlas, talleres relacionados con temas forestales y medioambientales, y recorridos por áreas de la estación. Como resultados se conformaron una Xiloteca y una Espermoteca en la Empresa Agro-Forestal Villa Clara, permitiendo la socialización de las colecciones hacia diferentes públicos, alta motivación por la carrera Forestal y mayor vinculación entre investigadores y técnicos de la Estación con los trabajadores de la empresa, niñas, productoras y otros usuarios del bosque.

Palabras claves: colecciones botánicas, biodiversidad, capacitación, Xiloteca, Espermoteca.

INTRODUCCIÓN

La Cumbre de la Tierra, celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992, reconoció la necesidad mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano, según criterios de sostenibilidad o sustentabilidad promulgados en el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica que fue aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1992 [Harrison y col., 2006].

ABSTRACT

The objective of the work was to prepare biological collections as a way to the study and conservation of the biodiversity like support material in the scientific-technical studies of wood. The alive and preserved biological collections of the Placetas's Agroforestral Experimental Station were used. Training actions were carried out through classes, chats, workshops related with forest and environmental subjects and journeys by station's areas. As results a was conformed in the Villa Clara's Agroforestral Enterprise, allowing the socialization of the collections toward different publics, high motivation for the career forest and bigger linking between researchers and technicians of the Station with the workers of the Enterprise, children, producers and other forest's users.

Key words: botanical collections, biodiversity, training, wood collection, seed collection.

El desconocimiento de la diversidad biológica es una de las principales causas que ha dificultado un avance más veloz en materia de protección, manejo y uso sustentable de la biodiversidad a nivel mundial.

En este sentido, es particularmente importante incrementar nuestros conocimientos sobre los ecosistemas, especies y variedades; sobre las fuentes de estos conocimientos, incluyendo los

tradicionales; sobre las formas actuales de uso de los recursos naturales renovables y su impacto; y sobre las prácticas idóneas de aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Por otro lado, es necesario fortalecer las labores de inventario, organización de colecciones científicas y seguimiento sistemático, ya que son las principales fuentes que documentan nuestro conocimiento sobre la diversidad biológica.

Las colecciones biológicas comprenden el conjunto de ejemplares vivos o conservados representativos del entorno natural (plantas, animales o partes de ellos), utilizados para el estudio o la investigación; son recopilaciones de muestras biológicas preservadas que, junto con los Jardines Botánicos, representan acciones de conservación *ex situ* de los recursos genéticos forestales [Heyer *et al.*, 2001].

«La conservación de la diversidad biológica de nuestros ecosistemas depende de la incorporación de la población, de toda la comunidad» [Hill, 2000], y esta premisa es reconocida por cientos de grupos extensionistas y decisores.

La Educación Ambiental, (*EA Swiss Art*) se define como «un proceso continuo y permanente; es el resultado de una reorientación y articulación de diversas disciplinas y experiencias educativas que facilitan la percepción integral del medio ambiente, haciendo posible una acción más racional y capaz de responder a las necesidades sociales, proceso educativo orientado a lograr la participación del ciudadano en la protección del medio ambiente» [CITMA, 1997].

Se sabe que la extensión forestal es un proceso que debe usar los instrumentos apropiados para diseminar, formar, motivar y transferir los resultados de la investigación, de la ciencia y la tecnología a los productores con el fin de aprovechar al máximo su potencial productivo.

Cuba no queda desligada de la situación ambiental a nivel mundial, y comprende, desde el primer momento, la necesidad de atender como una prioridad los problemas relacionados con el medio ambiente. Para ello se establecen las regulaciones indispensables para lograr este objetivo y adoptar las disposiciones que aseguren su estricto cumplimiento, así como incrementar la labor educativa encaminada a que las masas participen activamente en su cuidado y protección [Santos, 2003].

Existe la necesidad de explotar las potencialidades con que cuenta la estación, el poco conocimiento o dominio de la actividad forestal en función de la educación de los nuevos ingenieros y técnicos forestales que hoy se gradúan en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Las Villas (UCLV) y de los Institutos Politécnicos Agropecuarios (IPA) de la provincia, fomentar la cultura forestal en las nuevas generaciones, productores, directivos y otros usuarios del bosque, lo que justifica disponer de colecciones botánicas como una valiosa herramienta didáctica metodológica para el estudio de la diversidad forestal, actualmente amenazada por la deforestación, la sequía, los incendios, las tormentas severas y los efectos del cambio climático. El objetivo del trabajo es disponer de una xiloteca y espermoteca como herramienta didáctica en los estudios científico-técnicos de maderas potencialmente comerciales o no, para docentes, investigadores, estudiantes, empresarios y otros usuarios del bosque.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización del área de estudio

El trabajo se realizó en áreas de la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas (EEAFP) y en la Empresa Agro-Forestal Villa Clara (EAFVC).

La EEAFF radica en la finca Victoria (conocida como finca Díaz Cuevas), ubicada en el caserío Oliver, municipio de Placetas, provincia de Villa Clara (*Fig. 1*).



Figura 1. Localización de la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas (EEAFP).

El potencial humano está compuesto por 31 trabajadores, dentro de ellos 14 técnicos. Posee en su patrimonio colecciones vivas distribuidas en un pequeño monte natural, representativo de la formación forestal semicaducifolio sobre

suelo calizo; un jardín de variedades forestales (*arboretum*), cuatro jardines de variedades de frutales y una colección de maderas (Xiloteca) con 91 piezas, en el que están presentes 33 familias, 73 géneros y 91 especies [Merlan *et al.*, 2013].

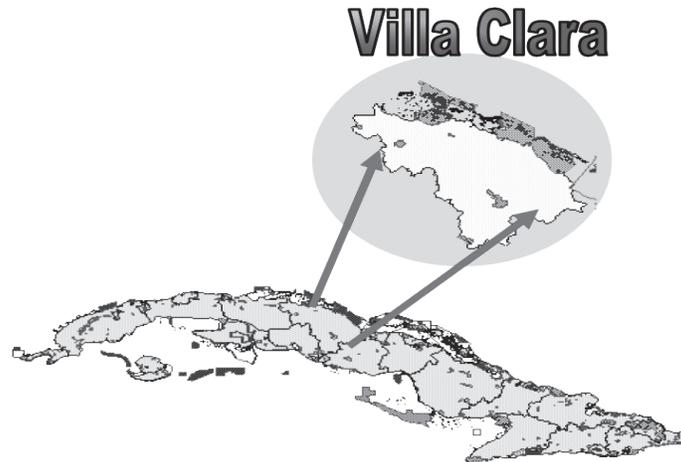


Figura 2. Localización de la Empresa Agro-Forestal Villa Clara (EAFVC).

La Empresa Agro-Forestal Villa Clara (*Fig. 2*) pertenece al Grupo Agro-Forestal. Posee una superficie total de 54 193,9 ha, ubicada en la región central de Cuba, provincia de Villa Clara. Tiene en su objeto social el fomento y manejo de los bosques, el procesamiento industrial y la comercialización interna y externa de sus productos.

Metodología

Tomando como referencia la Xiloteca de la EEAFF y dado el interés manifestado por especialistas del Departamento de Silvicultura de la EAFVC, se creó en esta instalación una colección de especímenes según la metodología de Velásquez (2008). Previo a ello se inventariaron, podaron, señalaron y sanearon los individuos de las colecciones vivas ubicadas en la estación.

Las muestras de maderas tomadas se señalaron y colocaron en exposición en el salón del Departamento de Silvicultura de la EAFVC. Para la taxonomía se manejó la representación, denominación, clasificación por familias y categorías.

Conjuntamente, y anexo a ella, se preparó una colección de semillas (Espermoteca) en el que se utilizaron envases de cristal (frascos con tapas y placas Petri), siguiendo la metodología descrita por Gold *et al.* (2004). Las muestras de semillas fueron tomadas de la nave de semillas de la EAFVC o recolectadas en los árboles con

frutos de los que se cortaron las muestras de maderas.

Todas las muestras (Xiloteca y la Espermoteca) fueron codificadas según el código de la Xiloteca Julián Acuña, del INAF.

Los datos relacionados con la clasificación, según el uso de las especies presentes en la Xiloteca, fueron analizados mediante estadística descriptiva, y la comparación de las medias se realizó con el empleo de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para un 0,05 % de confiabilidad. Para ellos se empleó el programa estadístico SPSS versión 2.1.

Las actividades de capacitación se realizaron en áreas de la EEAFF y en el local de la EAFVC (Cane); fueron dirigidas a estudiantes de la carrera Forestal del IPA Victoria de Santa Clara; directivos, técnicos y especialistas de la EAF Villa Clara; inspectores del Cuerpo de Guardabosques de la provincia; campesinos de la localidad de Oliver que pueden cooperar con el incremento de especies para las colecciones, y estudiantes y profesores de la escuela primaria rural Antonio Duménigo como parte del círculo de interés Amiguitos del Bosque, impartido a estudiantes de cuarto y quinto grados. La metodología aplicada en ellas se basó en el enfoque de gestión del conocimiento de Fallan y Tomasella (2014).

Para la creación y el trabajo con el círculo de interés se diseñó un programa con temas relacionados con el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales, facilitando la sensibilización con la protección y el cuidado de la naturaleza. Se destinaron dos encuentros al estudio de las colecciones biológicas, utilizándose materiales didácticos como videos, plegables y carteles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Xiloteca Empresa Agro-Forestal Villa Clara

Fallan y Tomasella (2014) informan que la gestión del conocimiento (GC) representa la

gestión de un entorno propicio para que se produzca el intercambio y la creación de la información y los procesos de desarrollo entre personas o grupos durante el transcurso de las labores.

En este sentido, en la EAF VC la colección de maderas creado quedó conformada por 24 piezas pertenecientes a 21 géneros, 24 especies y 14 familias, de ellas, Ornamentales 14, Melíferas 15, Alimento animal 4, Cercas vivas 3, Maderables 24 Alimento fauna 3, y utilizadas como Medicinales 6. Del total, 11 son nativas y 13 introducidas, ordenadas y colocadas en el Departamento de Silvicultura de la EAF VC (*Tabla 1*).

TABLA 1

Listado de especies de la Xiloteca de la Empresa Agro-Forestal Villa Clara (EAF VC)

No.	Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
13	Annonaceae	(N) <i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill.	Yaya
48	Bignoniaceae	(N) <i>Tabebuia pentaphylla</i> Hook	Roble blanco
87	Clusiaceae	(N) <i>Calophyllum antillanum</i> Britton.	Ocuje
195	Fabaceae	(I) <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Bienvestido
	Mimosaceae	(I) <i>Acacia auriculiformes</i> A. Cunn. Ex Benth	Acacia
216	Mimosaceae	(I) <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) With et Arn	Marabú
	Mimosaceae	(I) <i>Acacia mangium</i> Willd	Acacia
	Mimosaceae	(I) <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.)	Oreja de negro
294	Meliaceae	(N) <i>Trichilia hirta</i> L.	Cabo de hacha
292	Meliaceae	(N) <i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
	Meliaceae	(I) <i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba hondureña
296	Meliaceae	(I) <i>Khaya senegalensis</i> A. Juss	Caoba africana
301	Meliaceae	(I) <i>Khaya nyasica</i> Stapf.	Caoba africana
291	Meliaceae	(N) <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Yamagua
295	Meliaceae	(N) <i>Trichilia glabra</i> L.	Siguaraya
	Moraceae	(I) <i>Castilla elástica</i> Cerv.	Caucho
276	Myrtaceae	(I) <i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalipto limón
321	Pinaceae	(N) <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>Caribaea</i> Barret y Golfari	Pino macho
349	Polygonaceae	(I) <i>Triplaris americana</i> L.	Palo hormiguero
377	Rhamnaceae	(N) <i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Bijáguara
366	Rubiaceae	(N) <i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) D.C.	Dagame criollo
441	Sapotaceae	(N) <i>Sideroxylon foetidissimum</i> (Jacq.) Subsp. <i>foetidissimum</i>	Jocuma
499	Verbenaceae	(I) <i>Vitex divaricata</i> Sw.	Roble Vitex
	Verbenaceae	(I) <i>Tabebuia crysantha</i>	Roble de Venezuela

(I): Introducidas (N): Nativas

Se observa que la familia Meliaceae presenta la más alta representación de la colección con siete ejemplares distribuidos en los géneros *Trichilia*, *Cedrela*, *Swietenia*, *Khaya* y *Guarea*, los cuales también están contemplados en la Xiloteca Histórica del Herbario Onaney del Instituto de Ecología y Sistemática [González *et al.*, 2006].

Espermoteca Empresa Agro-Forestal Villa Clara

La colección de semillas quedó integrada por 15 muestras que representan a 11 familias, 14 géneros y 15 especies, destacando en ella la presencia de nueve especies introducidas y seis nativas (*Tabla 2*).

TABLA 2

Listado de especies de la Espermoteca de la Empresa Agro-Forestal Villa Clara (EAFVC)

No.	Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
75	Casuarinaceae	(I) <i>Casuarina equisetifolia</i> Forst.	Casuarina
	Clusiácea	(I) <i>Calophyllum calba</i> Jacq.	Palo de María
231	Caesalpinaceae	(I) <i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	Framboyán rojo
189	Fabaceae	(N) <i>Geoffroea inermis</i> (Sw.) H.B.K.	Yaba
212	Mimosaceae	(I) <i>Albizzia procera</i> Benth	Algarrobo de olor
	Mimosaceae	(I) <i>Acacia mangium</i> Willd	Acacia
266	Malvaceae	(N) <i>Talipariti elatum</i> (Sw.) Fryxell.	Majagua hembra
292	Meliaceae	(N) <i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
293	Meliaceae	(N) <i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Caoba del país
296	Meliaceae	(I) <i>Khaya nyasica</i> Stapf.	Caoba africana
301	Meliaceae	(I) <i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba hondureña
589=595	Myrtaceae	(I) <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.	Eucalipto
321	Pinaceae	(N) <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>Caribaea</i> Barret y Golfari	Pino macho
366	Rubiaceae	(N) <i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) D.C.	Dagame criollo
498	Verbenaceae	(I) <i>Tectona grandis</i> L. f.	Teca

(I) Introducidas (N) Nativas

Se constata que la familia Meliaceae también presenta la más alta representación de la colección con cuatro ejemplares distribuidos en los géneros *Cedrela*, *Swietenia* y *Khaya*, representados en la Xiloteca de la EEAFV [Merlan, 2013] y en la Espermoteca y Carpoteca Histórica del Herbario de la Universidad Central Martha Abreu de Las Villas [Hernández, 2016].

Análisis estadístico

En la mayoría de las especies representadas el mayor registro lo constituye la madera de mayor o menor calidad, pero tienen otros usos de interés tales como ornamental, frutal, alimento animal, melíferas, medicinal, entre otros [Mesa *et al.*, 1999; Núñez y col., 2004; Rodríguez *et al.*, 2007; Sordo *et al.*, 2007].

Al analizar la frecuencia de aparición de las especies según su uso (*Fig. 3*), se observa el

predominio en la categoría maderable el 23 % de la población evaluada (24 individuos), difiriendo significativamente del resto de los usos establecidos. Los usos ornamentales, melíferas y medicinal presentaron similitud en su presencia con el 13, 9 y 6 %, respectivamente, mostrando diferencias significativas con las restantes categorías evaluadas. En esta colección la categoría menos representativa fue la de frutales con solo el 1 % de representatividad.

Actividades de educación ambiental

Las clases teórico-prácticas impartidas a estudiantes del IPA Victoria de Santa Clara permitieron divulgar el conocimiento y los usos posibles de las especies maderables representadas en la Xiloteca de la EAFVC, así como mostrar el valor científico y económico de las maderas existentes. Los estudiantes manifestaron que esta capacitación les permitió tener elementos que les ayuden

a hacer un análisis visual de las maderas consideran que la Xiloteca tiene gran importancia por su valor didáctico y docente, factible de ser utilizada en las asignaturas que reciben.

En el taller realizado con los inspectores del CGB manifestaron profundo interés en los métodos de medición y colecta de muestras, se acordó la participación de ellos en la localización y selección de especies para la toma de muestras, dentro de las que se destacan especies con diferentes grados de amenazas, en función de incrementar las colecciones existentes, considerando que es fundamental el aporte que brinda este grupo como educadores ambientales, enseñan la importancia de recuperar las especies nativas, las principales medidas para la conservación de las especies y sus ecosistemas.

La acción de capacitación realizada en la EAFVC con los directivos, técnicos y especialistas de las unidades silvícolas abordó los objetivos que persigue la creación de las colecciones de maderas (Xilotecas), por qué se creó en la empresa, las especies que están representadas en ella, así como sus usos. Solicitaron la metodología de colecta de muestras y la de la confección de las muestras para la colección, dado el interés en contribuir al incremento de la colección con especies propias de las zonas donde están enclavadas las unidades. Solicitan la inclusión en la descripción de los usos, cuáles de las especies poseen las características óptimas para ser utilizadas en la elaboración de carbón.

En las clases impartidas a los miembros del círculo de interés se orientó y realizó un concurso de dibujo con la temática «Importancia de los árboles» en saludo al Día del Trabajador Forestal. En el área de exhibición de la Xiloteca de la estación fue presentado por los estudiantes del círculo de interés un coro hablado en el que cada pionero representó una de las especies presentes en la colección, en el que destacaron nombre científico de la especie, nombre vulgar y sus principales usos en la zona.

Al finalizar cada acción de capacitación, se realizó un debate en el que expusieron impresiones de las actividades realizadas, plasmados en las relatorías. Se distribuyó plegable de divulgación sobre las colecciones de maderas confeccionado a partir de las informaciones recopiladas de Manzanares *et al.* (2012) y Merlan (2013).

Por sondeos realizados a los familiares de los participantes en el círculo de interés y maestros de la escuela, se conoció que las actividades realizadas lograron altos grados de motivación, incentivando el interés por la carrera Forestal y permitiendo introducir nuevos términos en el vocabulario de los niños, principalmente relacionados con la protección del medio ambiente y la actividad forestal. Se ha logrado mayor vinculación entre investigadores y técnicos de la estación y los pioneros y maestros de la escuela de la localidad.

CONCLUSIONES

- En la EAF VC las colecciones quedaron conformadas por 24 piezas pertenecientes a 21 géneros, 24 especies y 14 familias, la Xiloteca y 15 muestras distribuidas en 11 familias, 14 géneros y 15 especies, la Espermoteca.
- El empleo de las colecciones preservadas en las acciones de capacitación y divulgación permite ampliar el conocimiento y los usos posibles de las especies maderables representadas en las colecciones, y mostrar el valor científico y económico de las maderas existentes.
- Se logró la socialización de las colecciones hacia diferentes públicos, y en especial a la empresa, altos grados de motivación incentivando el interés por la carrera Forestal, así como mayor vinculación entre investigadores y técnicos de la estación con los trabajadores de la empresa, niños, productores y otros usuarios del bosque.

BIBLIOGRAFÍA

- CITMA. 1997. Estrategia Nacional de Educación Ambiental. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (GEA). Agencia de Medio Ambiente.
- Fallan, R., Tomasella, I. 2014. Estrategia de gestión del conocimiento de la PMIT. *Actualidad Forestal Tropical* (JP) 22(4): 18-21
- Gold, K., León-Lobos, P., Way, M. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110. 62 p.
- González, T., Pérez, J., Herrero, P., Echevarría, R. 2006. Colecciones anexas de HAC. Inventario de colección histórica de maderas de la sección Juan Tomas Roig. *Acta Botánica (CU)* 196: 10-23.
- Harrison, I., Laverty, M., Sterling, E. 2006. ¿Qué es la Biodiversidad? Museo Americano de Historia Natural, la Fundación

- Nacional para la Ciencia o el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. Disponible en: <http://www.tropicos.org/>. (Consultada el 12 de octubre de 2014).
- Heyer, W., *et al.* 2001. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians. Smithsonian Press, Washington, D.C., USA. 14p.
- Hernández, A. 2016. Relación de especies y familias presentes en la Espermoteca y Carpoteca anexos al Herbario del Jardín Botánico de la Universidad Central "Martha Abreus" de las Villas. (Comunicación personal).
- Hill, M. 2000. Estudio de caso No.3. Trabajando con conservación con base comunitaria y enfoque de género: una guía. Género, participación comunitaria y manejo de los recursos naturales homepage (en línea). Universidad de Florida. Florida. Estados Unidos. Disponible en: <http://www.tcd.ufl.edu/merge/caseSpan.html>. (Consultado Noviembre de 2015).
- Manzanares, K., *et al.* 2012. Informe final del proyecto "Desarrollo y mantenimiento Xiloteca IIF para fortalecimiento cultura forestal. Código: DB 27. INAF. Ciudad de La Habana.
- Merlán, G., *et al.* 2013. "Diagnóstico y mejoramiento de las colecciones vivas y de maderas de la finca Victoria". Memorias 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano Iguazú. ISSN 1669-6786. Argentina.
- Mesa, M., Álvarez, M., Sánchez, N. 1999. Los Productos Forestales No Madereros en Cuba. Serie forestal No 13. Dirección de productos forestales, FAO, Roma. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe. Santiago, Chile. 69p.
- Núñez, A., Mesa, M., Betancourt, I. 2004. Los Productos Forestales No Madereros en Cuba. Revista Forestal Baracoa (CU) 1(1). Número especial.
- Rodríguez, A., y col. 2007. Especies forestales utilizadas como frutales en las condiciones de Cuba. Revista Agricultura Orgánica (CU) 13(1):19-22.
- Santos, I. 2003. Los proyectos de EA. Memorias Congreso Pedagogía 2003. Ciudad de La Habana .Cuba
- Sordo, L., Sordo, V. 2007. Especies utilizadas como cercas vivas por los productores en la Agricultura Urbana. Revista Agricultura Orgánica (CU) 13(1): 28-29.
- Velásquez, D. 2008. Metodología para la preparación de una colección (Xiloteca y Herbario) de especies forestales. Departamento de Tecnología de la Madera y Productos Naturales. Instituto de Investigaciones Forestales. MINAG.
- Velázquez, D., Guyat, M., Manzanares, K., Guerra, C. 2012. Xiloteca de Maderas Cubanas "Julián Acuña". Departamento de tecnología de la madera y productos naturales. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. FAO. Ciudad de La Habana. 41p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Gardenis Merlan Mesa

Ingeniera Forestal, máster en Agricultura Sostenible, especialista para la Investigación, Innovación y Desarrollo en la EEAF Placetas, profesora instructora adjunta de la Universidad Central de las Villas, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Agroforestería, Uso de las fuentes renovables de energía, Conservación y mejoramiento de recursos genéticos, Conservación de la biodiversidad y Productos forestales no maderables, entre otros, de los cuales ha dirigido tres proyectos y publicado varios artículos científicos. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

***Bombacopsis cubensis* A. Robyns (Bombacaceae)**



NOMBRE VULGAR: ceibón, drago

No: 54 (HBw.)

Distribución geográfica: endémica, propia de suelos calizos en la cordillera de Los Órganos en farallones de lomas cársicas (mogotes), en Pinar del Río, La Habana, Matanzas e Isla de la Juventud.

Caracteres macroscópicos: color blanco crema a grisáceo sin diferencias entre albura y duramen, ligera, suave y fácil de mancharse. Zonas de crecimiento no visibles.

