

## Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Caracterización de especies leñosas en la versión artificial del Bosque de Galería, zona sur del Gran Parque Metropolitano de La Habana Characterization of woody species in version artificial Forest Gallery, south Park Grand Metropolitan Havana <i>M.Sc. Hilda Quesada-Font, Dr. Yudel García-Quintana, M.Sc. Dulce Almonte-Corzo y Dra. Katia Manzanares-Ayala</i>	3
2	Determinación de la capacidad antioxidante en extractos de hojas de <i>Tamarindus indica</i> L. en dos estados fisiológicos Determination of the antioxidant capacity in leaf extracts <i>Tamarindus indica</i> L. on two physiological states <i>M.Sc. Adolfo Ramos-Marzán, Dr.C. Julio C. Escalona-Arranz y Dr.C. Jesús Rodríguez-Amado</i>	11
3	Estimación del carbono retenido en el fuste en plantaciones de <i>Pinus cubensis</i> Griseb en la Empresa Forestal Integral Baracoa, Guantánamo, Cuba Estimation of carbon retained in the shaft on <i>Pinus cubensis</i> Griseb on the Integral Forest Enterprise Baracoa, Guantánamo, Cuba <i>Ing. Yosniel Peña-Hernández, Dr.C. José A. Bravo-Iglesias, Dra.C. Juana T. Suárez Sarría, Lic. Lourdes Rodríguez-Shade, Dr.C. Wilmer Toirac-Argüelles, Esp. Víctor M. Fuentes-Utría e Ing. Pedro Rodríguez-Cuevas</i>	17
4	Estimación de variables dasométricas de las plantaciones de <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland en áreas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas, Villa Clara, Cuba Estimate of dasometric variable plantations of <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland in Model Forest Manacas's Savanna, Villa Clara, Cuba <i>M.Sc. Armando Solano-Cabrera, Dr.C. José A. Bravo-Iglesias y Dr.C. Cristóbal Ríos-Albuerne</i>	23
5	Uso artesanal de la fibra de corteza de <i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst The handmade use of the bark fiber of <i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst <i>Dr. Adolfo Núñez-Barrizonte y Téc. Antonio Delgado-León</i>	29
6	Comportamiento hidrológico de la regeneración natural de pinares naturales en Alturas de Pizarras, Pinar del Río, Cuba Hydrologic behavior of the natural regeneration of pine plantation in Alturas de Pizarras, Pinar del Río province, Cuba <i>M.Sc. Yolanis Rodríguez-Gil, Ing. Arsenio Renda-Sayoux, Dr.C. Tomás Plasencia-Puentes y Dr.C. Juan A. Herrero-Echavarría</i>	37
7	Evaluación de <i>Moringa oleifera</i> Lam. en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas del municipio de Camagüey Evaluation of <i>Moringa oleifera</i> Lam. in alive fences in conditions of climate and floor of the Camagüey municipality <i>Ing. Israel Pérez-Cabrera y Dr.C. Oscar Loyola-Hernández</i>	43
8	Efecto de quemas prescritas sobre las concentraciones