Caracteres tecnológicos: Por su escasa presencia no tiene usos asignados, pero la madera es igual a la de *Ceiba pentandra*.

Densidad: 0,390 g/cm³.

Caracteres microscópicos

A. Porosidad:

Distribución: difusa, poros mayormente solitarios, algunos en grupos radiales de dos a tres células

Diámetro de poros: 74-116-162 μm .

No./mm²: 3.

Ancho de la pared: 3 μm .

Placa perforada: simple.

Punteaduras: alternas, poligonales.

Contenidos: no se observan.

Longitud de los vasos: 220-420-600 μm .

B. Parénquima axial:

Distribución: apotraqueal en bandas, y difuso muy abundante y paratraqueal vasicéntrico.

Diámetro celular: 56 μm .

No. células la serie: De dos a ocho.

Contenidos: no.

Longitud de la serie: 320-450-500 μm .

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados.

Composición: heterogéneos.

No./mm: 10.

Contenidos: no se observan.

Ancho (μm): 36 - 60 - 72 μm .

No. células: De tres a cinco.

Alto: 286-507-780 μm .

No. células: 6-15-34.

D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales.

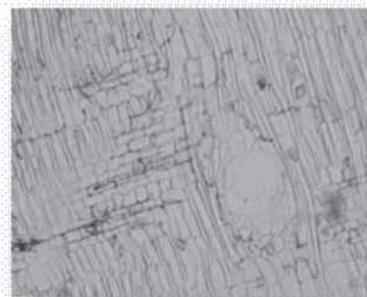
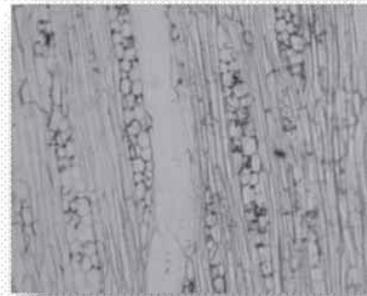
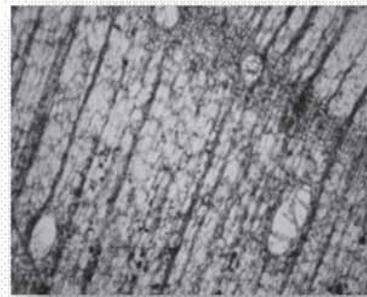
Distribución: irregular.

Diámetro transversal: 26 μm .

Grosor medio de pared: 5 μm .

Longitud: 1280-1866-2620 μm .

E. Caracteres especiales: no.



APROVECHAMIENTO DEL FOLLAJE DE *EUCALYPTUS* SP. PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITE ESENCIAL TERAPÉUTICO

TO USE OF LEAVES *EUCALYPTUS* SP. FOR PRODUCTION THERAPHEUTICAL ESSENTIAL OILS

DR. ROLANDO QUERT-ÁLVAREZ,¹ TÈC. JOSÉ I. CALDERÍN-RODRÍGUEZ,² ESP. MANUEL VALLE-LÓPEZ,¹ TÈC. IRIS ENRIQUEZ-GONZÁLEZ,¹ TÈC. HENRY RECIO-CABRERA¹ Y LIC. HUMBERTO GARCÍA-CORRALES¹

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

²UEB Empresa Tabacalera de Consolación del Sur. Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

En el artículo se presentan los resultados en la determinación del rendimiento y especificaciones físico-químicas del aceite esencial de las hojas de *Eucalyptus* sp. proveniente de las áreas de tala de la Empresa Tabacalera de Consolación del Sur en la UEB Tabacalera Alonso Rojas, para producción de cujes para el secado de las hojas de tabaco. El rendimiento de aceite esencial obtenido fue de 1 g de aceite/kg de hojas; los parámetros físico-químicos determinados fueron densidad relativa, índice de refracción, índice de acidez, índice de éster, los cuales se encuentran dentro de los rangos publicados internacionalmente para el aceite esencial de eucalipto. Entre los principales componentes identificados se encuentran alfa-pineno, limoneno, 1,8-cineol, p-cimeno, alfa-terpineol y gamma-terpineno.

Palabras claves:

ABSTRACT

In the article, the results obtained in the determination of the yield and physicochemical specifications of the essential oil of the *Eucalyptus* sp. leaves from the felling areas of the Tabacalera Company of Southern Consolation in the UEB Tabacalera of Alonso Rojas, for the production of sheets for the drying of tobacco leaves. The yield of essential oil obtained was 1g of oil / kg of leaves; the physical - chemical parameters determined were: Relative density, Refractive index, Acid index, Ester index, which is within the internationally published ranges for *Eucalyptus* essential oil. Among the main components identified are: alpha-pinene, limonene, 1,8-cineol, p-cymene, alpha-terpineol and gamma-terpinene.

Key words:

INTRODUCCIÓN

Las fincas tabacaleras de la provincia de Pinar del Río producen cujes para el secado de las hojas de tabaco del *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Eucalyptus salina* Smith, el cual genera un residual de follaje que actualmente no se aprovecha.

El follaje de eucalipto contiene aceite esencial de uso en la industria médico-farmacéutica como antiséptico, antirreumático, febrífugo, bactericida, cicatrizante, antiinflamatorio, antiespasmódico, antiviral, balsámico y des-

congestivo; en la aromaterapia, para masajes y baños antirreumáticos, y como materia prima para la elaboración de cosméticos con acción cosmecéutica.

En tal sentido, Duarte (1992) informa el contenido de aceite esencial y la actividad antimicótica del *E. pellita* F. Muell y *P. caribaea* Morelet que crecen en Cuba.

Pino (2002) reporta la composición química del aceite esencial de *E. resinifera* S., *E. tereticornis* S.

y *Corymbia maculata* K. D. Hill & L. A. S. Johnson, que crecen en Cuba.

Gé Proenza (2013) publica el rendimiento de aceite esencial (2 g/kg de follaje), composición química y efecto antibacteriano del aceite esencial del follaje de *E. pellita* F. Muell. frente a *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* ATCC.

En la ejecución del proyecto de Innovación Tecnológica: Aprovechamiento del Follaje de *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp. para la producción de aceite esencial terapéutico y extracto PC 01 del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), se encuentra este resultado, como parte de las actividades del proyecto para 2015-2019.

Teniendo en cuenta estos elementos, y para dar solución al problema del aprovechamiento del follaje residual de *Eucalyptus* sp. que genera la producción de cujes para el secado del tabaco, el presente artículo tiene como objetivo general determinar el rendimiento de aceite esencial, y los parámetros físicos densidad relativa, índice de refracción, y los químicos índice de acidez, índice de éster, para proponer un nuevo producto de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución del trabajo, se colectaron 5 kg de follaje residual de 10 árboles cortados de la especie en rebrote, a la edad de 14 meses, en la finca tabacalera Alonso Rojas, de Consolación del Sur, provincia de Pinar del Río.

El tamaño de muestra determinado fue de tres árboles, tomando como referencia el rendimiento de aceite esencial [Quert, 2000].

La extracción del aceite esencial se realizó por el método de arrastre por vapor a escala de banco en un equipo existente en el Laboratorio de Fitoquímica del INAF, a un tiempo de extracción de 1 h (Anexo).

El rendimiento de aceite se determinó mediante la expresión:

$$\% = \frac{M}{M_1} \times 100$$

donde:

%: Porcentaje de aceite esencial

M: Masa en gramos de aceite esencial

M₁: Masa en gramos de follaje

100: Factor matemático

Los parámetros físicos densidad relativa, índice de refracción, y químicos índice de acidez, índice de éster del aceite se determinaron mediante las NC de aceite esencial:

- Densidad relativa (ISO 279:2004).
- Índice de refracción (ISO 280:2004).
- Índice de acidez (ISO 1242:2005).
- Índice de éster (ISO 709:2006).
- Color.
- Olor.

La determinación de los componentes químicos mayoritarios presente en el aceite esencial se efectuó por el método de Cromatografía Gaseosa acoplada a un Espectrómetro de Masa. Para ello, se empleó un equipo Shimadzu 6890 HPGC dotado de un detector FID. Se utilizó una columna capilar ZB5 (30 m x 0,25 mm), y las condiciones de operación fueron:

- Programación de temperatura desde 70 °C hasta 325 °C, variando la misma en 4 °C/min.
- Temperatura del inyector y del detector iguales a 250 °C.
- Inyección de 10 µL de muestra a una velocidad de 10 mL/min cada 0,50 min.
- Gas helio como portador a un flujo de 10 mL/min.
- Adquisición de datos mediante un registrador integrador Data Jet Spectra-Physics, con un tiempo de corrida de 63 min.
- El espectrómetro de masas empleó las masas moleculares mínima y máxima de 30 y 400 g/mol, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de aceite esencial obtenido fue del 0,1 % (1 g de aceite esencial/kg de follaje). Este rendimiento se encuentra dentro de los valores reportados en la literatura especializada [Proenza, 2013].

En la *Tabla 1* se presentan los resultados de los parámetros físicos y químicos del aceite esencial.

TABLA 1
Parámetros físico y químico del aceite esencial terapéutico del follaje de *Eucalyptus* sp.

Parámetro	<i>Eucalyptus</i> sp.	Literatura internacional (Botanical-online)
Densidad relativa (g/cm ³)	0,8741 ± 0,0100	0,8850
Índice de refracción	1,4517 ± 0,0010	1,4600
Índice de acidez (mg KOH/g)	1,46 ± 0,01	1,47
Índice de éster (mg KOH/g)	18,7 ± 0,3	19,7

Como se puede apreciar, los parámetros determinados se encuentra dentro de los informados en la literatura internacional para este tipo de aceite, lo que nos permite inferir que del follaje residual de la especie que queda en las áreas de tala, se puede obtener un aceite esencial con calidad para el mercado nacional e internacional, de usos en aromaterapia para masajes, baños, entre otros, en la industria farmacéutica como materia prima para la elaboración de aromielles (aceite esencial + miel de abeja), y en medicamentos y cosméticos para artritis, reumatismo, bactericida, bronquitis, dermatitis bacteriana, gripe, expectorante, hemorroides, herpes genital, cólicos, asma, inflamación, hipertensión arterial y sinusitis, entre otros padecimientos; en la industria de perfumería, cosmética y alimentaria como saborizante en bebidas, licores y confituras.

En la *Tabla 2* se presenta los resultados referidos a la determinación de la composición química del aceite esencial:

TABLA 2
Composición química del aceite esencial terapéutico del follaje de *Eucalyptus* sp.

No.	Componente	%
1	alfa-pineno	28,01 ± 2,90
2	limoneno	23,84 ± 2,99
3	1,8-cineol (eucalytol)	19,01 ± 1,96
4	<i>p</i> -cimeno	7,69 ± 0,78
5	alfa-terpineol	4,03 ± 0,41
6	gamma-terpineno	3,32 ± 0,34

El aceite esencial obtenido es del tipo mono-terpenoide, y está constituido mayoritariamente por alfa-pineno, limoneno, 1,8-cineol, para-cimeno, alfa-terpineol y gamma-terpineno,

siendo los principales alfa-pineno, limoneno y 1,8-cineol.

La composición química del aceite esencial objeto de estudio es comparable con el aceite esencial de la especie *E. pellita* F. Muell, reportada por Proenza (2013), quien informa que este aceite esencial contiene, entre sus componentes principales, alfa-pineno, limoneno, 1,8-cineol.

Yáñez (2012) publica que el aceite de *E. globulus* L. y *E. camaldulesis* contienen, entre los componentes mayoritarios, 1,8-cineol o eucaliptol, alfa-pineno, limoneno, alfa-terpineno, alfa-copaeno, guaiol, alfa-felandreno, beta-terpinen-4-ol, linalol, alfa-terpineol, mirceno y beta-selineo, por lo que se deduce que el follaje de las especies de eucalipto, que explotan las fincas tabacaleras para la producción de cujes para el tabaco, se puede aprovechar para comercializar aceite esencial de *Eucalyptus* sp. en el mercado nacional e internacional.

Por otra parte, considerando lo informado por Juárez (2010) sobre la composición química y efectos antibacterianos del aceite esencial de la naranja dulce, podemos inferir que se evidencian las posibilidades de uso del aceite esencial objeto de estudio.

CONCLUSIONES

- El rendimiento de aceite esencial del follaje residual de *Eucalyptus* sp. de la UEB Tabacalera de Consolación del Sur, en la finca Alonso Rojas Km 10 para la producción de cujes para el tabaco, es del 0,1 % = 1 g de aceite esencial/kg follaje.
- Los parámetros físicos y químicos determinados en el aceite esencial de la especie ob-

jeto de estudio se encuentran dentro de los reportados internacionalmente para el aceite esencial de *Eucalyptus*.

- El aceite esencial de las hojas de eucalipto objeto de estudio tiene como componentes mayoritarios alfa-pineno, limoneno, 1,8-cineol, *p*-cimeno, alfa-terpineol y gamma-terpineno, siendo los principales alfa-pineno, limoneno y 1,8-cineol.

BIBLIOGRAFÍA

Duarte A., Rodríguez A.V., Quert, R. 1992. "Resultados relevantes de la acción antimicótica de aceites esenciales de *Eucalyptus pellita* Fuell y *Pinus caribaea* Morelet frente a cepas de hongos patógenos". Revista Forestal Baracoa (CU) 22(2):91-94.

Pino, J.A., Marbot, R., Quert, R., García, H. Study of essential oils of *E. resinifera* S., *E. Tereticornis* S. and *Corymbia mac-*

ulata K. D. Hill & L. A. S. Johnson, grown in Cuba. Flavour Fragr. J. 2002; 17: 1 – 4. DOI: 10.1002/ffj. 1026.

Quert Álvarez, R., et. al. Procedimiento para la obtención de aceite esencial terapéutico del follaje de *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp. CU Patente 23120. 2006. Oficina Cubana de la Propiedad Industrial, 2006.

Juárez, J.R., et. al. Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de *citrus sinensis* l. (naranja dulce) y formulación de una forma farmacéutica. Ciencia e Investigación 2010; 13(1): 9-13. Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM 2010

Gé Proenza, Y., et. al. 2013. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from *Eucalyptus pellita* F. Muell. Journal of Medicinal Plants Research (IR) 7(27): 1979-1983. July.

Yáñez Rueda, X., Cuadro Mogollón, O.F. 2012. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona (Colombia). Revista de la Facultad de Ciencias Básicas (CO). 10(1):52-61.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Rolando Quert Álvarez

Licenciado en Química, Doctor en Ciencias Farmacéuticas, perfil Productos Naturales, atiende la temática de los Productos Forestales No Maderables, área en la cual dirige un proyecto sobre potencialidades para el aprovechamiento de residuos forestales (material vegetal) y la obtención de materia prima para medicamentos. Se desempeña como investigador-jefe del Laboratorio de Química y Preservación de la Madera, Fitoquímica y Suelos del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ANEXO

Equipo de banco para la extracción del aceite esencial terapéutico de eucalipto y pino por arrastre con vapor de agua



DIAGNÓSTICO REALIZADO EN LA FINCA DÍAZ CUEVAS UTILIZANDO LA TÉCNICA DE FORESTERÍA ANÁLOGA

DIAGNOSIS MADE IN THE FARM DIAZ CUEVAS TECHNIQUE USING ANALOG FORESTRY

ING. ALQUILIO M. MOSQUERA-FIGUEROA,¹ M.Sc. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE,¹ LIC. MARTA A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ,² M.Sc. MAGDALENA MARTÍNEZ-FLORES,¹ TÉC. ORCIDES BRAVO-PÉREZ¹ Y MAGALIS GÓMEZ-LEÓN³

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

² Asamblea Municipal del Poder Popular Placetas. Calle 1ra. del Norte e/ 1ra. y 2da. del Oeste, Placetas, C.P. 52 800, Cuba, apoblacion@gobpla.gobvc.co.cu

³ Servicio Estatal Municipal. Calle 1ra. del Sur e/ 2da. y 3ra. del Oeste, Placetas, C.P. 52 800, Cuba, dmplaceta@eima.vcl.cu

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas, bajo la técnica de Forestería Análoga, mediante la cual se observó, registró y diagnosticaron los rodales, aplicando la metodología de la RIFA (2008). Se determinó la fórmula fisionómica de la vegetación para lograr de forma rápida una descripción simbólica de la estructura vegetal, así como la valoración ecológica con sus correspondientes análisis. Se seleccionaron los rodales 11 y 12 para aplicar la técnica seleccionada. Se confeccionaron los mapas de escorrentía y suelos, se consideró el rodal 12 como bosque análogo por la diversidad de especies en sus diferentes doseles. El análisis de brecha entre la fórmula del bosque clímax y la fórmula de la parcela que va a recibir tratamiento (rodal 11), reveló los aspectos de la estructura que faltan en este. La valoración ecológica de las áreas mostró la necesidad de incrementar los indicadores productividad y conservación del suelo.

Palabras claves: Forestería Análoga, fórmula fisionómica, valoración ecológica, conservación de suelo.

INTRODUCCIÓN

La protección y conservación de los recursos naturales, como el suelo, el agua y la biodiversidad proporcionan un equilibrio y mejoramiento del medio ambiente, al ser funciones insustituibles de los ecosistemas forestales [Rodríguez *et al.*, 2011]. La degradación de

ABSTRACT

The work was developed at the Experimental Station Agro-forestry Placetas, under the technique of Analog Forestry; through which the stands were observed, registered and diagnosed, applying the methodology of the RIFA, (2008). The physiognomic formula of the vegetation was determined to quickly achieve a symbolic description of the plant structure; As well as the ecological valuation with its corresponding analyzes. Rods 11 and 12 were selected to apply the selected technique. Runoff maps and soils were constructed, stand 12 was considered as an analogous forest because of the diversity of species in its different canopies. The gap analysis between the climatic forest formula and the formula of the plot to be treated (stand 11) revealed the missing structure aspects. The ecological assessment of the areas showed the need to increase soil productivity and conservation indicators.

Key words: Analog Forestry, physiognomic formula, ecological valuation, soil conservation.

los ecosistemas a nivel mundial se ha intensificado y está generando no solo la pérdida de los recursos naturales que los componen, sino también una disminución en la disponibilidad de elementos de la biodiversidad [Ranganathan y Daily, 2008].

Según Senanayake y Beehler (2000), la Forestería Análoga (FA) es una herramienta silvicultural para diseñar y crear ecosistemas estables que sostengan y aumenten los recursos naturales y los servicios ecológicos, dominado por árboles que sean análogos al ecosistema original maduro en cuanto a su estructura arquitectónica y funciones ecológicas.

La aplicación de la fórmula para la descripción ecológica del bosque o fórmula fisionómica de la vegetación permite obtener de una manera fácil y rápida una descripción simbólica de la estructura del componente vegetal presente en el área de tratamiento. Utilizando el análisis de brecha entre la fórmula del bosque nativo o clímax y la fórmula de la parcela que va a recibir tratamiento, se incorporan los aspectos de la estructura que faltan en la finca [FRBT, 2001].

En Forestería Análoga el mapeo es un ejercicio que consiste en dibujar el contorno del predio o finca, y señalar los principales elementos existentes en él. El paisaje de las fincas está integrado por un conjunto de características externas e internas, determinado por diversos factores como relieve, clima, suelos y cobertura vegetal [Senanayake, 2005].

En la implementación del sistema de Forestería Análoga, uno de los componentes iniciales a ser

aplicado es la confección de los diseños o mapas [FRBT, 2001]. Este proporciona herramientas para evaluar los ecosistemas, su función y estructura, con el fin de facilitar el ordenamiento y aprovechamiento adecuado de los factores bióticos y abióticos del mismo, garantizando el uso sustentable de los recursos naturales. Este trabajo tiene como objetivo diagnosticar la situación que presentan los sitios a restaurar mediante el sistema de manejo con la técnica de Forestería Análoga en la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La investigación se desarrolló en áreas de la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas (EEAFP), perteneciente al municipio de Placetas, provincia de Villa Clara. Las coordenadas relacionadas a esta área son: 630936 (límite este), 629276 (límite oeste), 278433 (límite norte), 277448 (límite sur) (Fig. 1).

La finca se encuentra ubicada a 79 m sobre el nivel del mar, con topografía de llana a ondulada, precipitación anual promedio de 1280 mm, 25,1 °C de temperatura media y una humedad relativa del 83 %.

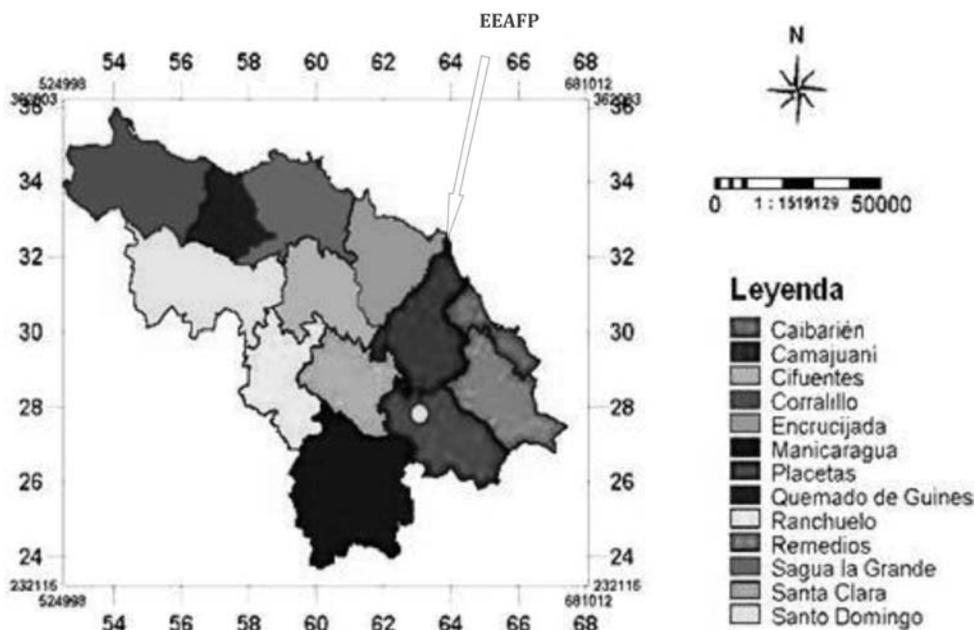


Figura 1. Localización de la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas, en Villa Clara.

Se realizó un recorrido por la finca para observar, registrar y diagnosticar los rodales aplicando la metodología de la RIFA (2008).

Se utilizaron las fotografías aéreas, los sistemas de información geográficos (SIG), y datos de la ordenación de la EEAFP para la digitalización de las fotos y mapas de rodales, con estos últimos; los de elevación digital y los de suelos permitieron a través de análisis espacial seleccionar el área a manejar, teniendo en cuenta el grado de antropización de los diferentes rodales, su estado estructural y composición de especies, así como determinar los rodales en los cuales se aplicará la Técnica de Forestería Análoga.

Se confeccionó una tabla de datos en Microsoft Excel 2007 que fue enriquecida con encuestas a los pobladores de la localidad y trabajadores de mayor edad, sobre las principales especies forestales, ornamentales, aromáticas, medicinales, entre otras, que existieron en los escenarios y propias de la localidad, y las fórmulas fisionómicas para cada dosel en la parcela demostrativa y a restaurar, así como para el análisis de brecha con la correspondiente fórmula fisionómica de los estratos no presentes en la última. Además, se realizó la valoración

ecológica de las áreas seleccionadas aplicando la metodología de la RIFA (2008).

Se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de la cobertura vegetal en cada dosel de cada rodal donde se aplicó la Técnica de Forestería Análoga.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del diagnóstico realizado aplicando la metodología seleccionada, se confeccionaron los mapas de escorrentía y suelos. En las *Figs. 2 y 3* se presentan los mapas de escorrentía, donde se observa el flujo del escurrimiento superficial de las áreas objeto de estudio, mostrando, según la pendiente de las áreas, la necesidad de aplicar medidas de conservación de suelos, ya que existe una fuerte escorrentía superficial que puede provocar cárcavas en el área. En la *Fig. 4* se observa el mapa de suelos de la finca, compuestos por cuatro tipos diferentes, delimitando el área donde se aplicará la técnica seleccionada, formado por dos tipos fundamentales, el rodal 11 por un suelo arenoso, y el rodal 12 por un suelo fersialítico rojo parduzco ferromagnesial, lo cual permite conocer las características y propiedades de cada uno para diseñar las acciones a ejecutar en dichas áreas.

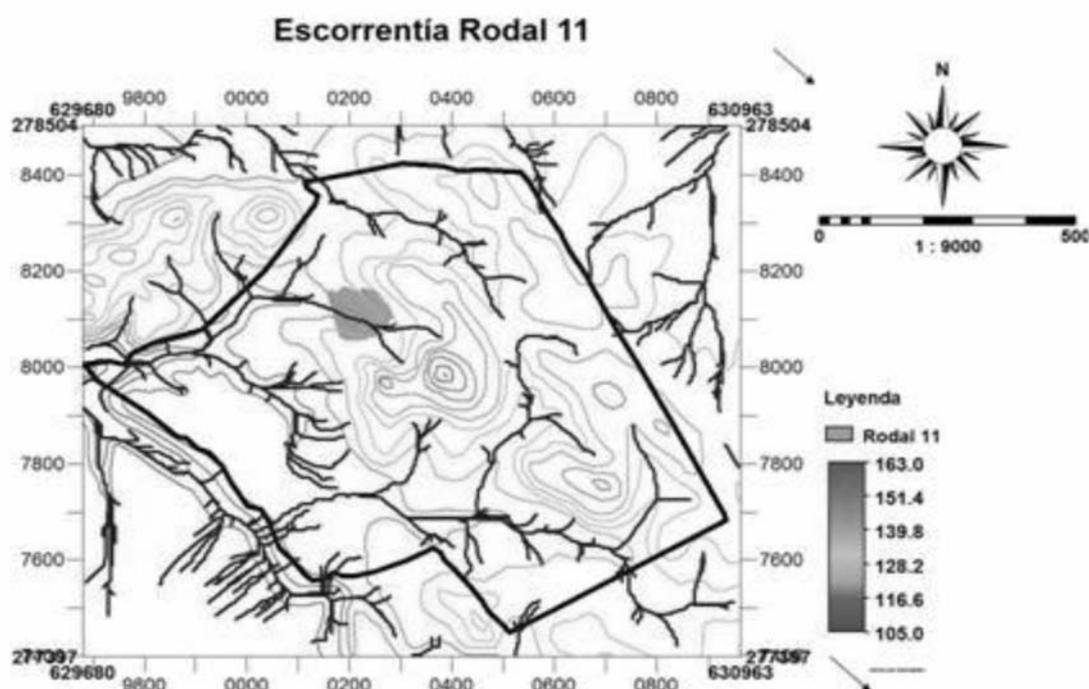


Figura 2. Mapa de Escorrentía Rodal 11.

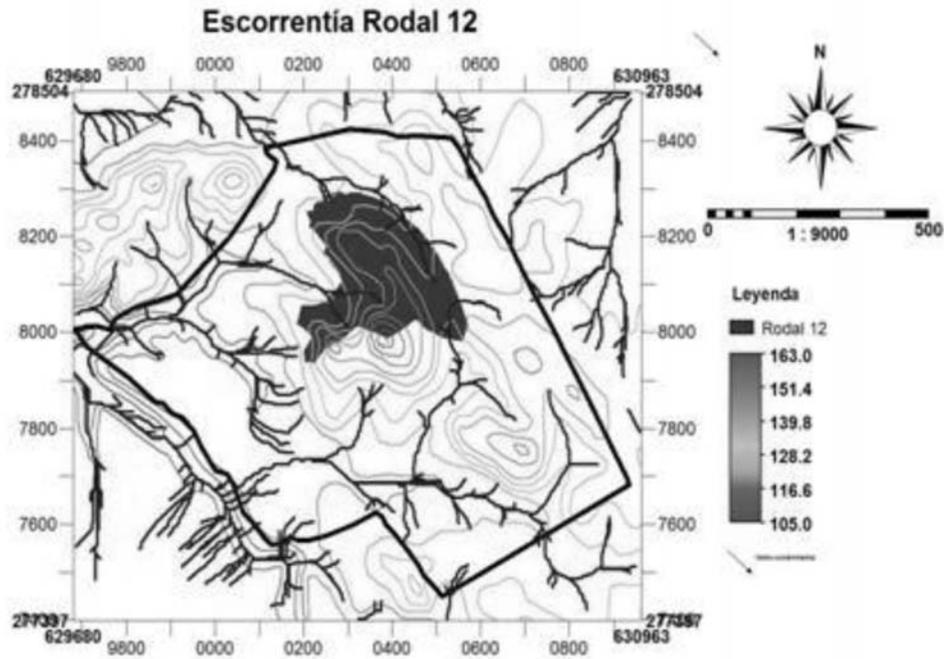


Figura 3. Mapa de Escorrentía Rodal 12.

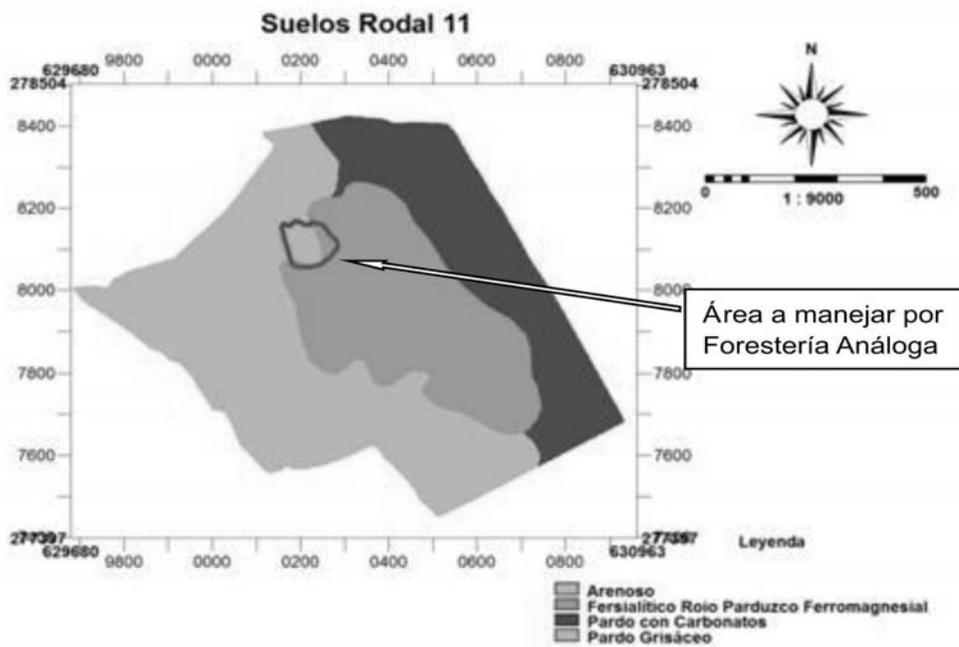


Figura 4. Mapa de suelos del área de intervención.

Fórmula fisionómica vegetación

Rodal 11: S_6 esm, M_5 rsm, M_4 rsm, M_3 psm, M_2 ism, M_1 esp, G_2 psg, H_{1-2} ism, L_{1-6} c; T_{1-5} p, E_{3-6} p, P_6 a, P_5 r.

En el rodal 11 el primer dosel (S_6 esm) está dominado por especies leñosas semidecíduas con una altura promedio de 10 a 20 m; de forma esporádica o hasta un 6 % de cobertura; sus hojas

son suaves notófilas o medianas de entre 12,6 a 7,6 cm. A partir de este dosel (M_{5-1} rsp) aparecen especies leñosas en composición mixta (50 % del estrato siempre verdes más deciduas) de forma ralo (entre un 6 y 25 %) de cobertura, hasta interrumpida (de un 50 a un 75 %) de hojas suaves y natófilas en su mayoría hasta las micrófilas o pequeñas (entre 7,5 y 2,5 cm). Entre las especies no leñosas aparecen gramíneas (G_{2} psg) con altura promedio de 0,1 a 0,5 m, con una cobertura en parches o de un 25 y hasta un 50 % de cobertura, de hojas suaves y mesófilas o grandes (más de 12,7 cm), herbáceas (H_{1-2} ism) de altura hasta 0,5 m, con cobertura de un 6 a un 25 %, de hojas suaves y tamaño mediano; los líquenes y musgos (L_{1-6} c;) presentes están a una altura de 0,1 m hasta 20 m, con una cobertura mayor del 75 %. La forma de crecimiento especial está presente con: trepadoras (T_{1-5} p) que comienzan a la altura de 0,1 m hasta los 10 m, con una cobertura en parches, o hasta el 50 %, se observan epífitas (E_{3-6} p) con un rango de altura desde los 0,5 m hasta los 20 m con una cobertura del 50 %. Están presentes las palmas (P_{6-5} r) con alturas desde los 10 y hasta los 20 m de forma rala.

Rodal 12: V_{6asm} , V_{5rsm} , V_{4rsm} , V_{3ism} , V_{2rsm} , V_{1rsm} ; G_{2asp} , H_{2rsm} , $L_{1-6}c$; $T_{1-5}r$, B_{2a} , $E_{1-6}i$, $P_{1-6}r$. Esta fórmula fisionómica se obtuvo del diagnóstico.

Este rodal es el bosque clímax, bosque análogo o área a la que se desea mimar, y como puede observarse, en la fórmula fisionómica el estrato arbóreo ($V_{6-1}rsm$), está dominado por especies siempre verdes de hasta 20 m de alto y una cobertura que varía desde menos del 1 % hasta un 25 % en el área; sus hojas son suaves notófilas o medianas de entre 12,6 a 7,6 cm. Entre las especies no leñosas se encuentran las gramíneas ($G_{2}asp$) con alturas de hasta 0,5 m de forma rala, hojas suaves y tamaño mediano; los líquenes y musgos ($L_{1-6}c$) están a una altura hasta 20 m con una cobertura continua. Las especies trepadoras ($T_{1-5}r$) se encuentran hasta una altura de 10 m en el 25 % del área; están presentes además bambúes (B_{2a}) con una altura de hasta 0,5 m en menos del 1 % del área. Las epífitas ($E_{1-6}i$) se encuentran en todo el estrato arbóreo hasta los 20 m de alto, de forma interrumpida (de un 50 a un 75 % del área), así como las palmas ($P_{1-6}r$) se encuentran hasta una altura de 20 m con una cobertura entre el 6 y 25 % del área.

El análisis de brechas es el producto de la comparación entre la fórmula fisionómica del rodal 12 (bosque clímax) y el rodal 11 (área bajo tratamiento), el razonamiento entre las encuestas realizadas donde revela los aspectos de la estructura que faltan en este. Derivado de este análisis de brechas, entre el rodal 11 y 12 resultó la fórmula V_{6asm} , B_{2a} , $E_{1-2}i$, $P_{1-4}r$ para el rodal 11, lo que implica que es necesario introducir especies siempre verdes (V_{6asm}) o manejar aquellas que se encuentran en la composición mixta y que posean las características deseadas, que alcancen alturas de hasta 20 m para que formen el primer estrato similar al del bosque análogo (rodal 12). Además, en el área es preciso la introducción de bambúes (B_{2a}) que alcancen la altura de 1,5 m en aproximadamente el 25 % del área, y que en estos momentos no se encuentran, así como propiciar el desarrollo de las epífitas ($E_{1-2}i$) y permitir la regeneración de palmas ($P_{1-4}r$) en los primeros estratos del bosque que en estos momentos no se encuentran, lo cual será posible a medida que el bosque vaya recuperando su estado original.

Valoración ecológica

La valoración ecológica de los rodales 11 y 12 se muestra en la *Tabla 1*, teniendo en cuenta lo planteado por RIFA (2008), que considera valores de los indicadores inferiores a 5 están por debajo del umbral de sostenibilidad, y por tanto requerirán de un manejo que permitan incrementarlos, mientras más se aproximen al valor 8, más sostenible es el sistema.

TABLA 1
Valoración ecológica del área de tratamiento bajo el sistema de Técnicas de Forestería Análoga

Indicadores	Rodal 11	Rodal 12
Perfil del suelo	5	8
Densidad aparente	6	8
Macrofauna del suelo	4	8
Componente vegetal	7	8
Fauna	6	8
Componente animal	5	8
Indicadores de productividad	3	7
Valoración ecológica	5,1	7,9

En la tabla anterior se observa que en el rodal 11 casi todos los indicadores están ligeramente por encima del nivel de sostenibilidad [RIFA,

2008], aunque deben ser manejados conscientemente para su recuperación o formación del bosque clímax. Estos no presentan compactación, excesiva erosión, aunque sí es necesario la conservación de suelo teniendo en cuenta el flujo hídrico superficial que presenta el área, a pesar de que poseen buena infiltración, originado por el aumento significativo en la diversidad de especies que con sus raíces y sus aportes de biomasa al suelo cumplen diferentes funciones en el ecosistema; además, de dicha valoración ecológica se puede interpretar que existe poca antropización.

Los indicadores de macrofauna del suelo y productividad son los más bajos debido a que esta área fue sometida a una tala rasa, donde los factores ambientales incidieron negativamente sobre el suelo y su biología, pero con la cobertura actual y el majo del área puede recuperarse paulatinamente. Por otra parte, la finalidad que tuvo el área (bosque productor) no contó con un sistema capaz de sustentar la

producción, por lo que este es el indicador más débil y en el cual se debe comenzar el trabajo. En la descripción de la valoración ecológica del rodal 12 (*Tabla 1*) se observa que todos los indicadores están por encima del nivel de sostenibilidad [RIFA, 2008], lo cual muestra la sostenibilidad del sistema desde el punto de vista ecológico, aunque se debe destacar que el indicador productividad es el más bajo (7) debido a que esta área es un bosque natural con poca antropización y su manejo es natural, capaz de autorregularse, y su valor radica en la diversidad de especies tanto vegetales como de la fauna silvestre que posee que no son explotadas. La necesidad de conservar los suelos en ambos rodales es un resultado del diagnóstico que mostró escorrentía superficial, lo que sugiere de forma inmediata implementar medidas de conservación en ambas áreas, para lo cual se establecen barreras muertas y tranques en aquellas áreas con síntomas de erosión o presencia de cárcavas (*Figs. 5 y 6*).



Figura 5. Barrera muerta rodal 11.

Las construcción de estas medidas de conservación de suelos permiten obtener resultados palpables a corto y mediano plazo en cuanto a las correcciones de cárcavas; la construcción de barreras muertas o barreras vivas en curvas de nivel permite disminuir la velocidad de la escorrentía, lo que evita se produzca la erosión superficial, al igual que los cordones entre curvas y la siembra de plantas perpendicular a la pendiente y el arroje para evitar exposición de las raíces a la intemperie, entre otras.



Figura 6. Tranque rodal 12.

CONCLUSIONES

- Se confeccionaron los mapas de escorrentía, suelos y paisajes de las áreas seleccionadas.
- El diagnóstico permitió representar en símbolos la estructura del bosque.
- Se seleccionan las áreas prioritarias a manejar con las medidas de conservación a aplicar.
- El análisis de brecha entre la fórmula del bosque clímax (rodal 12) y la fórmula de la parcela que va a recibir tratamiento (rodal 11), re-

vela los aspectos de la estructura que faltan en este.

- La valoración ecológica de las áreas mostró la necesidad de incrementar los indicadores productividad y conservación del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- FRBT (Fundación Rescate del Bosque Tropical). 2001. Manual práctico de Forestería Análoga. 2^{da} ed. Rimana. Quito, Ecuador. 38 p.
- RIFA (Red Internacional de Forestería Análoga). 2008. Manual de valoración ecológica. Ecuador. 44 p.
- Ranganathan, J., Daily, G.C. 2008. La biogeografía del paisaje rural: oportunidades de conservación en paisajes de Mesoamérica manejados por humanos. En: Harvey, C., Sáenz, J. eds. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. p. 15 - 30.
- Rodríguez, Y., *et al.* 2011. Efecto de la aplicación de productos biológicos a la especie *Albizia cubana* Britton. Revista Forestal Baracoa (CU) 30 (2):43-50.
- RIFA. Red Internacional de Forestería Análoga. 2008. La Gran Guía de la Forestería Análoga. Canada. Editorial Centro Falls Brook Centre. 21p.
- Senanayake, R., Beehler, B.M. 2000. Forest Gardens: Sustaining Rural Communities Around the World Through Holistic Agroforestry, 2nd ed., Sustainable Development International, IGC publi., Londres, p. 95 - 98.
- Senanayake, R. 2005. Principles of Analog Forestry. A Strategy to Reverse Some Trends in Forest Loss. Tirra Lirra Phoebe Publ. Melbourne (AU). 2 (2): 16 -18.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alquilio Miguel Mosquera Figueroa

Ingeniero Agrónomo, especialista del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, trabaja la temática de Agroforestería, Medio Ambiente y Forestería Análoga. Profesor asistente, imparte las asignaturas Silvicultura y Sistemas de Producción Forestal en la Filial Universitaria Municipal de Placetas. Ha recibido premios en foros y otros reconocimientos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

***Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Burceraceae)**



NOMBRE VULGAR: almacigo, Gumbolimbo, West Indian Birch No: 66

Distribución Geográfica: en toda Cuba e I. de la Juventud, Florida, Antillas, América tropical Continental en montes secos y semicaducifolios, abundante en vegetación secundaria.

Caracteres Macroscópicos: madera blanca, ligera, textura media, grano recto, fácil de mancharse y poco durable. Zonas de crecimiento poco visibles.

Densidad: 0,320-0,400 g/cm³

Principales usos: huacales para hortalizas y frutas. Se emplea además para la fabricación de cajas para pastas y turrone, envases en general, toneles flojos, tablas, madera para lápices en Cuba.

Caracteres Microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa. Poros mayormente solitarios, de forma oval; grupos radiales de 2 a 3 células y conglomerados eventuales.

Diámetro (µm): 50-72-87

No/mm²: 23

Pared (µm): 3,5

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas

Contenidos: no se observan

Longitud (µm): 460-678-869

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraquel escaso

Diámetro (µm): 12

No. células la serie: 1 a 2

Contenidos: no se observan Long.

Serie (µm): 412-623-832

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogéneos

No/mm: 7

Contenidos: no se observan

Ancho (µm): 17-40-171

No. células: 1-2-4

Alto (µm): 230-450-650

No. células: 7-15-27

D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales

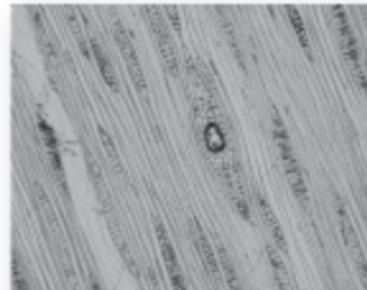
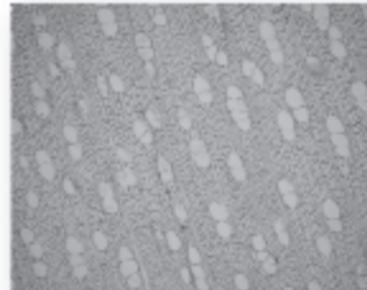
Distribución: cierta orientación radial

Diámetro (µm): 21

Grosor de pared (µm): 2,5

Longitud (µm): 820-905-1100

E. Caracteres especiales: canales intercelulares secretores en radios medulares.



REGENERACIÓN NATURAL DE *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET Y GOLFARI PARA EL INCREMENTO DEL ÍNDICE DE BOSCOSIDAD EN EL MACIZO SAN FELIPE-LOS JOBEROS

NATURAL REGENERATION OF *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET AND GOLFARI FOR THE INCREASEMENT THE WOODED RATE IN SAN FELIPE-LOS JOBEROS MASSIF

ING. PABLO A. CABRERA-RODRÍGUEZ,¹ DR.C. OSCAR LOYOLA-HERNÁNDEZ² Y DR.C. JOSÉ A. CARDONA-FUENTES²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Agroforestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178 e/ Línea y Los Coquitos, Camagüey, Cuba, camaguey@forestales.co.cu

² Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Facultad de Ciencias Pedagógicas Profesorado Superior, Camagüey, Cuba

RESUMEN

En el artículo se evalúa el comportamiento de la regeneración natural (RN) del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari como alternativa de reforestación de las áreas taladas o afectadas por los incendios forestales en el macizo San Felipe-Los Joberos. Como resultado del estudio realizado durante cuatro años, la presencia de semillas en el suelo alcanzó el 75 % en los primeros 2,5 cm del perfil del suelo, y al estar expuestas al calor logró el 70,3 % de germinación, lo que unido a la reducción de un 32 % de gastos económicos y al área lograda, diecinueve veces superior a la plantación, hacen que esta alternativa sea viable para incrementar el área boscosa. Se proyecta una capacitación a decisores sobre educación ambiental para mitigar la afectación a la cobertura forestal y elevar la cultura referida al pago de servicios generados por la vegetación forestal.

Palabras claves: *Pinus caribaea* Morelet, regeneración natural, Pino macho, índice de boscosidad, educación ambiental.

INTRODUCCIÓN

Los bosques son sistemas policulturales [Herrero, 2005]. Hoy se tiene definido que los servicios que brindan son mucho más importantes que los recursos propiamente maderables y no maderables que aportan. De hecho, sin estos la civilización no podría existir.

ABSTRACT

This paper offers an evaluation of the behavior of natural regeneration of *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret and Golfari as an alternative of reforestation of slash and burn areas resulting from forest fires in San Felipe-Los Joberos Massif. The findings of a four-year study was carried out (January 2009 to May 2013), seeds in the ground reach 75 % of the first 2,5 cm of the soil and 70.3 % of them germinated due to warm conditions, expenses were reduced to 32 % and plantation came to be 19 times larger proving to be a viable alternative for reforestation. A training course is designed for decision-making personnel of environmental education to relieve the affectation of forest coverage or other environmental impacts, and to increase the knowledge concerning payments generated by forest vegetation.

Key words: *Pinus caribaea* Morelet, natural regeneration, Male Pine, Forest index, environmental education.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) alertó sobre la creciente disminución de la superficie forestal en el mundo. Según esta organización, entre 1990 y 2010 se perdieron 5,3 millones de hectáreas por año [ORBE, 2 al 8 de agosto de 2014].

Al triunfar la Revolución cubana, el porcentaje de superficie boscosa en Cuba era de un 14 %, y en la actualidad es de 28,66 %. Se estima que para 2015 se cumpla con el 29,3 % de índice de boscosidad, objetivo clave que se refleja en el Programa de Desarrollo Forestal de la República de Cuba hasta 2015 [MINAG, 2006].

Loables esfuerzos se ejecutan en la provincia de Camagüey por incrementar la superficie cubierta de bosques, que hoy alcanza la cifra de 24,54 %. Sin embargo, cuando se analiza la dinámica de desarrollo de la Empresa Forestal Integral (EFI), principal entidad que tiene la misión en el territorio de fomentar los bosques, así como su aprovechamiento y comercialización, la cobertura forestal correspondiente a su patrimonio ha descendido de un 66,49 % en 1984 hasta el 52,32 % en 2012 (mermando en un 14,17 puntos porcentuales).

Similar tendencia presenta el macizo San Felipe-Los Joberos, objeto de esta investigación y principal área de desarrollo de la EFI, ya que de un 68 % de superficie boscosa (17 000 ha) en la década de los ochenta del pasado siglo, en 2013, solo contaba con 7000 ha, lo que representa el 28 %, o sea, la superficie boscosa disminuyó en un 40 %, siendo las causas fundamentales las severas afectaciones por incendios, aprovechamiento del recurso sin tener en cuenta las técnicas y tecnologías de impacto reducido (incluye las talas ilícitas), limitada reforestación, así como los ciclones y/o huracanes que han impactados en el territorio, unido al déficit de educación ambiental [Cabrera, 2014a].

La elevación del índice de boscosidad constituye una tarea de primer orden para Cuba. Si se trabaja localmente con este indicador se pueden revertir las estadísticas que presenta este macizo, contribuyendo a elevar la cubierta forestal de la provincia y del país.

El manejo alternativo del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en San Felipe-Los Joberos, acompañado de una adecuada educación ambiental a los actores que utilizan los servicios y beneficios del área, contribuye a paliar el problema ambiental identificado, se satisfacen las demandas de la economía y la población u otros requerimientos medioambientales. Sobre esta base, en el presente trabajo se evaluó el comportamiento de la regeneración natural

de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari como método de reforestación en el macizo de referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

San Felipe-Los Joberos se encuentra ubicado en la parte centro y norte de la provincia de Camagüey. Su patrimonio forestal es de aproximadamente 25 000 ha. Ocupa una superficie que abarca territorios de cuatro municipios: Camagüey, Florida, Esmeralda y Sierra de Cubitas, el 98 % categorizado como productor y el 2 % como protector de agua y suelo. Localizado en los 77,91° y 78,02° de longitud y los 21,48° y 21,71° de latitud, tanto la fauna como la flora tienen una amplia representación, lo que determina la riqueza de la diversidad biológica [CGB, 2013].

Atendiendo al tipo de suelo, al relieve, a las condiciones climatológicas y a los sucesivos incendios que ocurren en la zona, Petrovna (2009) considera que el fuego en los ecosistemas boscosos constituye un elemento esencial para los procesos de sucesión biológica y mantenimiento de la estabilidad ecológica, y hacen que en este macizo las condiciones del área sean idóneas para la aplicación de este manejo alternativo.

Se determinaron los aspectos siguientes: deposición de hojarasca, carga de semilla en el suelo, número de árboles/hectárea en la RN, el costo de esta última y de la plantación, así como el análisis estadístico.

A partir de lo expresado por Crespo y Rodríguez (2000), se promedió la altura de la vegetación del sotobosque en todas las parcelas, y teniendo en cuenta lo establecido por Ramos y Martínez (2009), se realizaron 40 parcelas por el método de las intersecciones planares (Método de Brown). Se ejecutaron diversos transeptos de 600 m de longitud cada uno. Esta línea imaginaria se trazó en las áreas preseleccionadas en gabinete y se ubicaron de norte a sur, ubicándose sobre ella un total de siete sitios de muestreo distribuidos a 100 m entre sí, estando el sitio 1 al sur, en el origen de la línea, y el sitio 7 al norte, en el final de la línea. En cada parcela se obtuvo el peso del material húmedo, el cual se sometió a secado en una estufa para lograr el peso seco. Por diferencia se logró el peso del material combustible.

Se determinó la carga de semillas en el suelo siguiendo la metodología utilizada por Burrows

y Porter (1993), a partir de 60 puntos de muestreo debidamente identificados. Se utilizaron cilindros de 7 cm de diámetro y 10 cm de alto, los cuales se introdujeron en el suelo para extraer las muestras desde 0 hasta 10 cm de profundidad y separadas por niveles (0-2,5; 2,6-5,0; 5,1-7,5; 7,6-10 cm); luego de haberse extraído el suelo y lavado con agua corriente a través de una fina malla de 0,5 mm para eliminar pequeñas piedras y material orgánico, las semillas se clasificaron y contaron. De estas se seleccionaron 60 semillas, depositándose en seis placas Petri (diez en cada una) para determinar su capacidad germinativa.

Para la determinación del número de plantas en la RN se hizo un muestreo sistemático usando transeptos en dirección norte sur en los que cada 50 m se realizaron parcelas cuadradas de 10 x 10 m (100 m²) en un total de 40 parcelas (5 % del área) en cada zona técnica. A cada parcela se le contó el total de plantas presentes de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari y se evaluó también la cercanía de árboles adultos o plantaciones adultas, de acuerdo con Sáenz y Finegan (2000). A cada una de las plantas presentes de la especie evaluada se le determinó altura y diámetro, para lo cual se usó el hipsómetro de Christen y la cinta métrica respectivamente; con la cinta lo que se obtiene es circunferencia; por tanto, para hallar el diámetro se divide la circunferencia entre la constante griega π (3,1416).

A partir de los registros del área técnica y economía (EFI y Unidad Silvícola) de la zona en estudio, se determinaron los costos incurridos por concepto de plantación y en el manejo de la RN.

Se determinaron los estadísticos descriptivos (Media y ES) para la carga de semillas, y los histogramas de frecuencia para las alturas y diámetros de los árboles por hectáreas. Todos los análisis se desarrollaron con el paquete SPSS versión 15.0.1 (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones del grosor de la capa de hojarasca muestran la existencia de entre 8 y 13 cm de la misma. Siguiendo el Método de Brown, se procedió a determinar la carga de material vegetal presente en el macizo, la cual fue de 37 t • ha⁻¹.

El desglose por zonas técnicas es: Cabeza de Vaca 11,9 t • ha⁻¹, San Felipe 65 t • ha⁻¹, Santa Rosa 40 t • ha⁻¹ y Los Joberos 30,5 t • ha⁻¹. Esta característica obstaculiza la repoblación forestal, el aprovechamiento de los productos del bosque, y en el período crítico de incendios incentiva la combustibilidad del material vegetal. Estos resultados muestran el peligro potencial que existe en estas áreas, pues la hojarasca constituye el combustible idóneo para el surgimiento y propagación de los incendios. Lo planteado anteriormente queda corroborado con lo expresado por Acosta y Paretas (2011), quienes aseguran que el fuego de superficie se propaga por el combustible que se encuentra sobre el suelo, que incluye la hojarasca, hierbas, arbustos y madera caída.

Donde quiera que las condiciones del suelo y la cubierta aclarada de las copas lo permitan, se observan brinzales de diferentes edades; en ciertos lugares son plántulas más o menos aisladas y en otras forman grupos (biogrupos) de varias edades y tamaños. Esto justifica los altos niveles de RN en las áreas afectadas por los incendios, similar resultado al obtenido por Betancourt (1987) y en otras latitudes por Clinton, Vose y Swank (1996).

La *Tabla 1* muestra la carga de semillas de presentes en el suelo del área; como se puede apreciar, existen aproximadamente cuatro semillas m⁻²; de ellas, tres semillas m⁻² se encuentran en los primeros 2,5 cm del suelo, y una semilla m⁻² en la segunda capa evaluada. Los últimos dos niveles evaluados se encontraban en cero semillas m⁻².

En estos suelos ferrítico rojo oscuro, según Hernández *et al* (1994), existe una reserva importante de semillas que muestra la posible persistencia de estos pinares en el territorio.

TABLA 1
Carga de semillas en el suelo estudiado (Media \pm ES)

Especie	Profundidad (cm)			
	0-2,5	2,5-5,0	5,0-7,5	7,5-10
<i>Pinus caribaea</i>	3,0 \pm 1,277	1,0 \pm 1,106	-	-

Como se puede apreciar, el 75 % de las semillas se localizó en los primeros 2,5 cm, seguidos por el 25 % a los 2,5-5,0 cm. Este aspecto lo consideramos como positivo, ya que

las semillas están más cerca de la superficie, recibiendo mayor calor, que es suficiente para contribuir, junto a la humedad del suelo, a su germinación.

A pesar de que la norma de análisis de semillas establece que la muestra para determinar capacidad germinativa debe ser de 400 semillas, en el presente trabajo solamente se utilizaron 60 semillas para validar la RN, y el valor que se obtuvo fue de un 70,3 %. De acuerdo con los resultados mostrados en la *Tabla 2*, la cantidad de semillas por ha⁻¹ aproximada es de 40 000, por lo que si poseen un 70,3 % de germinación calculado, que coincide con los resultados de Betancourt (1987), es posible obtener 28 000 posturas • ha⁻¹. Teniendo en cuenta estos resultados y el costo de producción de cada postura de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari, que es de 0,33 CUP, entonces es posible inferir un valor equivalente por postura que se obtendrían de 9240 CUP por este concepto.

TABLA 2
Germinación (%) de semillas colectadas

Especie	Número de semillas evaluadas	% de semillas germinadas
<i>Pinus caribaea</i>	60	70,3

Los cálculos del número de árboles • ha⁻¹ en la RN indicaron una población de 1800 árboles • ha⁻¹. Este resultado está muy relacionado con lo reflejado en el acápite sobre carga de semillas en el suelo y a su vez con la cercanía de árboles aislados u otros bosques, los que se encuentran entre 15 y 200 m.

Los resultados indican que en las condiciones ecológicas de San Felipe-Los Joberos, el *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari se adapta muy bien a las condiciones de suelo sobre serpentina, específicamente en los sitios de tipo A y B, que son los menos frecuentes y están identificados por una disminución del endemismo y el xerofitismo, y aparecen especies de formaciones del bosque subperennifolio para el primero. Los sitios tipo B son los más frecuentes, y en su mayoría están formados por un gran número de especies del bosque sub-perennifolio, y aparecen algunas especies xerófilas. Los tipo C son los de menor diversidad de especies, aumentando considerablemente la abundancia de especies endémicas y xerófilas pertenecientes a la vegetación de cuabal y charrascal, de acuerdo a lo expresado por Figueroa (2002), requiriendo para su desarrollo una mayor cantidad de calor, lo que favorece la RN de la especie, y que resulta una de las de mayor peso ecológico en los ecosistemas forestales de la región.

La *Fig. 1* refleja la estructura vertical de la RN, siendo los individuos agrupados en la clase de altura 4,1-6,0 los más representados con un 47,42 %. La *Fig. 2* muestra la estructura horizontal del manejo alternativo propuesto. En este caso la clase diamétrica que mayor representación tiene es la comprendida entre los valores de 4,1-8,0 cm con un 55,48 %. Estos índices dasométricos infieren que por lo general los árboles obtenidos por este tipo de reforestación se encuentran en pleno desarrollo, los que necesitan de una adecuada atención silvicultural para obtener al final del turno de tala incrementos óptimos, de acuerdo a la categoría de bosque que prevalece en el macizo.

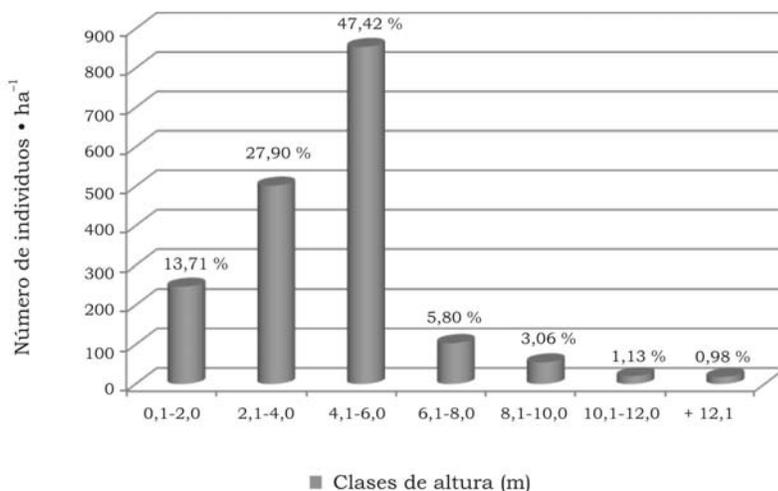


Figura 1. Estructura vertical de la regeneración natural del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

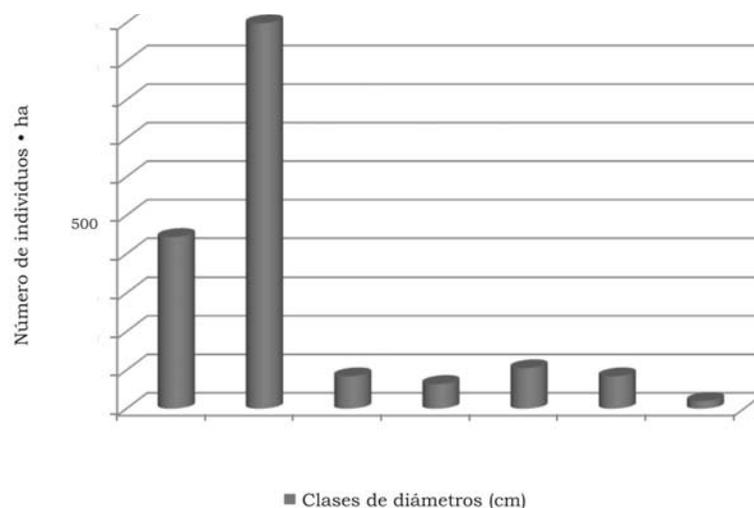


Figura 2. Estructura horizontal de la regeneración natural del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

Las Tablas 3 y 4 muestran los costos incurridos por concepto de manejo de la RN y la implementación de plantaciones de forma manual, siendo

la primera menos costosa, ya que no incluye el mantenimiento manual, producción de posturas y preparación de tierras.

TABLA 3
Costo de la RN

Labores	U/M	Costo (CUP)
Mantenimiento trocha	km	256,38
Chapea y acordonamiento	ha	595,97
Selección y entresaque	ha	384,50
Poda	ha	24,74
Plantación y distribución	ha	150,39
Gasto y ejecución proyecto	CUP	69,36
Total		1481,34

TABLA 4
Costos de las plantaciones forestales con labores manuales

Labores	U/M	Costo (CUP)
Producción posturas	mp	366,63
Preparación tierra	ha	991,68
Plantación posturas	ha	272,95
Trocha cortafuego (manual)	km	120,63
Mantenimiento (manual)	ha	2 961,72
Gasto ejecución proyecto	CUP	54,24
Total		4767,85

Las Tablas 5 y 6 reflejan los resultados obtenidos en la supervivencia de las áreas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari plantadas y las logradas a partir de la RN; solo se han logrado 163,1 ha por con-

cepto de plantación de 340,2 plantadas, que significa más del 50 % perdidas, con todos los gastos que trae implícito. El análisis de la RN muestra en el mismo período un total de 3102,4 ha.

TABLA 5
Hectáreas logradas por plantación*

<i>Año</i>	<i>U/M</i>	<i>Sp</i>	<i>Plantaciones</i>	<i>Lograda</i>	<i>(%)</i>
2009	ha	Pc	50,4	8,2	16,26
2010	ha	Pc	106,0	106,0	100
2011	ha	Pc	93,5	–	–
2012	ha	Pc	90,3	48,9	54,15
Total			340,2	163,1	47,94

*Certificadas al tercer conteo.

TABLA 6
Hectáreas logradas por RN**

<i>Año</i>	<i>U/M</i>	<i>Sp</i>	<i>Manejada</i>	<i>Lograda</i>	<i>%</i>
2009	ha	Pc	90,0	90,0	100
2010	ha	Pc	1364,7	1364,7	100
2011	ha	Pc	564,0	564,0	100
2012	ha	Pc	1083,7	1083,7	100
Total			3102,4	3102,4	100

**Certificadas en el año en curso.

El empleo de la RN tiene no pocas ventajas tanto desde el punto de vista ecológico como económico, las cuales han sido reconocidas por diversos especialistas y corroboradas en esta investigación. Esto solo demanda del esfuerzo y capacitación de los decisores, personal técnico y obreros forestales para reforzar el interés en el manejo de esta modalidad, tan efectiva para el logro de los futuros bosques.

En tal sentido, como parte de las acciones a acometer en San Felipe-Los Joberos, Cabrera (2014b) proyecta la implementación de un programa de capacitación ambiental para decisores forestales del macizo, orientado al incremento del índice de boscosidad. En dicho programa serán incluidos los resultados de la presente investigación.

La importancia práctica del programa estaría dado por la contribución que el mismo puede hacer al desarrollo de competencias, capacidades y habilidades, en los decisores forestales del macizo San Felipe-Los Joberos en función de incrementar el índice de boscosidad, y con ello el mantenimiento y aumento de la diversidad biológica en el área, poniendo énfasis en el aprovechamiento de técnicas y tecnologías de

impacto reducido y la protección contra incendios forestales a partir de los saberes cognoscitivo, procedimental y actitudinal. multiplicando la información a los trabajadores forestales, habitantes y colindantes al bosque.

Actualmente se proyecta una valoración económica de los bienes y servicios que ofertan los ecosistemas forestales. Para ello se hace necesaria una labor de educación ambiental y económica con el fin de crear condiciones de pago de esos servicios generados por la vegetación forestal de acuerdo a lo expresado por Renda (2013).

CONCLUSIONES

- El estudio realizado demostró la eficacia de la regeneración natural del Pino macho en el macizo San Felipe-Los Joberos. Los datos obtenidos en la investigación hacen que esta alternativa sea viable para incrementar el área boscosa.
- Se corrobora la calidad del sitio para el crecimiento y desarrollo de esta especie y su dependencia del fuego, por ser este impacto ambiental recurrente en la zona.

- La capacitación en educación ambiental y económica que se proyecta para los decisores y otro personal del área estudiada permitiría elevar la cultura ambiental para la mitigación y/o eliminación de los impactos ambientales, así como la posterior implementación del pago de los servicios que genera la vegetación forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Paretas, J. 2011. Incendios Forestales. La Habana. Editorial Científico Técnica. ISBN: 978-959-06-0618-5. p. 11.
- Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana. Edición Científico Técnica. 257 p.
- Burrows, D.M., Porter, F.J. 1993. Regeneration and survival of *Desmanthus virgatus* 78382 in grazed and ungrazed pastures. *Tropical Grasslands (AU)* 27: 100-107.
- Cabrera, P. 2014a. Vulnerabilidades y riesgos en la cobertura forestal del macizo San Felipe-Los Joberos. Trabajo presentado en el VIII Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales (SIMFOR 2014) Universidad "Hermandades Saiz Montes de Oca" Pinar del Río, Cuba. ISBN 978-959-16-2299-0. p. 7.
- Cabrera, P. 2014b. Programa de capacitación ambiental para decisores forestales del macizo San Felipe-Los Joberos orientado al incremento del índice de boscosidad. Tesina del Diplomado de Educación Ambiental. Centro de Estudios de Gestión Ambiental. Universidad "Ignacio Agramonte Loynaz" de Camagüey. p. 4.
- (CGB), Cuerpo de Guardabosques. 2013. Jefatura Provincial. Plan de vigilancia y protección Circuito Meseta San Felipe. Camagüey. p. 4.
- Clinton, B.D., Vose, J.M., Swank, W.T. 1996. Shifts in aboveground and forest floor carbon and nitrogen pools after filling and burning in the Southern Appalachians. *Forest Science(CS)* (42): 431-441.
- Crespo, G., Rodríguez, I. 2000. Contribución al conocimiento del reciclaje de nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba. La Habana, Editora EDICA. p. 7.
- Figuroa, N. 2002. Clasificación de Ambientes para el desarrollo del programa de Mejora del Pino macho (*Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret y Golfari*) en la Zona Serpentina de Camagüey. p.1.
- Hernández, A., et al. 1994. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. Instituto de Suelos. 66 p.
- Herrero, J. 2005. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible, una visión de futuro. La Habana. Dirección Nacional Forestal. ISBN 959-246-143-0. p. 9.
- ORBE 2 al 8 de agosto 2014. Fernández, M. Bosques, pulmones vulnerables. Semanario Internacional de Prensa Latina. Año XVI No. 10 4. La Habana, ISSN 1608-1838. p. 5.
- Martínez Huerta, J.F. Fundamentos de la Educación Ambiental .Fuente: <http://www.unesco.org/ext/manual/html/fundamentos2.html>. Consultado 05-03-2015
- Ministerio de la Agricultura. 2006. Dirección Nacional Forestal. Programa de Desarrollo Forestal de la República de Cuba hasta el año 2015. La Habana. ISBN 959-7140-11-X. p. 11.
- Petrovna, G. 2009. Incendios forestales y salud humana. *In*: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. p. 305-313.
- Ramos, M., Martínez, W. 2009. Evaluación del combustible forestal. Proyecto: Desarrollo del sector forestal en Cuba. Universidad de Pinar del Río. p. 35.
- Renda, A. 2013. La vegetación forestal, los sistemas agroforestales y el manejo de cuencas hidrográficas en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-forestales. ISBN: 978-959-7210-33-7. p. 111.
- Sáenz, G., Finegan, B. 2000. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. *Manejo Forestal Tropical*. (15). CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 8.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Pablo Antonio Cabrera Rodríguez

Ingeniero Forestal, actualmente cursa la Maestría en Educación Ambiental en la Universidad Ignacio Agramonte Loynaz de Camagüey. Su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Prevención y combate de los incendios forestales y al Manejo de la regeneración natural de Pino macho. Ha participado en múltiples eventos científicos y talleres.

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.

ESPECIES APÍCOLAS PRESENTES EN LA FINCA LA UNIÓN, LA APLASTADA, GUISA, GRANMA

APICULTURAL SPECIES PRESENT IN THE FARM LA UNIÓN, LA APLASTADA, GUISA, GRANMA

M.Sc. MAGALYS ARCIA-CHÁVEZ, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRIN, M.Sc. ADONIS SOSA-LÓPEZ E ING. JORGE L. CARMONA-LICEA¹

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1¹/₂, La Soledad, Guisa, Granma, marciach@guisa.inaf.co.cu

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo durante el período 2013-2014 en la finca La Unión, comunidad La Aplastada, Sierra Maestra, Guisa, Granma, con el objetivo de inventariar las especies con potencial apícola. Se realizaron recorridos por el área resultando que el inventario florístico realizado está compuesto por 78 especímenes. Se realizaron entrevistas no estructuradas a nueve finqueros y 14 comunitarios, así como consultas bibliográficas para conocer la época de floración de las especies y la preferencia por las abejas. Los resultados arrojaron que existen 31 especies apícolas pertenecientes a 20 familias botánicas, de ellas las mejor representadas resultaron: Rutaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Caesalpinaceae, Sapindaceae, Malvaceae y Sterculiaceae con una diversidad baja y alta dominancia. La mayoría de las especies florecen en el 1er. semestre del año (enero-junio). Estos resultados aseveran la necesidad de que los finqueros incrementen las especies apícolas en sus áreas agrícolas y forestales, utilizando plantas que le proporcionen miel.

Palabras claves: especies apícolas, néctar, polen, floración.

INTRODUCCIÓN

La acelerada pérdida del hábitat natural y la fragmentación de bosques han traído serias consecuencias para la conservación de la biodiversidad en paisajes agrícolas (Tejeda *et al.*, 2010). Los bosques resultan ecosistemas de relevancia económica y social por las funciones

ABSTRACT

The research was carried out during the period 2013-2014 in the farm La Unión, La Aplastada, Sierra Maestra, Guisa, Granma, with the aim of inventorying species with apicultural potential. There were tours of the area resulting in the floristic inventory made up of 78 specimens. Nine structured interviews were conducted with nine farmers and 14 community members as well as bibliographical consultations to know the flowering season of the species and the preference for the bees. The results showed that there are 31 bee species belonging to 20 botanical families, of which the best represented, were: Rutaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Caesalpinaceae, Sapindaceae, Malvaceae and Sterculiaceae with low diversity and high dominance. Most species bloom in the first half of the year (January-June). These results assert the need for farmers to increase bee species in their agricultural and forest areas, using plants that provide honey.

Key words: bee species, nectar, pollen, flowering.

que desempeñan [Bosques de Cuba, 2007]. Sin embargo, por diversas razones con frecuencia estos se afectan, por lo que resulta de interés su protección y fomento, acciones a las que están convocadas muchas organizaciones de las Naciones Unidas [FAO, 1985].

La flora total de Cuba en plantas con flores (plantas superiores) es de alrededor de 6100 especies. Las plantas cuyas flores u otras partes son visitadas por las abejas y les aportan materiales usados por estas en la economía de la colonia, reciben el nombre de plantas melíferas. Aquí, como sucede en otros países, el número de las especies que intervienen en las grandes zafras de producción de miel es más bien reducido, aunque usualmente se juzga la importancia económica de una zona melera por la abundancia mayor o menor de las especies productoras de cosechas [Acuña, 1970].

Se denomina flora apícola al conjunto de plantas de cuyas flores las abejas obtienen néctar y polen. El conocimiento de dicha flora de cada región particular, la época, y duración de su floración y su valor relativo como fuente de néctar, polen o ambas sustancias a la vez, es indispensable para lograr buenos resultados en las cosechas [Ordetx, 1978].

Según Pérez (2007), la flora apícola está formada por el conjunto de plantas donde las abejas obtienen los productos necesarios para el sustento y mantenimiento de la colmena; comprende las plantas nectaríferas, poliníferas y resiníferas o proveedoras de las resinas necesarias para la elaboración de propóleos.

La biodiversidad incluye especies forestales, frutales y otras de alto potencial melífero, que a la vez sirven como alimento y abrigo para la fauna, muchas de ellas insuficientemente manejadas u olvidadas en los actuales planes de reforestación, lo que incide negativamente sobre la disponibilidad de flores que generen néctar para la producción de miel. Desde el punto de vista ecológico, esta producción aprovecha el recurso natural sin deterioro del ecosistema con la ventaja de que las abejas contribuyen a la reproducción de las especies que ellas visitan, y por lo tanto a su predominio y vigor [Escobar, 1995].

Las empresas dedicadas a la apicultura adolecen de un patrimonio forestal propio donde puedan establecerse plantaciones de especies potencialmente melíferas que garanticen néctar y polen de forma sostenida durante la mayor parte del año, por lo que la actividad se sustenta básicamente de la diversidad biológica natural.

Se conoce que hay más de 300 especies de plantas en Cuba que son visitadas por las abejas, pero solo un número reducido (entre 60 y 65) por su abundancia y presencia en diferentes zonas, es capaz de asegurar cosechas de alimento [Pérez, 2008].

Todas las plantas melíferas cubanas que aseguran cosechas de miel, excepto los cítricos y el piñón florido, son plantas silvestres de la flora autóctona; por tanto, en ese sentido y hacia esas especies se han dirigido las investigaciones y el conocimiento de la flora melífera cubana [Pérez, 2008].

Para el conocimiento de la flora melífera se ha trabajado en la determinación del potencial productivo de cada una de las especies melíferas cubanas principales, y también se han elaborado inventarios (mapas) territoriales como forma de conocer la distribución de esas especies y propiciar su máximo aprovechamiento [Pérez, 2008].

Resulta evidente la necesidad de realizar estudios multidisciplinarios e interinstitucionales, que permitan evaluar acertadamente la evidente degradación del patrimonio vegetal de las áreas boscosas del país [Pérez, 2008].

El área boscosa perteneciente a la finca La Unión, constituye un reservorio importante de especies que aportan numerosos servicios ambientales, entre los cuales se destaca su papel como protectoras de la biodiversidad, producción de madera y productos forestales no maderables, control de la erosión, moderan el clima, absorben CO₂ de la atmósfera y lo fijan en su biomasa y proporcionan sombra, abrigo y alimento para la fauna silvestre. En este sentido cobra una importancia significativa la producción de néctar por sus flores. El presente trabajo tiene por objetivo dar a conocer a través del inventario realizado las potencialidades de especies con valor apícola que posee la finca La Unión, La Aplastada, Guisa, sometida actualmente a trabajos de restauración mediante la técnica de *Forestería Análoga* desde el año 2013, con vistas a incorporarlas al diseño de trabajo a largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el período 2013-2014 en la finca La Unión, ubicada en

la comunidad La Aplastada Arriba, perteneciente al consejo popular Palma del Perro limita al norte con Agua Tapada, al este con Palma del Perro, al oeste con El Raudal y al sur con Arroyo Colorado, en los 20° 11' de la-

titud norte y los 76°26' de longitud oeste (en la hoja cartográfica Baire 4976 IV, 1:50000) (Fig. 1). Tiene un área aproximada de 13 ha y se encuentra entre las cotas de 480 y 598 msnm.

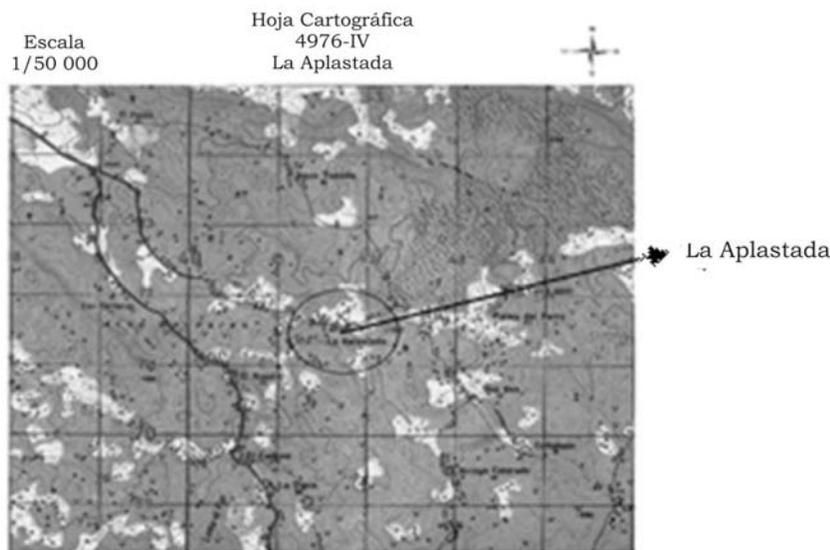


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca La Unión.

Para el registro de las especies se utilizaron tres de los doce principios de la FA (observar y registrar-comprender y evaluar) y conocer el terreno [Senanayake, 2005]. Para esto se realizaron recorridos por toda el área con la presencia del finquero.

Se efectuaron consultas documentales de la Flora Apícola de la América Tropical de Ordtx (1978) y *Manual Apícola* de Pérez (2007), el ABC de la Forestería Análoga [Hechavarría *et al.*, 2011], y para conocer sobre la situación actual de las especies melíferas en Cuba el documento sobre las principales medidas y tareas para abordar el problema del empobrecimiento de la flora melífera de Pérez (2008).

Para la identificación y la actualización de la nomenclatura botánica de las especies se consultó *Árboles de Cuba* [Bisse, 1988] y el *Catálogo de plantas* de Acevedo y Strong (2012).

Se realizaron entrevistas no estructuradas a 23 actores de la comunidad y las fincas (siete mujeres y siete hombres) para corroborar los criterios del conocimiento de las especies

melíferas en cuanto a su utilidad y la época de floración.

Las especies inventariadas fueron agrupadas por familias y géneros, seguido de la abundancia en número de ejemplares por especímenes y evaluadas la diversidad por el índice de Shannon y la Dominancia por el Índice de Simpson. Además, se realizó un análisis de estadística descriptiva para conocer la cantidad de especies en floración y el porcentaje que representa en los diferentes meses del año, tomando como base los estudios de Ordtx (1978) y *Manual apícola* de Pérez (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inventario de la flora melífera arrojó que en la finca La Unión existen 31 especies apícolas agrupadas en 20 familias botánicas, de ellas las mejor representadas resultaron Rutaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Caesalpinaceae, Sapindaceae, Malvaceae y Sterculiaceae. Se cuantificó el número de ejemplares por especies (Tabla 1).

TABLA 1
Diagnóstico de las especies apícolas presentes en la finca La Unión

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Familia</i>	<i>Número de ejemplares</i>
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Anacardiaceae	30
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	Anacardiaceae	5
<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	Palma real	Arecaceae	47
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Arecaceae	13
<i>Crescentia cujete</i> L.	Güira	Bignoniaceae	3
<i>Cordia geraschanthoides</i> O.F. Cook & G.N. Collins	Baria	Boraginaceae	1
<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg.	Almácigo	Burseraceae	30
<i>Cassia grandis</i> L. f.	Cañandong	Caesalpinaceae	2
<i>Cassia fistula</i> L.	Caña fistula	Caesalpinaceae	2
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth	Piñón amoroso	Papilionaceae	60
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) F. Muell.	Algarrobo del país	Mimosaceae	9
<i>Junglans jamaicensis</i> C.D.C.	Nogal	Jungladaceae	2
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Lauraceae	30
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásima	Sterculiaceae	23
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq) H. Karst.	Anacagüita	Sterculiaceae	5
<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Yamagua	Meliaceae	100
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Caoba	Meliaceae	15
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Meliaceae	70
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Ayúa	Rutaceae	30
<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> Macfad.	Yúa baria	Rutaceae	15
<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja agria	Rutaceae	30
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón	Rutaceae	3
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo	Sapindaceae	3
<i>Cupania americana</i> L.	Guarano	Sapindaceae	23
<i>Carica papaya</i> L.	Frutabomba	Caricaceae	2
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuereta	Euforbiaceae	75
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Marpacífico	Malvaceae	2
<i>Hibiscus elatus</i> L.	Majagua	Malvaceae	9
<i>Coffea arabica</i> L.	Café	Rubiaceae	8000
<i>Zyzygium jambos</i> L.	Poma rosa	Mirtaceae	15
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	Caimitillo	Sapotaceae	15

El índice de Shannon (0.49) indica una baja diversidad de especies apícolas presentes en la finca, lo cual es ratificado con el valor de la Dominancia del índice de Simpson (0.85)

que expresa una alta dominancia de especies como *Coffea arabica* (8000 ejemplares), *Guairea guidonea* (100), *Ricinus communis* (75), *Cedrela odorata* (70) y *Gliricidia sepium* (60). Este resultado se debe a que la finca constituye un predio agroforestal, donde el mayor interés es la producción de café. Además, la presencia de otras especies se debe a las utilidades que le ofrecen al campesino, dentro de las que cuentan el uso maderable, medicinal y alimenticio, por lo que todas las especies,

aunque tienen potencialidades apícolas, no son productoras de polen y néctar.

Se analizó la frecuencia absoluta, representando las especies por familias, siendo las más distintivas Rutaceae con cuatro especies, seguida de Meliaceae con tres, Anacardiaceae, Arecaceae, Caesalpinaceae, Sapindaceae, Malvaceae y Sterculiaceae con dos especies respectivamente. Las demás familias se representan en el área de estudio con una especie (Fig. 2).

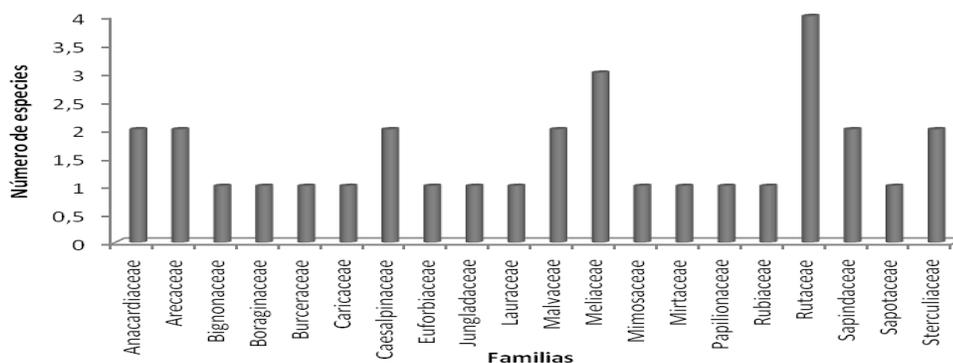


Figura 2. Cantidad de especies por familias botánicas.

La revisión bibliográfica, permitió realizar la clasificación de la flora apícola de la finca objeto de estudio, poblada por 28 especies nectaríferas, entre las que se destacan *Cordia gerascantus*, *Albizia saman*, *Persea americana*, *Zanthoxylum martinicense*, *Zanthoxylum elephantiasis* y *Citrus aurantium*, como especies altamente productoras de néctar y ocho poliníferas, destacándose *Junglans jamaicensis*, *Ricinus communis* y *Roystonea regia* como la reina por excelencia que asegura polen todo el año.

TABLA 2
Especies productoras de néctar y polen

No.	Nombre común	Productoras de:	
		Néctar	Polen
1	Mango	X	X
2	Ciruela	X	
3	Palma real	•	•
4	Coco	X	X
5	Güira	X	
6	Baría	•	
7	Almácigo	X	
8	Cañandong	X	
9	Caña fístula	X	

10	Piñón florido	X	
11	Algarrobo del país	•	X
12	Nogal		•
13	Aguacate	•	
14	Guásima	○	
15	Anacagüita	X	
16	Yamagua	○	
17	Caoba	○	
18	Cedro	X	
19	Ayúa	•	
20	Ayúa baría	•	
21	Naranja agria	•	
22	Limón	○	
23	Mamoncillo	X	
24	Guarano	X	
25	Frutabomba	X	X
26	Higuereta		•
27	Marpacífico	X	
28	Café	X	
29	Majagua	X	
30	Poma rosa	X	
31	Caimitillo		X

X: Productora. •: Alta productora. ○: Baja productora.

Las especies se encuentran desigualmente representadas en su distribución numérica, llegando algunas a contar con pocos individuos en el área. Además, se incluyen taxones dudosos en cuanto a la producción de néctar por la escasa afluencia de abejas a sus flores, como son *Zanthoxylum elephantiasis*, *Swietenia mahagoni* y *Guazuma ulmifolia*; esta última considerada planta de sostén por permitir a la colonia sostenerse en periodos de transición y florecer en épocas de escasas floraciones [Ordetx, 1978], además de la *Roystonea regia*, «una verdadera garante de la producción de néctar y polen» [Pérez, 2007].

Los periodos de floración fueron obtenidos según los criterios de los entrevistados; sin embargo, existen especies como cocotero, palmas,

caoba, cedro y mamoncillo en que el período de floración no coincide con los resultados en 15 años de observaciones fenológicas en la localidad de Guisa para 51 especies forestales. Para todos los casos coincide con el período de fructificación [Hechavarría, 2000], aunque no se debe descartar los impactos de la variabilidad climática.

A partir de las informaciones obtenidas se determinó la cantidad de especies florecidas en los diferentes semestres. La Fig. 3 muestra la mayor cantidad de especies que florece en el primer semestre, representativo del 82 %, lo que corrobora lo planteado por Rodríguez *et al.* (2004), donde plantea que el segundo semestre del año es el más pobre en cuanto a la disponibilidad de flores que generen néctar.

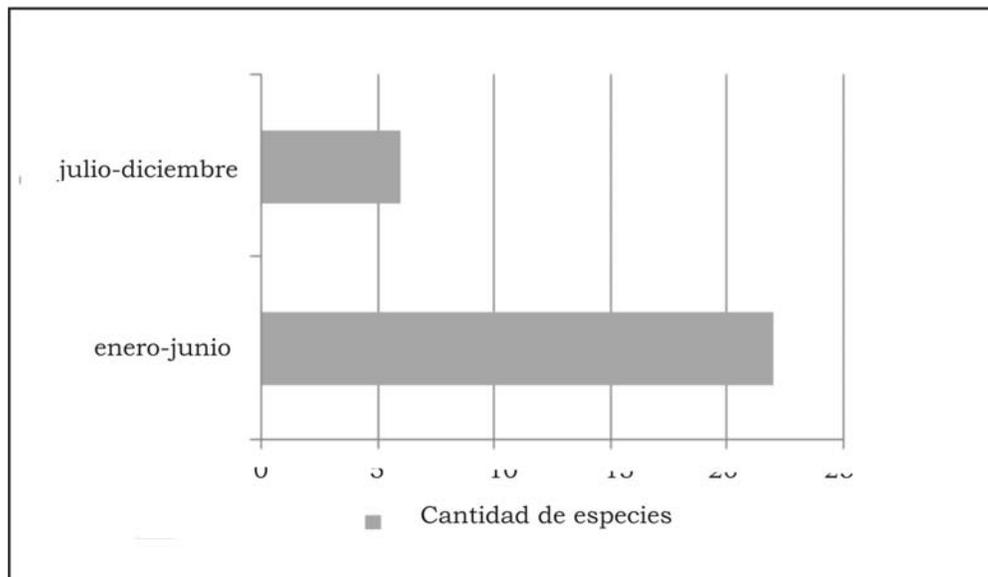


Figura 3. Número de especies en floración en la finca La Unión.

Estos resultados coinciden con los alcanzados por Arévalo (2015), quien plantea que la mayor floración en la finca El Corojito es en el primer semestre, haciendo énfasis en *Guazuma ulmifolia* con 2200 ejemplares, siendo una de las especies mejor representadas conjuntamente con *Cordia geraschanthus* con 750 y *Cordia collococca* con 65 ejemplares, floreciendo en el período junio-agosto. Existen especies como la palma real y el cocotero que mantienen su floración todo al año, pero poseen picos de floración en el segundo semestre del año [Hechavarría, 2000].

De las entrevistas efectuadas a los actores comunitarios, existen coincidencias por lo expuesto por Ordetx (1978) y Pérez (2007) en cuanto a la época de floración y preferencia de las abejas por las flores. La participación de mujeres y hombres en la investigación incrementó la cooperación y facilitó la obtención de información.

Arévalo (2015) refirió que de 12 especies registradas en el «Diagnóstico de las especies arbóreas apícolas presentes en la finca agro-forestal El Corojito», ocho florecen en el período febrero-marzo, representando el mayor número de especies para el primer semestre.

Los resultados evidencian lo planteado por Pérez (2008), al exponer que «es imprescindible pasar de simples espectadores a actores, y recuperar el protagonismo de los apicultores y las restantes ramas de la agricultura, en la protección y fomento del patrimonio apícola cubano, que es también parte del patrimonio florístico nacional, sometidas a los efectos degradantes de la actividad humana y del cambio climático, lo que ha estado repercutiendo negativamente en la productividad apícola de nuestros ecosistemas», por lo que se recomienda incrementar las especies productoras de néctar y polen en áreas agrícolas, proporcionando medios de vida a la flora insectil para asegurar la polinización y contribuir al aumento de cosechas, haciendo énfasis en la plantación de especies que florecen en el segundo semestre y que no se encuentran representadas en la finca.

CONCLUSIONES

- Los resultados en la finca La Unión permitieron identificar 31 especies apícolas, que representan el 41 % del total de las especies inventariadas, lo cual indica una baja riqueza y una alta dominancia de algunas especies, por lo que es necesario incluir en el diseño de restauración de la finca un mayor número de especies que aporten un mayor valor agregado al finquero y al entorno.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed plants of the West Indies. Smithsonian Institution Scholarly Pres. No. 98. 1221p.
- Acuña, G.J. 1970. Plantas melíferas de Cuba. Serie Agrícola No. 14. La Habana. Academia de Ciencias de Cuba. p. 5-25.
- Arévalo V., *et al.* 2015. Especies arbóreas apícolas en la finca agroforestal "El Corojito", municipio Guisa. Revista Agricultura Orgánica (CU) 21(1): 20.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Escobar, J. 1995. La biodiversidad un tema de interés para los empresarios. Boletín sobre Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. No 10. CATIE. Costa Rica. 6 p.
- FAO. 1985. Plan de Acción Forestal Tropical. Roma. Italia. Ediciones FAO. 7 p.
- Hechavarría, O., Toirac, W., Perini, N. 2011. ABC de la Forestería Análoga. Biblioteca ACTAF. Editorial Agroecológica. 30 p.
- Hechavarría, O., *et al.* 2000. Calendario fenológico de 51 especies forestales de Cuba. Revista Forestal Centroamericana (CR) 30(23): 5-8. Abril-junio.
- Ordetz, R.G. 1978. Flora Apícola de América Tropical. Un estudio de las plantas que visitan las abejas en busca de néctar y polen. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 333 p.
- Pérez, A. 2007. Manual de Apicultura. Agrinfor. Estación Experimental Apícola. GEAM. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 154 p.
- Pérez, A. 2008. Principales medidas y tareas para abordar el problema del empobrecimiento de la flora melífera. Ministerio de la Agricultura. Grupo empresarial de Agricultura de Montaña. Centro de Agricultura de Montaña. Centro de Investigación Apícola El Cano, Arroyo Arena, La Lisa. Ciudad Habana. 3 p.
- RIFA. Red Internacional de Forestería Análoga. 2008a. Manual práctico de Forestería Análoga. Editorial Quito – Ecuador. 38 p.
- RIFA. Red Internacional de Forestería Análoga. 2008b. La Gran Guía de la Forestería Análoga. Canadá. Editorial Centro Falls Brook Centre. 21 p.
- Rodríguez, J.L. y col. 2004. Caracterización de la flora del bosque natural de la Estación Experimental Forestal Guisa. Tatascán. Revista Técnico-Científica de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (HN) 16(1): 87.
- Roig, J.T. 1965. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. Tomos I y II. La Habana. Editorial del Consejo Nacional de Universidades. 1142 p.
- Senanayake, R. 2005. Principles of Analog Forestry. Tabloide de Universidad para Todos. Bosques de Cuba. 2007. Parte I. 16 p.
- Tejeda, C., Silva, E., Barton, J.R., Sutherland, W.J. 2010. Why shade coffee does not guarantee biodiversity conservation. Ecology and Society (CA) 15(1): 13.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Magalys Arcia Chávez

Licenciada en Agronomía, máster en Ciencia en Educación Ambiental, profesora asistente adjunta de la Universidad de Granma, ha dirigido y participado en diferentes proyectos de corte ambiental. Tiene dos resultados registrados en el Centro Nacional de Derecho de Autor. Realizó posgrados en Nomenclatura vegetal, Problemas sociales de la ciencia y la tecnología, Proyectos de desarrollo, Metodología de la investigación, Didáctica de la enseñanza superior, Comunicación en lo cotidiano, entre otros. Es autora de publicaciones científicas sobre temas medioambientales y de conservación de recursos naturales.

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.

RETENCIÓN DE CARBONO POR EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL CIENFUEGOS

RETENTION OF CARBON FOR THE FOREST HERITAGE OF THE INTEGRAL FOREST COMPANY CIENFUEGOS

M.Sc. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE,¹ M.Sc. LILIANA CABALLERO-LANDÍN,¹ ING. ALQUILIO MOSQUERA-FIGUEROA,¹ DR.C. ALICIA MERCADET-PORTILLO² Y DR.C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Placetás. Oliver, Placetás, Villa Clara, Cuba, lianrora@forestales.co.cu

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

RESUMEN

Se analiza el patrimonio de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos (EFIC), determinándose la cantidad de carbono retenido, así como los cambios esperables dentro de 10 años. Para esto fue utilizada la versión 2.15 del sistema automatizado para las estimaciones del carbono retenido en el año base (SUMFOR v-2.15). La EFIC acumulaba 7454,7 Mt de carbono en su año base 2012, estimándose para 2022 unos 13 882,5 Mt, aumentando su potencial de retención en 6428,8 Mt, siendo los bosques naturales y las plantaciones establecidas los componentes del patrimonio que más contribuyeron. Se debe ejecutar la implementación de un plan para identificar aquellas actividades que alteran o modifican negativamente el incremento de la acumulación del carbono para el período de 10 años. Se recomiendan como alternativas de mitigación a seguir, aumentar el IMA de los bosques naturales en 1 m³/ha/año y reducir otras talas en un 50 % como fundamentales, o una combinación de alternativas.

Palabras claves: retención, carbono, línea base, mitigación.

INTRODUCCIÓN

A escala mundial la deforestación en los trópicos y el resurgimiento de bosques en las zonas templadas y partes de la zona boreal constituyeron los factores principales responsables de las emisiones y eliminaciones de CO₂, respectivamente. Las actividades de mitigación para reducir las emisiones de fuentes y el aumento de las eliminaciones mediante sumideros en el

ABSTRACT

The patrimony of the Integral Forest Company of Cienfuegos (EFIC) is analyzed being determined the quantity of retained carbon as well as its expectable changes in 10 years. For this, it was used the version 2.15 of the automated system for the estimates of the carbon sink (SUMFOR v-2.15). In its base year 2012 the EFIC accumulates 7454,7 Mt of carbon, being estimated by the year 2022 around 13 882,5 Mt, increasing its sink potential in 6428,8 Mt; where the natural forests and the established plantations are the patrimony components that more contribute. The implementation of a plan should be executed to identify those activities that alter or modify the increment of the accumulation of the carbon negatively for the 10 year period. As fundamentals strategies of mitigation, the increment in 1 m³/ha/year of IMA in natural forest and reducing the harvesting because other cuttings in 50 % are recommended.

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

sector forestal tienen una secuencia temporal de acciones características y costos, y beneficios de carbono. Respecto a una línea de base, las ganancias a corto plazo más altas siempre se alcanzan mediante actividades de mitigación destinadas a evitar las emisiones (reducir la deforestación o degradación, protección contra incendios, reducción de la quema, etc.). Todas

las actividades de gestión forestal destinadas a aumentar el nivel de densidad de carbono *in situ* y a escala del terreno constituyen prácticas comunes que son técnicamente viables. 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].

El aumento de la cobertura forestal en Cuba en el período 2000 y 2009 en un 4 %, representó un aumento acumulado de las remociones nacionales de 4,13 Tg-C, con respecto a 2000 [Álvarez *et al.*, 2011]. 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 con el objetivo de determinar la línea base de las mismas y el desarrollo de metodologías que conlleven a la acumulación, más

que a la liberación, del carbono en sus áreas. Como ejemplo de casos de estudios tenemos los realizados en la EFI Baracoa [Ajete *et al.*, 2006], EFI Ciego de Ávila [Mercadet *et al.*, 2015], EFI Villa Clara [Hernández *et al.*, 2012], EFI Maya-beque [Cordero *et al.*, 2004], entre otros.

Con vistas a continuar con este propósito se realiza este trabajo con el objetivo de proyectar la línea base de retención de carbono de la EFIC 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 remoción de carbono y selección de alternativas de mitigación fue llevado a cabo en el patrimonio forestal de la EFIC, ubicada en la provincia de Cienfuegos. Para su análisis se tomó el total del área ocupada por la empresa (Fig. 1).

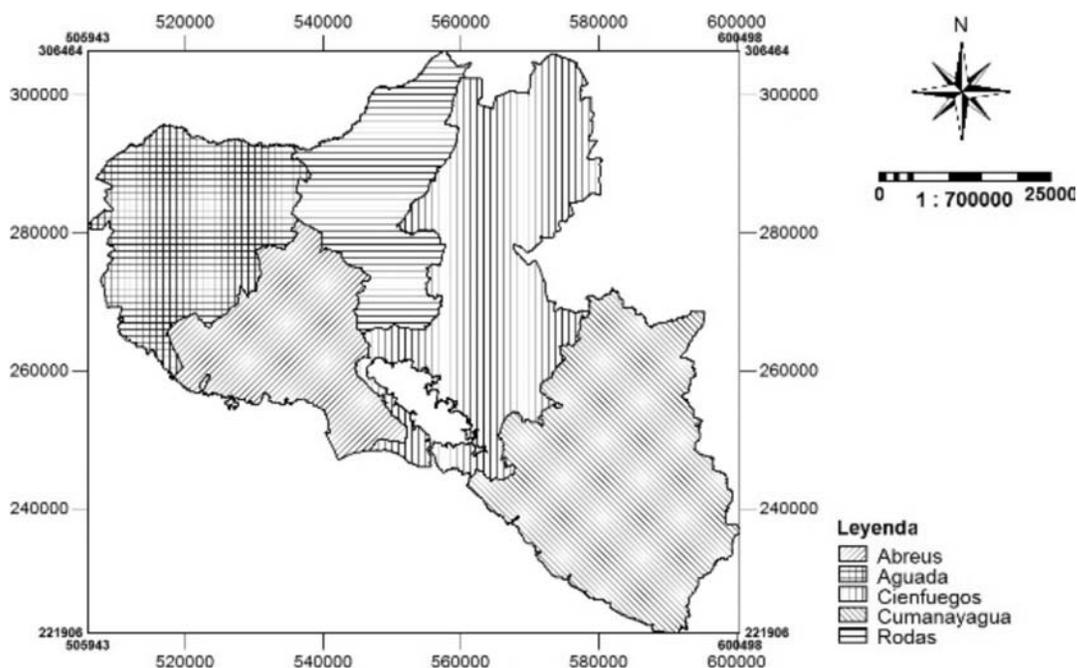


Figura 1. Ubicación de las unidades silvícolas en la EFIC.

La EFIC, ubicada entre los 21°49'37,14" N-80°55'50,44" W y los 22°34'58,05" N-80°00'30,25" W, cuenta con una superficie total de 41 409,6 ha, de las cuales 40431,64 ha están consideradas

como áreas forestales (97,64 %) y 978 ha consideradas como inforestales (2,36 %). Al analizar el total de bosques se puede decir que el 69 % son protectores de aguas y suelos, 20,6 % son

protectores del litoral y 10,3 % son productores. La precipitación media anual acumulada está alrededor de los 1457 mm, con una temperatura media anual de 23,3 °C [DNF, 2006]. Para el estudio de caso fue usada la información de la dinámica forestal de la EFIC correspondiente a 2012 [DNF, 2012].

Para el análisis de la información fue utilizada la versión 2.15 del sistema automatizado para las estimaciones del carbono retenido en el año base (SUMFOR v-2.15), desarrollado por Álvarez y Mercadet (2008), que además de dar respuesta adecuada a la demanda existente, incluye valores apropiados para las especies en cuanto a densidad de la madera y coeficiente de carbono [Álvarez, A. *et al.*, 2011]. Con este sistema se pudo estimar la línea base de retención de carbono para un período de 10 años, 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, se usó como simulador de alternativas de mitigación, donde se evaluaron las siguientes: 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la acumulación del carbono retenido por las áreas del patrimonio forestal de la EFIC pueden ser observados en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Acumulación de carbono en el patrimonio de la EFIC

<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	841,7	47,5	633,8	1523,0	274,4
Plantaciones en desarrollo				9,8	11,6
Bosques naturales	1650,8	273,9	3729,6	5654,4	177,4
Área por (re)forestar	52,1		73,8	125,9	64,8
Área inforestal	6,1		94,9	101,0	103,2
Empresa	2591,4	321,4	4532,1	7454,7	

El patrimonio de la EFIC (41 409,6 ha) retiene un total de 7454,7 Mt de carbono en su año base. De ellas, el 93 % corresponde a superficie cubierta de bosque (38 489,6 ha), las cuales acumulan el 96 % del carbono retenido (7187,2 Mt), siendo las áreas de bosques naturales (32 101,4 ha) las que más acumulan, seguido de las áreas de plantaciones establecidas (5549,6 ha).

Aun cuando las áreas de bosques naturales acumulan la mayor cantidad de carbono, tienen un promedio por hectárea (177,4 t/ha) por debajo de las plantaciones establecidas (274,4 t/ha). Esto se debe al manejo intensivo a que son sometidas las plantaciones y a su elevada concentración de biomasa [Álvarez *et al.*, 2011].

En el caso de los bosques naturales, el 66 % del carbono acumulado se encuentra en el suelo (3729,6 Mt), en la biomasa solo el 29 % (1650,8 Mt) y en el resto en la necromasa (5 %). En las plan-

taciones establecidas la relación de carbono se encuentra más equilibrada, con un 55 % del carbono acumulado en la biomasa (841,7 Mt) y el 42 % en el suelo (633,8 Mt); el resto formando parte de la necromasa (3 %).

En la EFIC, las áreas por reforestar en el año base se encuentran en el orden de 1942 ha. El aporte que realizan al balance de carbono la vegetación y el suelo de estas áreas es significativo, aun cuando solo asciende al 1,7 % (125,9 Mt) con un promedio de 64,8 t/ha (*Tabla 1*), un poco por encima de los reportes realizados de 50 t/ha por Ajete (2006) en la EFI Baracoa, y Cordero *et al.* (2004), quien reportó 52,99 t/ha, en áreas de la EFI Mayabeque.

Con relación al área inforestal, la EFIC cuenta con 978 ha que representan un 1,4 % del área total de la empresa. Si analizamos el carbono acumulado en estas (101,0 Mt), se puede ob-

servar que la mayor cantidad (94 %) proviene del carbono en el suelo y el resto (6 %) de la biomasa (Tabla 1). Similares resultados fueron alcanzados por Ajete (2006) en cuanto a la distribución del carbono en este tipo de bosque, en un estudio realizado en la EFI Baracoa.

En general, después de analizar los diferentes componentes a nivel del patrimonio, podemos decir que el 61 % del carbono acumulado pro-

viene del carbono en el suelo y el 35 % de la biomasa; el restante 4 % es aportado por la necromasa (Tabla 1).

La evaluación de la distribución del carbono retenido por las diferentes formaciones forestales muestra que las formaciones pluvisilva (40 %), semicaducifolio sobre suelo calizo (30 %) y la manigua costera (15 %) acumulan casi la totalidad del carbono retenido por las áreas de bosques naturales (Tabla 2).

TABLA 2
Acumulación de carbono por formación forestal

Formación	Biomasa (Mt)	Necromasa (Mt)	Suelo (Mt)	Total (Mt)	%	Promedio (t/ha)
Manglar	176,9	15,2	0,0	192,1	3,4	108,0
Manigua costera	267,7	38,3	552,0	857,9	15,1	191,2
Pluvisilva	699,6	102,5	1477,2	2279,3	40,0	189,8
Semicaducifolio ácido	28,7	4,0	57,3	90,0	1,6	193,1
Semicaducifolio calizo	390,4	86,7	1250,6	1727,8	30,3	169,9
Semicaducifolio mal drenado	126,0	26,7	385,2	538,0	9,4	171,8
Uveral	2,3	0,5	7,4	10,2	0,2	170,0
Total	1691,6	273,9	3729,6	5695,2	100,0	

De las siete formaciones forestales presentes en la EFIC, el manglar es el que menor acumulación promedio de carbono muestra, 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 de las categorías de bosques presentes en la EFIC como sumideros de carbono se presenta en la Tabla 3.

TABLA 3
Acumulación de carbono por categoría de bosque

Formación	Biomasa (Mt)	Necromasa (Mt)	Suelo (Mt)	Total (Mt)	%	Promedio (t/ha)
Productor	110,9	28,1	396,7	535,7	9,4	162,4
Prot. Ag./Suelos	1182,8	189,3	2684,9	4056,9	71,2	182,9
Protectores del litoral	398,0	56,5	648,1	1102,6	19,4	166,5
Total	1691,6	273,9	3729,6	5695,2	100,0	

Como se reporta en la literatura [Álvarez et al., 2011], los bosques protectores de aguas y suelos de la EFIC también actúan como los sumideros de carbono principales del área con el 71 % (4056,9 Mt) del carbono acumulado. En el caso de los bosques protectores del li-

toral, ocupan el segundo lugar con el 19 % del carbono acumulado, considerando que 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 EFIC los bosques productores

solo almacenan el 9 % del carbono total de los bosques naturales del área.

La acumulación de 1523 Mt con que las plantaciones de la EFIC contribuyen como sumideros de carbono, recae fundamentalmente sobre las especies *Eucalyptus* sp. con un 40 % del total del carbono retenido. Cabe señalar que el 51 % de este carbono (307,34 Mt) es acumulado por el suelo de la plantación y solo el 46 % (277,79 Mt) proviene de la biomasa (Tabla 4). Otra especie que contribuye con este carbono acumulado es

Pinus caribaea Morelet var. *caribaea* B. & G con el 35 % del carbono total. En esta especie ocurre lo contrario que con el eucalipto en cuanto a la retención del carbono. En este caso el suelo de la plantación solo contribuye con el 17 % (90,88 Mt) del carbono acumulado, mientras que la biomasa retiene el 81 % (440,19 Mt). El resto (2 %) se encuentra en la necromasa. Otras dos especies como *Casuarina equisetifolia* (Linn.) Forst. y *Albizia* sp. contribuyen con el 16 %, mientras las restantes acumulan hasta un 7 %.

TABLA 4
Acumulación de carbono por especie en las plantaciones establecidas

Especie	Biomasa (Mt)	Necromasa (Mt)	Suelo (Mt)	Total (Mt)	%	Promedio (t/ha)
<i>Eucalyptus</i> sp.	277,79	21,32	307,34	606,45	39,82	242,70
Pino macho	440,19	9,83	90,88	540,90	35,52	476,14
Casuarina	51,30	5,28	76,19	132,77	8,72	214,36
<i>Albizia</i> sp.	44,03	5,60	80,68	130,31	8,56	198,67
Caoba de Honduras	3,74	1,31	18,87	23,92	1,57	155,90
Roble blanco	1,60	1,12	15,42	18,14	1,19	144,67
Teca	5,59	0,52	7,24	13,36	0,88	226,81
Majagua sp.	4,23	0,47	6,89	11,59	0,76	207,05
Caoba antillana	4,19	0,49	6,85	11,53	0,76	206,95
Ipil-ipil	2,99	0,34	4,96	8,28	0,54	205,58
Soplillo	0,59	0,34	5,12	6,05	0,40	145,52
Algarrobo del país	0,41	0,27	3,95	4,63	0,30	144,21
Dagame	2,55	0,13	1,92	4,60	0,30	295,10
Caoba africana	0,80	0,19	2,67	3,65	0,24	168,31
Cedro	0,46	0,08	1,09	1,63	0,11	182,82
Yarúa	0,12	0,07	0,97	1,17	0,08	147,61
Acacia	0,22	0,06	0,79	1,06	0,07	165,55
Roble sp.	0,40	0,02	0,31	0,73	0,05	291,93
Bambú	0,07	0,04	0,57	0,68	0,04	146,91
Ocuje	0,27	0,02	0,23	0,52	0,03	276,26
Gmelina	0,07	0,02	0,31	0,39	0,03	157,99
Mangle rojo	0,03	0,01	0,18	0,23	0,01	151,06
Marañón	0,01	0,01	0,16	0,18	0,01	140,42
Azulejo	0,01	0,01	0,11	0,13	0,01	145,98
Palma real	0,02	0,00	0,06	0,09	0,01	173,66
Total	841,69	47,55	633,75	1523,00	100	

Si asumimos que en un lapso de 10 años la EFIC mantiene un manejo similar en las áreas que administra, podemos decir que la misma mantendría, según el indicador de manejo sos-

tenible [Herrero *et al.*, 2005], una calificación de sobresaliente en cuanto a la contribución a la reducción del incremento del efecto invernadero y a la estabilización del cambio climático.

En este período el carbono retenido en la EFIC variará de 7454,7 Mt en 2012 a 13 882,5 Mt en 2022, aumentando su potencial de retención en 6428,8 Mt, con un promedio anual de 1388,25 Mt. No obstante, podemos decir que la contribución

de los bosques naturales sería la que se incrementaría y mantendría esta calificación de la empresa. En caso de las plantaciones en desarrollo, se mantendría constante. Los demás indicadores decrecen dentro del periodo (Tabla 5).

TABLA 5
Variación general del carbono retenido (MtC) por cada componente de la línea base

Variables	Años										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Áreas info-restales	101,0	99,2	97,5	95,8	94,1	92,5	90,9	89,3	87,7	86,0	84,4
Áreas por reforestar	125,9	120,1	114,3	108,4	102,6	96,8	91,0	85,2	79,4	73,6	67,8
Plantac. en desarrollo	9,8	11,5	13,2	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Plantac. establecidas	1523,0	1463,2	1402,7	1341,6	1296,9	1252,3	1207,8	1163,6	1119,5	1075,5	1031,8
Bosques naturales	5695,2	6211,8	6930,9	7650,0	8369,1	9088,1	9807,2	10526,3	11245,4	11964,5	12683,5
Total	7454,7	7905,8	8558,6	9210,8	9877,7	10544,7	11212,0	11879,4	12546,9	13214,6	13882,5

Aun cuando la EFIC mantenga su calificación de sobresaliente, debe hacer un análisis del potencial de retención de carbono reflejado en su línea base para identificar qué actividades influyen positiva o negativamente en su plan de retención de carbono en el período, para planear una estrategia de mitigación que mejore el balance presente y futuro de carbono en su patrimonio.

De las alternativas valoradas, se recomienda aumentar el incremento medio anual (IMA) de los bosques naturales en 1 m³/ha/año y reducir en un 50 % el aprovechamiento por otras talas como fundamentales (6 % y 5 %, respectivamente, de mejora con relación a la línea base), o una combinación de alternativas (15 % de mejora) (Fig. 2).

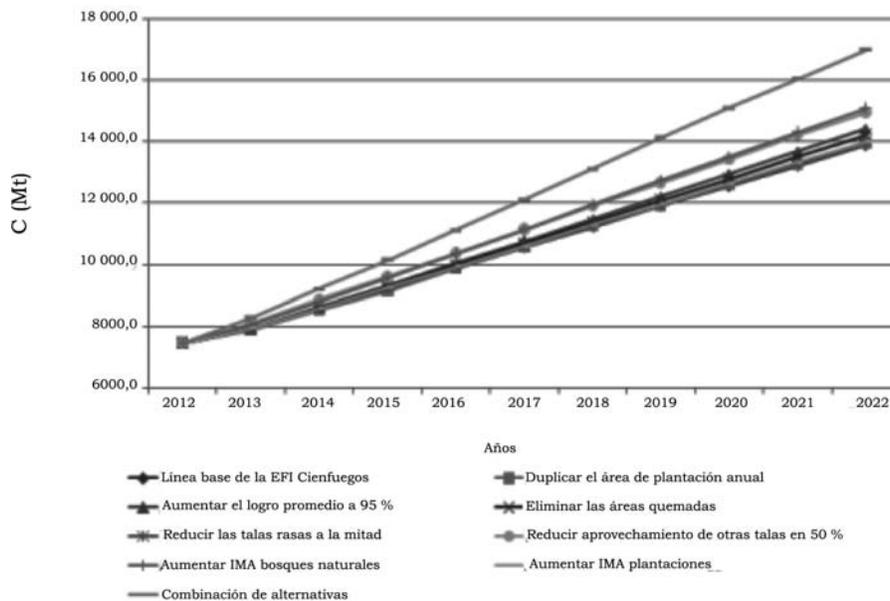


Figura 2. Alternativas de mitigación de la EFI Cienfuegos.

Sin embargo, la elección de la alternativa de mitigación adecuada a seguir estaría en dependencia no solo de su efecto sobre las emisiones de carbono, sino también de los costos en los que incuriría la EFIC para poder llevarla a cabo. Aun cuando el aumento del IMA de los bosques naturales en 1 m³/ha/año resulta ser la alternativa más prometedor, 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 de su ejecución. Sin embargo, una combinación de las alternativas como reducir el aprovechamiento de otras talas en un 50 % y eliminar las áreas quemadas, podrían redundar en una mejora de la retención de carbono del 7 % (220 Mt), pudiéndose observar al siguiente año de implementada. Si consideramos que anualmente el promedio de áreas quemadas es de 126 ha y de ellas el 90 % corresponde a áreas de plantaciones establecidas y en desarrollo, podríamos decir que la EFIC evitaría que se quemaran 113 ha de plantaciones de su patrimonio, resultado ambiental que la empresa podría añadir al éxito de su gestión productiva [Ajete *et al.*, 2006].

CONCLUSIONES

- La EFIC acumula en su año base unas 7454,7 Mt de carbono, donde los bosques naturales y las plantaciones establecidas son los componentes del patrimonio que más aportan a su línea base.
- Del total de carbono acumulado, el 61 % proviene del carbono en el suelo y el 34 % de la biomasa.
- Las especies que más aportan son *Eucalyptus* sp. con un 40 % y *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* B. & G. con el 35 % del total del carbono retenido.
- Para un período de 10 años se prevé que la línea base de la EFIC aumente su retención en 6427,8 Mt de carbono, principalmente del carbono acumulado por los bosques naturales.
- Se recomiendan como alternativas para aumentar el potencial de retención de carbono, aumentar el IMA de los bosques naturales en 1 m³/ha/año y reducir en un 50 % el aprovechamiento por otras talas como fundamentales, o una combinación de alternativas.

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 v2.14. 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. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 8 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. Technical Summary. In Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 103 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, Año 4, No. 6.
- Dirección Nacional Forestal? (DNF). 2006. Proyecto de Ordenación. Información digital del proyecto de ordenación de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos. EFIC, Cienfuegos, Cuba. 63 p.
- Dirección Nacional Forestal? (DNF). 2012. Dinámica de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba. 22 p.
- Herrero, J.A., *et al.* 2005. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. Una visión de futuro. La Habana. AGRINFOR. 55 p.
- Hernández, A., Caballero, L., Álvarez, A., Mercadet, A. 2012. Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Villa Clara. Primera aproximación. Revista Forestal Baracoa (CU) 31(1): 41-50.
- Mercadet, A., *et al.* 2006. Remoción de carbono por el patrimonio forestal cubano: la Empresa Forestal Integral Ciego de Ávila. Revista Forestal Baracoa (CU) 34(1): Enero-Junio.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Andrés Hernández Riquene

Máster en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales, investigador agregado del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, trabaja en la temática de Aprovechamiento forestal y cambio climático. Profesor instructor, ha impartido cursos de Aprovechamiento Forestal, principalmente en el uso de los Sistema de Información Geográfica en la actividad forestal. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

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

ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDADES Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN GENÉTICA ADITIVA Y FENOTÍPICA EN *PINUS CUBENSIS* GRISEB.

ESTIMATION OF HEREDABILITIES AND COEFFICIENTS OF ADDITIVE AND PHENOTYPIC GENETIC VARIANCE IN *PINUS CUBENSIS* GRISEB.

ING. WILDEN LAHERA-FERNÁNDEZ

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agroforestal Guisa. Km 1,5, Carretera a Victorino, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, wlaheraf@fguisa.inaf.co.cu

RESUMEN

En el marco del programa de mejora genética de Pinus cubensis Griseb, iniciado en Santiago de Cuba, Holguín y Guantánamo a partir de 1970, una vez seleccionada la población de mejora se estableció el banco clonal, plantándose cinco pruebas de progenies de polinización abierta en años consecutivos desde 1977 hasta 1981, y la última en 1986; El objetivo de la investigación consistió en estimar en edades comprendidas entre 13 y 22 años las heredabilidades alcanzadas en sentido amplio, estricto e individual, así como los coeficientes de variación genética aditiva y de variación fenotípica en los seis ensayos de progenies. Los resultados mostraron un control genético relativamente fuerte para los caracteres de crecimiento evaluados (altura total, diámetro a 1,30 m y volumen total con corteza), existiendo además una marcada variabilidad en la población base, lo que manifiesta a esa edad y en las condiciones ambientales ensayadas la posibilidad de desarrollar mejora por selección.

Palabras claves: *mejora genética, Pinus cubensis, variabilidad.*

INTRODUCCIÓN

Entre las cuatro especies de pino que crecen en Cuba, *Pinus cubensis* Griseb. es una especie endémica, cuya distribución natural se extiende por las regiones Nipe-Sagua-Moa-Baracoa. En la meseta Pinares de Mayarí crece sobre suelo ferrítico rojo oscuro típico [Hernández *et al.*, 1999], y esta formación de Pinar desde el punto de vista económico-industrial es la más importante para la Empresa Agro-Forestal Mayarí.

ABSTRACT

In the mark of the Program of Improvement Genetics of Pinus cubensis Griseb, begun in Santiago of Cuba, Holguín and Guantánamo starting from 1970, once selected the population of improvement, the settled down a bank clonal, five tests of pollination offspring opened up in serial years being planted, from 1977 until 1981, and the last one test in 1986; The objective of the investigation consisted on estimating in ages understood between the 13 and 22 years the heritability reached in wide, strict and individual sense, as well as the coefficients of variation genetic additive and of variation phenotypic in the six rehearsals of offspring. The results showed a relatively high genetic control for the evaluated characters of growth (total height, diameter to 1,30 m and total volume with bark), also existing a marked variability in the population bases, what would allow to this age to develop the improvement for selection.

Key words: *improves genetics, Pinus cubensis, variability.*

Los trabajos para el mejoramiento genético de los rendimientos maderables con esta especie fueron iniciados en las provincias de Holguín y Guantánamo a principios de la década de 1970, llegándose a seleccionar para este fin 135 árboles plus en toda el área de distribución de la especie, se creó el banco de germoplasma para la producción de madera, dos pruebas de procedencias, seis pruebas de progenies

por polinización abierta y un huerto semillero clonal.

Actualmente en esta zona existe un volumen significativo de plantaciones de pino nativo (más de 1000 ha), desarrollándose con buen vigor en condiciones normales, según Expediente de Perfeccionamiento Empresarial (2014).

Álvarez *et al.* (1990) publicaron estimaciones de heredabilidades y ganancias genéticas alcanzadas en una prueba de progenies por polinización abierta de 26 familias con 10 años de edad. También Lahera *et al.* (2007) presentaron informaciones de heredabilidad sobre *P. cubensis* Griseb.

Dando continuidad a las investigaciones sobre mejora genética iniciada con la especie, el trabajo tuvo como objetivo estimar heredabilidades, coeficiente de variación genética aditiva y coeficiente de variación fenotípica en los ensayos de progenies de *Pinus cubensis* Griseb. en edades más avanzadas, entre los 13 y 22 años de edad, bajo las mismas condiciones ambientales, pero incluyendo seis estudios de progenies semifratrías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los seis ensayos de progenies se establecieron en zonas de topografía relativamente llana, a una altitud promedio de 660 msnm, sobre un suelo ferrítico rojo oscuro típico [Hernández *et al.*, 1999], sustentado por rocas de tipo serpentinita, friable con buen drenaje, característico de la meseta Pinares de Mayarí. Las variables climáticas con promedio histórico en los últimos 10 años mostraron el siguiente comportamiento: la temperatura media anual del aire osciló entre 24,0 y 26,0 °C, las precipitaciones anuales promedio acumuladas alcanzaron los 1671,6 mm y la humedad relativa entre el 77 y 87 %.

Las seis pruebas de progenies establecidas en 1977, 1978, 1979, 1980, 1981 y 1986 fueron de polinización libre, o sea, solo se conoce el origen materno de las descendencias.

La preparación del sitio para el montaje de los estudios de progenies ubicados en la localidad de referencia consistió en desbroce con chapeadora mecánica rotativa, subsolación a una profundidad de 50 cm, en surcos separados a una distancia de 3 m, luego trazado del diseño de bloques completos al azar con parcelas mo-

no-árbol para los cinco primeros experimentos y bloques completos al azar con parcelas multiárbol para el sexto ensayo.

El material genético con el que se trabajó, representado por las descendencias de los genotipos (árboles plus), incluidos en los ensayos por año, fueron:

- a) Prueba de progenies de 1977: 33 genotipos más un testigo de lote local comercial.
- b) Prueba de progenies de 1978: 14 genotipos más un testigo de lote local comercial.
- c) Prueba de progenies de 1979: 29 genotipos más un testigo de lote local comercial.
- d) Prueba de progenies de 1980: 16 genotipos más un testigo de lote local comercial.
- e) Prueba de progenies de 1981: 12 genotipos más un testigo de lote local comercial.
- f) Prueba de progenies de 1986: 24 genotipos más un testigo de lote local comercial.

Los cinco experimentos de progenies establecidos en campo identificados con las letras *a*, *b*, *c*, *d*, y *e* se diseñaron y plantaron con estructura de bloques completos al azar en parcelas mono-árbol, por lo que fue necesario agruparlos estadísticamente en bloques completos al azar, utilizando la opción de clasificación en *Conglomerados de K Medias* del paquete estadístico (SPSS V.11.5.1-2002), con la finalidad de llevar a una base común las operaciones y cálculos, con un error prefijado del 0,05 %.

Las variables evaluadas en las pruebas de progenies fueron altura total, medida con hipsómetro Blume Leiss con error permisible de $\pm 0,5$ m, diámetro a 1,30 m sobre el nivel del suelo, medido con cinta diamétrica, con error permisible de $\pm 1,0$ cm, volumen total con corteza, estimado mediante la fórmula $V = G (h + 3) F$ [NR-595, 1982], utilizando un coeficiente mórfo de 0,36^(*) y el incremento medio anual del volumen, estimado como la razón entre el volumen total con corteza y el número de años (*n*), $IMAV = V_{tcc}/n$.

Los datos de las variables en las diferentes progenies (excluyendo los testigos en el cálculo genético) se procesaron mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + a G_i b B_j + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : k-ésimo valor de la característica medida en el i-ésimo genotipo del j-ésimo bloque
 μ : Media poblacional de la característica medida
 G_i : Efecto del i-ésimo genotipo

B_j : Efecto del j-ésimo bloque
 ε_{ijk} : Efecto del error experimental

Los cuadrados medios esperados y los componentes de varianza se estimaron según Kung (1972) mediante las relaciones siguientes:

Fuentes de variación	Cuadrados medios esperados	Componentes de varianza
Genotipos	$\sigma_e^2 + b \sigma_g^2$	$\sigma^2 = (CM_g - CM_e)/b$
Bloques	$\sigma_e^2 + g \sigma_b^2$	$\sigma_b^2 = (CM_b - CM_e)/g$
Error	σ_e^2	$\sigma_e^2 = CM_e$

Componente de varianza fenotípico:

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_b^2 + \sigma_e^2$$

CM_g : Cuadrados medios de los genotipos
 CM_b : Cuadrado medio de los bloques
 CM_e : Cuadrado medio del error
 σ_g^2 : Componente de varianza de los genotipos
 σ_b^2 : Componente de varianza de los bloques
 σ_e^2 : Componente de varianza del error (= CM_e)
 b: Cantidad de bloques
 g: Cantidad de genotipos

Heredabilidad en sentido amplio (h_a^2):

$$h_a^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + (\sigma_e^2 + / b)}$$

Heredabilidad en sentido estricto (h_e^2):

$$h_e^2 = \frac{4h_a^2}{(N + 3) - (N - 1) h_a^2}$$

donde N es el número de individuos por genotipo.

La heredabilidad individual (h_i) se estimó, según Williams *et al.* (1994):

$$h_i^2 = \frac{\sigma_g^2 / r}{\sigma_p^2}$$

donde:

h_i^2 : Heredabilidad individual
 σ_g^2 : Componente de varianza genotípico
 σ_p^2 : Componente de varianza fenotípico
 r: Coeficiente de parentesco (0.25 para medios hermanos)

A continuación, estimaciones del coeficiente de variación genética aditiva (CVGA) y coeficiente de variación fenotípica (CVP).

Se estimaron mediante las siguientes relaciones:

$$CVGA = \frac{\sqrt{4 \cdot \sigma_g^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$CVP = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

donde:

σ_g^2 : Componente de varianza familiar
 σ_p^2 : Componente de varianza fenotípico
 \bar{x} : Media general del experimento

La descomposición de la varianza total en sus componentes para cada experimento, ajustado a diseño de bloques completos al azar, permitió estimar los parámetros genéticos, heredabilidades en sentido amplio (h_a^2), estricto (h_e^2) e individual (h_i^2), así como los coeficientes de variación genética aditiva (CVGA) y coeficiente de variación fenotípica (CVP), los que se presentan tabulados y resumidos para cada variable dasométrica.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados del procesamiento estadístico-genético de los datos en las seis pruebas de progenies de *Pinus cubensis* Griseb, con edades comprendidas entre 13 y 22 años mostraron diferencias significativas entre familias (tratamientos) y los testigos para las variables diámetro 1,30 m, altura total, volumen total con corteza e incremento medio anual del volumen analizadas en los Anova ($p \leq 0,05$ %) para las condiciones ensayadas.

TABLA 1
Heredabilidades y coeficientes de variación para el diámetro a 1,30 m

Progenies de <i>P. cubensis</i> Griseb./Edad	Heredabilidades			Coeficiente de variación (%)	
	h^2_a	h^2_e	h^2_i	CVGA	CVF
Pba prog.1977/22 años	0,88	0,69	0,10	15,50	10,10
Pba prog.1978/21 años	0,66	0,39	0,14	13,90	12,30
Pba prog.1979/20 años	0,66	0,49	0,26	15,10	14,90
Pba prog.1980/19 años	0,60	0,50	0,38	16,40	14,70
Pba prog.1981/18 años	0,76	0,60	0,32	18,3	15,3
Pba prog.1986/13 años	0,49	0,35	0,32	20,1	25,0
Promedio	0,68	0,50	0,25	16,5	15,4

La heredabilidad en sentido amplio (h^2_a) promedio observada es de 0,68 para el diámetro a 1,30 m, según el criterio de Salaya *et al.* (2012), puede considerarse alta y es menor que el promedio 0,96 encontrado por Álvarez *et al.* (1990) para este parámetro en la especie en un ensayo de progenies de diez años. La heredabilidad media en sentido estricto (h^2_e) estimada fue de 0,5 y menor a la reportada por el mismo autor 0,79 en el citado ensayo. En trabajos de mejora genética con *Pinus occidentalis* Sw., Pérez *et al.* (2008) reportaron heredabilidades en sentido estricto para diámetro entre 0,37 y 0,86, rango en que pudiera enmarcarse el valor aquí estimado (0,50); también González y Pérez (1983), en trabajos de mejora con *Pinus caribaea* var. *caribaea*, reportaron heredabilidades en sentido estricto para diámetro en un rango de 0,27 a 0,59, intervalo donde también puede ubicarse el valor estimado, lo que indica que este valor se enmarca dentro de los límites para el diámetro, tomando en cuenta las dos especies de pino referidas.

Lahera *et al.* (2007), al hacer referencia al programa de mejora genética para los rendimientos de madera de *P. cubensis* Griseb., citan que fueron seleccionados 202 árboles plus con un 20 % de superioridad en volumen, estableciéndose un banco de clones con 102 fenotipos y se plantaron seis pruebas de progenies, estableciéndose en este marco un huerto semillero de 32 ha. Evaluaciones tempranas a los diez años permitieron conocer que el control genético para las variables de crecimiento, diámetro 1,30 m,

altura total y volumen total con corteza se mantuvo entre el 9,2 y 16 %, el control aditivo entre el 2,4 y 11,3 % y el control genético individual; sin embargo, fue relativamente alto entre el 20,9 y 93,8 % [Álvarez *et al.*, 1990].

En este contexto el coeficiente de variación genética aditiva (CVGA) es un indicador del grado de variabilidad genética. Este parámetro resulta de gran utilidad en un programa de selección recurrente, ya que proporciona información sobre la cantidad de variación con que cuenta el fitomejorador, así como monitorear la disminución de la varianza genética a través de los ciclos de selección, observando porcentajes para las características evaluadas que presente el germoplasma básico.

Los porcentajes del CVGA y CVF observados en la *Tabla 1* indican la existencia de variación en el material básico seleccionado, evidenciado además por la existencia de diferencias significativas entre las familias y los testigos en las seis pruebas de progenies semifratrias evaluadas, lo que justificarían la ejecución de un programa de mejora por selección.

La *Tabla 2* para la altura total muestra valores promedios de (h^2_a) de 0,62, inferior a 0,84 estimado por Álvarez *et al.* (1990) en ensayo de progenies de la especie a los 10 años; sin embargo, Pérez *et al.* (2008), para la (h^2_e) de la altura en *P. occidentalis* Sw., reportaron valores comprendidos entre 0,40 y 0,67, intervalo que está en correspondencia con los resultados presentados.

TABLA 2
Heredabilidades y coeficientes de variación para la altura total en m

Progenies de <i>P. cubensis</i> Griseb/Edad	Heredabilidades			Coeficiente de variación (%)	
	h^2_a	h^2_e	h^2_i	CVGA	CVF
Pba. prog. 1977/22 años	0,50	0,25	0,41	9,45	11,6
Pba. prog. 1978/21 años	0,58	0,32	0,17	10,25	10,09
Pba. prog. 1979/20 años	0,59	0,42	0,32	12,81	13,62
Pba. prog. 1980/19 años	0,75	0,58	0,31	22,21	18,01
Pba. prog. 1981/18 años	0,65	0,49	0,44	15,71	15,21
Pba. prog. 1986/13 años	0,62	0,48	0,16	19,11	19,17
Promedio	0,62	0,42	0,30	16,02	14,62

TABLA 3
Heredabilidades y coeficientes de variación para el volumen total con corteza en m³

Progenies de <i>P. cubensis</i> Griseb/Edad	Heredabilidades			Coeficiente de variación (%)	
	h^2_a	h^2_e	h^2_i	CVGA	CVF
Pba. prog. 1977/22 años	0,57	0,29	0,11	30,11	33,67
Pba. prog. 1978/21 años	0,64	0,37	0,16	32,64	28,26
Pba. prog. 1979/20 años	0,66	0,46	0,3	34,92	36,33
Pba. prog. 1980/19 años	0,60	0,40	0,23	4,19	7,32
Pba. prog. 1981/18 años	0,56	0,39	0,24	26,96	30,14
Pba. prog. 1986/13 años	0,72	0,59	0,27	7,51	6,87
Promedio	0,63	0,42	0,22	22,72	23,77

La Tabla 3 muestra el volumen total con corteza, que por ser una variable dependiente del diámetro a 1,30 m, de la altura total y del coeficiente mórfo empleado, en términos de mejora debe manejarse con precaución, aunque tiene un peso considerable desde el punto de vista del carácter a mejorar. El control genético

total (h^2_a) para el volumen total con corteza es de 0,63, inferior al 0,96 estimado por Álvarez *et al.* (1990). La herencia aditiva, así como la individual, son intermedias, observándose además alta variabilidad en la población de mejora, aspecto que potencia su uso en un programa de mejora genética por selección para madera.

TABLA 4
Heredabilidades y coeficientes de variación para el Incremento medio anual del volumen total con corteza (IMAV) en m³/año

Progenies de <i>P. cubensis</i> Griseb./Edad	Heredabilidades			Coeficiente de variación (%)	
	h^2_a	h^2_e	h^2_i	CVGA	CVF
Pba. prog. 1977/22 años	0,66	0,37	0,16	40,81	38,18
Pba. prog. 1978/21 años	0,59	0,33	0,15	28,36	26,64
Pba. prog. 1979/20 años	0,68	0,52	0,35	37,39	34,19
Pba. prog. 1980/19 años	0,84	0,70	0,21	8,03	5,61
Pba. prog. 1981/18 años	0,62	0,45	0,29	3,30	3,32
Pba. prog. 1986/13 años	0,66	0,53	0,36	4,49	4,28
Promedio	0,67	0,48	0,25	20,39	18,70

El incremento medio anual del volumen total con corteza en m³/año (Tabla 4) contiene valores altos para todas las heredabilidades y valores bajos solo para los coeficientes de variación genética aditiva y fenotípica en las pruebas de

progenies de *P. cubensis* Griseb. de 1980, 1981 y 1986, comportamiento que posiblemente deba su explicación al menor número de repeticiones en los experimentos de campo, lo que introduce un sesgo [Ordano, 2011].

TABLA 5
Promedio general de heredabilidades y coeficientes de variación por variables

Progenies de <i>Pinus cubensis</i> Griseb. Variables	Heredabilidades			Coeficiente de variación (%)	
	h^2_a	h^2_e	h^2_i	CVGA	CVF
Diámetro 1,30 (cm)	0,68	0,50	0,25	16,58	15,43
Altura total (m)	0,62	0,42	0,30	16,02	14,62
Vol. tcc (m ³)	0,63	0,42	0,22	22,72	23,77
IMAV (m ³ /año)	0,68	0,49	0,25	20,40	18,70

La Tabla 5 muestra el control genético total de las variables en estudio dentro de la población de mejora del *P. cubensis* Griseb., valores considerados como elevados, con límites que van desde el 62 hasta 68 %. La herencia aditiva favorable de ser manipulada mantiene límites entre el 42 y 50 %, y la heredabilidad individual, aunque se enmarca dentro del rango de las especies forestales (10 al 33 %), puede considerarse un tanto alta, con valores entre el 22 y 25 %.

El coeficiente de variación genética aditiva presenta valores relativamente altos, los que pudieran estar influidos, según Carballoso *et al.* (2011), por evaluaciones realizadas a ensayos de diferentes localidades.

Finalmente, Álvarez (2015) señala que actualmente dentro del contexto de mejora genética de los pinos orientales cubanos (*P. maestrensis* y *P. cubensis*) es preciso reiniciar los programas de mejora por la pérdida de casi todas sus áreas experimentales.

CONCLUSIONES

- El control genético promedio, estimado sobre las variables de crecimiento altura total, diámetro a 1,30 m, volumen total con corteza e incremento medio anual del volumen en seis pruebas de progenies semifratrias de *Pinus cubensis* Griseb. para las condiciones ensayadas, es relativamente alto (65 %). La heredabilidad en sentido estricto y la individual también presentaron valores elevados,

aunque se mantienen dentro del rango propio de las especies forestales, observándose además una alta variabilidad genética en la población de mejora.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, A. 2015. Genética Forestal. Versión para el Postgrado en genética forestal. (2ª edición). Ministerio de la Agricultura. La Habana. INAF. p. 131-137.
- Álvarez, A., Montalvo, J.M. 1990. El mejoramiento genético de *Pinus cubensis* Griseb. I. Estimaciones de heredabilidad y ganancia genética para la producción de madera. Revista Forestal Baracoa (CU) 20(2): 31- 42.
- Carballoso, V., Hector, G. Hector J., Norge B. 2011. Influencia del ambiente en la floración de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) En la región central de Cuba
- Expediente de perfeccionamiento Empresarial. EFI Mayarí. MINAG. 2014
- González, A., Pérez, M. 1983. Comportamiento de progenies de polinización libre y controlada de un huerto semillero de *Pinus caribaea*. Var. *Caribaea*. Revista Forestal Baracoa (CU) 13(1): 7-28.
- Hernández, A., *et al.* 1999. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ciudad de La Habana. AGRINFOR. 64 p.
- Kung, F. 1972. Experimental Design and Analysis for Half Sibs Progeny Test. IUFRO. Georgia. USA.
- Lahera W., *et al.* 2007. Mejora genética de especies forestales en Granma. IV Congreso Forestal. Memorias. IIF. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Norma Ramal 595. 1982. Silvicultura. Tratamientos silviculturales. Ministerio de la Agricultura. 25 p.
- Ordano, M. 2011. Genética cuantitativa y estimación de heredabilidad. Curso: Método en Ecología Evolutiva. Universidad Nacional de Córdoba. Fundación Miguel Lillo & CONICET.

Pérez, M.H, Torres, H., Jiménez, A. 2008. Avances y perspectivas en el mejoramiento genético de *Pinus occidentalis* Swartz. (Pino criollo). Plan Sierra. R. Dominicana. p 25-34.

SPSS 11.5.1. Copyright © 2002. Paquete estadístico. Software by SPSS Inc.

Salaya-Domínguez, J.M., López-Upton, J., Vargas-Hernández, J.J. 2012. Variación genética y ambiental en dos ensayos de progenies de Pinus pátula. Agrociencia (MX) 46: 519-534.

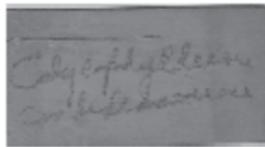
Williams, E.R., Matheson, A.C. 1994. Experimental Design and Analysis for Use in Tree Improvement. CSIRO-ACIAR, Melbourne. 195 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Wilden Lahera Fernández

Ingeniero Forestal, investigador agregado del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, graduado en la especialidad de Posgrado en Silvicultura. Ha desarrollado investigaciones relacionadas con la conservación y el mejoramiento genético de especies forestales en el país. Es autor y coautor de varias publicaciones. Ha obtenido resultados científico-técnicos relacionados con el mejoramiento genético forestal y la silvicultura.

Calycophyllum candidissimum (Vahl.) DC. (Rubiaceae)



NOMBRE VULGAR: Dagame, lemon wood

Distribución Geográfica: Habita generalmente terrenos montañosos, profundos o pedregosos y bien saneados. Relativamente abundante en toda la Isla. En algunas partes se encuentra formando rodales casi puros.

Caracteres Macroscópicos: poca o ninguna diferencia entre albura y duramen de color amarillo parduzco; textura fina, grano recto, lustrosa y fina a veces ligeramente veteada, con zonas de crecimiento visibles.

Densidad: 0,850-1000 g/cm³

Principales usos: relativamente fácil de trabajar y pulir se ha utilizado para confeccionar arcos de flecha, cañas de pesca, implementos agrícolas, mangos, hormas, artículos torneados, reglas, lanzaderas, pisos y poleas. Se encontró en un pecio del XVII en las costas de Pinar del Rio (Cuba) formando el eje de la cureña en un cañón.

Caracteres Microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa; mayormente en grupos radiales de 2 a 4 y solitarios de forma redonda a ovales.

φ (μm): 30-40-64

No/mm²: mas de 30

Pared (μm): 3.5

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas

Contenidos: no se observan

Longitud(μm): 870-1000-1105

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal

Muy escaso o ausente.

φ (μm): 15

No. celulas la serie: 2-5-6

Contenidos: no

Long. serie (μm): 130-300-234

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogeneos

No/mm: 13

Contenidos: carmelitosos

Ancho(μm): 30-38-42

No.celulas: 2 y a veces 3

Alto (μm): 600-650-712

No.celulas: 30-50-80

D. Fibras:

Tipo: libriformes

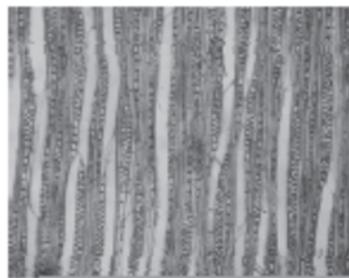
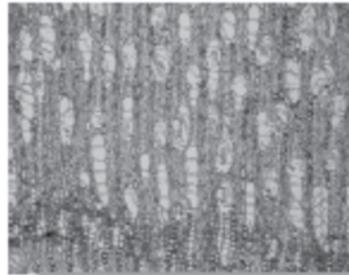
Distribución: cierta orientacion radial.

φ (μm): 15

Grosor de pared (μm): 4.5

Longitud (μm): 1200-1600-2000

E. Caracteres especiales: no



FENOLOGÍA VEGETATIVA DE COCCOTHRINAX MACROGLOSSA (LEÓN) BORHIDI Y MUÑIZ Y COPERNICIA HOSPITA MART EN LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY, CUBA.

ESTUDIO PRELIMINAR

VEGETATIVE PHENOLOGY OF COCCOTHRINAX MACROGLOSSA (LEÓN) BORHIDI AND MUÑIZ AND COPERNICIA HOSPITA MART IN CAMAGÜEY PROVINCE, CUBA.

PRELIMINARY STUDY

M.Sc. Miladys Delgado-Méndez,¹ M.Sc. Rafael Risco-Villalobos,¹ Lic. Lorge Acosta-Broche,²
Ing. Yadisleidys Consuegra-Taboada,¹ Téc. Uberto Peláez-Martínez¹ e Ing. Pablo Cabrera-Rodríguez¹

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

² Universidad de Camagüey. Circunvalación Norte, Camagüey, Cuba

RESUMEN

En la provincia de Camagüey es significativa la extracción y uso de hojas, fibras y troncos de varias especies de palmas para diversos fines. Sin embargo, las técnicas y procedimientos utilizados para su aprovechamiento no son los más adecuados. La presente investigación constituye un estudio preliminar, y tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la fenología vegetativa de Coccothrinax macroglossa (León) Borhidi y Muñiz, y Copernicia hospita Mart en la llanura próxima a la localidad Cromo, municipio de Camagüey, como premisas para la promoción de la conservación, manejo y uso sostenible de las palmas con potencialidades para la explotación de los productos forestales no maderables (PFNM). Se establecieron tres parcelas representativas de monitoreo permanentes de 50 m x 50 m, realizándose observaciones de las variables fenológicas número de hojas adultas, hojas secas y brotes en cinco individuos seleccionados por parcela para cada especie durante mayo de 2014.

Palabras claves: *palmas, fenología vegetativa, aprovechamiento, productos forestales no maderables.*

INTRODUCCIÓN

Las palmas son monocotiledóneas que constituyen uno de los principales grupos de interés botánico y pertenecen a la familia (Arecaceae

ABSTRACT

In the province of Camagüey is significant the extraction and use of leaves, fibers and trunks of several species of palms for various purposes. However, the techniques and procedures used to exploit them are not the most appropriate. The present research is a preliminary study and had as objective to evaluate the behavior of vegetative phenology of Coccothrinax macroglossa (Leon) Borhidi and Muñiz and Copernicia hospita Mart in the plains near the locality of Cromo, municipality Camagüey, as premises for the promotion of Conservation, management and sustainable use of palms with potential for the exploitation of non-timber forest products (NTFPs). Three representative plots of 50 x 50 meters were established, with phenological variables being observed the number of adult leaves, dry leaves and shoots in 5 individuals selected per plot for each species during May 2014.

Key words: *palms, vegetative fenology, good use, non-timber forest products.*

o Palmae). Según Govaerts y Dranfield (2005), esta familia cuenta con 2364 especies en 190 géneros. Otros autores como Henderson, Galea-

no y Bernal (1995) refieren la existencia de unos 200 géneros de palmeras que agrupan entre 1500 y 3000 especies. Pérez y Rebollar (2008) resaltan la importancia de las palmas como un grupo de plantas que ha proporcionado bienes y servicios, sobre todo a los habitantes de las zonas tropicales y subtropicales, que son donde más abundan. Según estos autores, además de proveer alimento y refugio en muchas regiones tropicales, estas suministran abundantes recursos valiosos como aceite, almidón, azúcar, vino, cera y fibras; se utilizan para techar viviendas rurales; algunas especies tienen valor medicinal y sus troncos se usan para la construcción.

Zuidema (2000), así como Svenning y Macia (2002), han comprobado cómo el aprovechamiento de hojas de palmas del sotobosque no tolera altos niveles de cosecha, por lo menos en condiciones de bosques primarios, mientras que varias de las palmas del dosel y de áreas abiertas pueden soportar mayores tasas de aprovechamiento en la cosecha de la hoja [Fong, 1995; Ratsirarson *et al.*, 1996]. De otra parte, las tasas de crecimiento demográfico y las respuestas al aprovechamiento pueden variar considerablemente a lo largo de gradientes climáticos y de suelos. Estudios sobre el aprovechamiento de hojas de palma han mostrado diferentes respuestas; en algunas se ha visto un incremento en la tasa de producción de hojas, en otras una reducción en la producción de inflorescencias [Endress *et al.*, 2004].

León (2002) considera que la llanura de Camagüey sobre asociación ofiolítica es el mayor centro de acumulación de endemismos y de especiación que posiblemente enriqueció a otras zonas serpentínícolas del centro del país. Dicha llanura forma densas y extensas poblaciones de palmas, entre las que se encuentran las especies *Coccothrinax macroglossa* y *Copernicia hospita*. Estas sabanas presentan alteraciones por la influencia de factores antrópicos y naturales debido a la actividad agroforestal que provoca pérdida y fragmentación del hábitat natural, las sequías y la ocurrencia de incendios.

Históricamente junto a la extracción maderera en los bosques tropicales han sido explotados otros recursos valiosos del bosque, conocidos como Productos Forestales No Maderables (PFNM), los cuales tienen una amplia diversidad

de formas, orígenes y usos. En la provincia de Camagüey es significativa la extracción y uso de hojas, fibras y troncos de varias especies de palmas para diversos fines por parte de las empresas agroforestales, otras entidades del Ministerio de la Agricultura (MINAG) y la población. Sin embargo, las técnicas y procedimientos utilizados para su aprovechamiento son inadecuados, provocando daños a las plantas, que conducen no solo al deterioro del estado de conservación de la fitodiversidad, y en particular a la declinación de las poblaciones de palmas, sino también a la pérdida de los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas naturales.

La fenología estudia la ocurrencia de eventos biológicos repetitivos y su relación con factores bióticos y abióticos. Conocer el comportamiento fenológico de las poblaciones vegetales ayuda a comprender su dinámica y a determinar la disponibilidad de recursos a lo largo del tiempo [Morellato *et al.*, 2000], ambos aspectos de gran importancia para el manejo sostenible de los bosques. Diversos estudios se han enfocado en describir la fenología de las palmas y su relación con factores ambientales en diferentes tipos de ecosistemas [De Steven *et al.*, 1987; Peres, 1994; Scariot *et al.*, 1995; Henderson *et al.*, 2000; Miller, 2002; Ruiz y Alencar, 2004; Inkrot *et al.*, 2007; Genini *et al.*, 2009; Rojas-Robles y Stiles, 2009]. Otras investigaciones muestran resultados en la fenología reproductiva de algunas especies de palmas [Ibarra, 1992; Lara, 2011; Cifuentes *et al.*, 2013; Hechavarría *et al.*, 2002].

La presente investigación es resultado de la ejecución de una de las tareas programadas dentro del proyecto titulado «Conservación, manejo y uso sostenible de palmas en las sabanas serpentínícolas del municipio de Camagüey, Cuba», y tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la foliación, estudiándose los estadios o fenofases de la hoja (brote, hoja adulta y hoja seca) en las especies *Coccothrinax macroglossa* (León) Borhidi y Muñiz, y *Copernicia hospita* Mart en la llanura próxima a la localidad Cromo, municipio de Camagüey, como premisas para la promoción de la conservación, manejo y uso sostenible de las palmas con potencialidades para la explotación de los PFNM.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la localidad Cromo, perteneciente a la sabana serpentina del municipio de Camagüey. Desde el punto de vista geológico esta llanura es una asociación ofiolítica de dominio oceánico, con peridotitas y dunitas serpentizadas (Iturralde-Vinent, 1989). El clima presenta humedecimiento estacional, alta evaporación y temperatura del aire. El promedio anual de temperatura es de 26 °C, las precipitaciones tienen entre 1200 y 1400 mm [Díaz, 1989] y ocurren en un rango de 75 a 90 días al año. El régimen pluviométrico se considera medianamente seco.

Según encuestas realizadas, algunos productores de la zona plantean la existencia de diferencias en cuanto al tamaño de las hojas recolectadas de estas especies con relación a la pendiente donde están ubicados los árboles suministradores. En la presente investigación, para la evaluación de la fenología vegetativa, se establecieron tres parcelas representativas de monitoreo permanente de 50 m x 50 m, teniendo en cuenta el supuesto de que dentro de la misma llanura pudieran existir diferencias en cuanto a la acumulación de nutrientes por efecto de la pendiente. Estas parcelas se identificaron con una cinta de color llamativo en cada esquina, coincidiendo, en algunas ocasiones, con una planta de palma.

En cada parcela establecida se marcaron cinco ejemplares completamente desarrollados y sanos de cada una de las especies en estudio, según Albert *et al.* (1993). Las observaciones fenológicas se realizaron teniendo en cuenta

el número de hojas y los estadios o fenofases de la hoja (brote, hoja adulta y hoja seca). Las hojas se identificaron con una chapilla metálica o plástica (enumerada) y los datos se recogieron en una tabla confeccionada para ello. Los resultados mostrados en el presente estudio corresponden a observaciones realizadas durante mayo de 2014.

Para el procesamiento estadístico de la información se utilizó el programa estadístico SPSS versión 20. Se determinaron los estadísticos descriptivos (valor mínimo, valor máximo y media) para el número de hojas adultas en cada una de las especies en estudio. El procesamiento y análisis de los resultados de la influencia de las parcelas sobre las fenofases de la hoja se realizó a través de una prueba Anova de un factor como análisis paramétrico. La prueba Anova de un factor se siguió con una prueba de Tukey para un 5 %. Previamente siempre se demostró la distribución normal y homogeneidad de varianzas según las pruebas de Kolmogorov-Smirnov (5 %) y Levene (5 %), respectivamente. Los datos de variables discretas se transformaron con la ecuación $y = \sqrt{(x + 0,5)}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la determinación de los estadísticos descriptivos para el número de hojas adultas, referidos a la fenología vegetativa de los individuos seleccionados en cada una de las parcelas para las especies *Coccothrinax macroglossa* y *Copernicia hospital*, se muestran en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

TABLA 1

Estadísticos descriptivos para el número de hojas adultas, referidos al comportamiento de la fenología vegetativa de los individuos seleccionados en cada una de las parcelas para la especie *Coccothrinax macroglossa*

Especie	Parcelas	Valor mínimo para número de hojas adultas	Valor máximo para número de hojas adultas	Medias para número de hojas adultas	Desviación estándar de la media
<i>Coccothrinax macroglossa</i>	Parcela 1	5	15	9,2	4,02492
	Parcela 2	7	9	7,4	0,89443
	Parcela 3	6	10	8,8	1,78885

TABLA 2

Estadísticos descriptivos para el número de hojas adultas, referidos al comportamiento de la fenología vegetativa de los individuos seleccionados en cada una de las parcelas para la especie *Copernicia hospita*

Especie	Parcelas	Valor mínimo para número de hojas adultas	Valor máximo para número de hojas adultas	Medias para número de hojas adultas	Desviación estándar de la media
<i>Copernicia hospita</i>	Parcela 1	18	26	21,6	2,96648
	Parcela 2	19	24	21,4	1,81659
	Parcela 3	23	26	24,4	1,14018

El estudio de la bibliografía consultada y citada no mostró resultados que relacionen la fenología vegetativa con el aprovechamiento de los PFNM en especies de palmas, y la mayoría de los autores informan estudios desarrollados sobre fenología reproductiva. Sin embargo, según Risco 2016 (inédito), para una planta como *Coccothrinax macroglossa* la media de hojas adultas es de 9,2, resultado que coincide con el obtenido para esta especie en la parcela representativa de monitoreo permanente no. 1 (Tabla 1).

En las tablas aparecen los valores mínimos, máximos y de las medias para la variable fenológica número de hojas adultas mayores para la especie *Copernicia hospita* en comparación con *Coccothrinax macroglossa*, lo cual se corresponde con las diferencias entre sus características botánicas en el número de hojas. Las Figs. 1 y 2 muestran una vista representativa de las hojas de *C. hospita* y *C. macroglossa*, respectivamente, observándose las diferencias en la disposición de las hojas en cada especie.



Figura 1. Vista representativa de las hojas de un ejemplar de *Copernicia hospita* ya cosechado.



Figura 2. Vista representativa de las hojas de *Coccothrinax macroglossa*.

Las Tablas 3 y 4 muestran los resultados del análisis estadístico para determinar el efecto de las parcelas sobre el número de hojas adultas,

número de hojas secas y número de brotes para *Coccothrinax macroglossa* y *Copernicia hospita*, respectivamente.

TABLA 3

Efecto de las parcelas sobre el número de hojas adultas, número de hojas secas y número de brotes evaluados en ejemplares de la especie *Coccothrinax macroglossa*

<i>Especie</i>	<i>Parcelas</i>	<i>Medias para número de hojas adultas</i>	<i>Medias para número de hojas secas</i>	<i>Medias para número de brotes</i>
<i>Coccothrinax macroglossa</i>	Parcela 1	9,2 a	3,0 a	1,0 a
	Parcela 2	7,4 a	3,4 a	1,4 a
	Parcela 3	8,8 a	1,6 a	1,2 a

Letras diferentes para parcelas que difieren entre sí (Anova, Tuckey, $p < 0,05$).

TABLA 4

Efecto de las parcelas sobre el número de hojas adultas, número de hojas secas y número de brotes evaluados en ejemplares de la especie *Copernicia hospita*

<i>Especie</i>	<i>Parcelas</i>	<i>Medias para número de hojas adultas</i>	<i>Medias para número de hojas secas</i>	<i>Medias para número de brotes</i>
<i>Copernicia hospita</i>	Parcela 1	21,6 a	3,0 a	3,2 a
	Parcela 2	21,4 a	2,4 a	3,6 a
	Parcela 3	24,4 a	3,0 a	4,2 a

Letras diferentes para parcelas que difieren entre sí (Anova, Tuckey, $p < 0,05$).

El análisis estadístico del efecto de las parcelas en el número de hojas adultas, número de hojas secas y número de brotes no mostró diferencias significativas entre las parcelas para ninguno de los indicadores fenológicos evaluados en ninguna de las dos especies en estudio (Tablas 3 y 4), lo cual indica, según los resultados en la presente investigación, que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los sitios (parcelas) en cuanto a la acumulación de nutrientes por efecto de la pendiente. Se recomienda entonces evaluar una mayor cantidad de sitios dentro de la misma sabana serpentinitica, que pudieran permitir detectar diferencias estadísticamente significativas para el efecto de los sitios (parcelas), en indicadores fenológicos tan importantes para el aprovechamiento de los PFM como los son el número de hojas adultas y el número de brotes.

Una posible selección de sitios específicos con individuos con caracteres fenológicos estadísticamente superiores dentro de una misma localidad podría ser de gran utilidad para el establecimiento de procedimientos que resulten adecuados para el aprovechamiento de los PFM, manteniendo así un buen estado de

conservación de la fitodiversidad, evitando la declinación de las poblaciones de palmas y la pérdida de los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas naturales.

La Fig. 3 representa una vista general de la parcela 1, observándose las pendientes características de la llanura serpentinitica donde se realizó el estudio.



Figura 3. Vista general de la parcela representativa 1 de monitoreo permanente establecida en la localidad Cromo, municipio de Camagüey.

Con relación al número de brotes, podemos afirmar que en todas las parcelas establecidas para las dos especies en estudio se observó la presencia de al menos un brote en cada uno de los ejemplares. En el mes siguiente posterior a esta evaluación no pudieron realizarse las evaluaciones de la fenología vegetativa debido a la pérdida de algunos de los ejemplares seleccionados producto a la ocurrencia de incendios forestales, de allí la importancia de establecer un mayor número de parcelas permanentes y evaluar el comportamiento de individuos en otras localidades de las sabanas serpentiníticas.

CONCLUSIONES

- El valor de la media de hojas adultas obtenido para la especie *Coccothrinax macroglossa* en la parcela representativa de monitoreo permanente 1, se corresponde con lo reportado para esta especie.
- La determinación de los valores medios del número de hojas adultas mostró diferencias entre las dos especies en estudio, obteniéndose los mayores valores para la especie *Copernicia hospita*, lo cual se corresponde con las diferencias entre las características botánicas de ambas especies con respecto al número de hojas.
- Según los resultados en la presente investigación, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los sitios (parcelas) en cuanto a la acumulación de nutrientes por efecto de la pendiente.

BIBLIOGRAFÍA

Albert, D. Observaciones fenológicas en árboles tropicales. Consideraciones metodológicas. (10). 1993.

Cifuentes, L., Moreno, F., Arango, D.A. 2013. Comportamiento fenológico de *Euterpe Oleracea* (Arecaceae) en bosques inundables del Chocó biogeográfico. Revista Mexicana de Biodiversidad (MX) 84: 591-599.

De Steven, D., Windsor, D.M., Putz, F.E., León, B. de. 1987. Vegetative and reproductive phenologies of a palm assemblage in Panama. Biotropica (CR) 19:342-356.

Díaz, L.R. 1989. Regionalización climática general 55. 1: 200 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana. VI.4.4.

Endress, B.A., Gorchoy, D.L., Noble, R.B. 2004. Non-Timber Forest Product Extraction: Effects of Harvest and Browsing on an Understory Palm. Ecological Applications (US) 14: 1138-1153.

Fong, F.W. 1995. Perspectives for Sustainable Resource Utilization and Management of Nipa Vegetation. Economic Botany (US) 46: 45-54.

Genini, J., Galleti, M., Morellato, L.P.C. 2009. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest landbridge island. Flora-morphology, distribution, functional ecology of plants (DD) 204:131-145.

Govaerts, R., Dranfield, J. 2005. World Checklist of Palms. Royal Botanic Gardens, Kew. 223 p.

Hechavarría, O.; A. Pérez.; A.R. Casanova.; Y. Miñoso.; E. Rodríguez.; E. Alvarez.; E. Hidalgo y R. Ramos.; A. García.; O. Bravo.; G. Espín.; L. Díaz.; S. Segura y V.Fuentes. El calendario fenológico, no es solo una mirada.

Henderson, A., et al. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. Brittonia (US) 52:149-159.

Henderson, A., Galeano, G., Bernal, R. 1965. Field guide to the palms of Americas. New Jersey. Princeton Univ. Princeton.

Ibarra-Manríquez, G. 1992. Fenología de las palmas de una selva cálida húmeda de México. Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines (FR) 21(2): 669-683.

Inkrot, D., et al. 2007. Flowering and fruiting phenology of *Normanbya normanbyi* (W. Hill) L. H. Bailey (Arecaceae), a palm endemic to the lowland tropical rainforest of north-eastern Australia. Austral Ecology (AU) 32:21-28.

Iturralde-Vinent, M.A. 1989. Geología. 1 500 000. En: Atlas de Camagüey. Camagüey, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba. p. 14.

Lara, C.E. 2011. Fenología reproductiva y demografía de la palma *Wettinia Kalbreyeri* (Burret) en un bosque altoandino de Colombia. Tesis de grado presentada como requerimiento parcial para optar por el título de Magister en bosques y conservación ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.

León, M.M. Endemismo vegetal en la provincia de Camagüey, Cuba. 2002.

Miller, C. 2002. Fruit production of the unguahua palm (*Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*, Arecaceae) in an indigenous managed reserve. Economic Botany (US) 56:165-176.

Morellato, L.P.C., et al. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. Biotropica (CR) 32:811-823.

Peres, C.A. 1994. Primate responses to phenological changes in an Amazonian Terra Firme forest. Biotropica (CR) 26:98-112.

Pérez, M., Rebollar, S. 2008. Formas de aprovechamiento de algunas palmas de la península de Yucatán. ContactoS 69: 53-60.

Rojas-Robles, R., Stiles, F.G. 2009. Analysis of supra-annual cycle: reproductive phenology of the palm *Oenocarpus bataua* in a forest of the Colombian Andes. Journal of Tropical Ecology (US) 25:41-51.

Ruiz, R.R., Alencar, J.C. 2004. Comportamento fenológico da palmeira pataua (*Oenocarpus bataua*) na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazónica (BR) 34:553-558.

Scariot, A., Lleras, E., Hay, J.D. 1995. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. Biotropica (CR) 27:168-173.

SPSS. 2002. Statistics Package for Social Science, User Guide Version 20, SPSS Inc. for Windows.

Svenning, J.C., Macia, M.J. 2002. Harvesting of *Geonoma macrostachys* Mart. Leaves for Thatch: An Exploration of Sustainability. *Forest Ecology and Management (US)* 167: 251-262.

Zuidema, P.A. 2000. Demography of Exploited Tree Species in the Bolivian Amazon. Ph.D. Thesis. PROMAB Scientific Series 2. Utrecht University. Utrecht. The Netherlands. <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertation/1932990/inboud.htm>. 2000.

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 obteniendo resultados satisfactorios.

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.

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:

<p style="text-align: center;">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</p>
--

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:

<p style="text-align: center;">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</p>
--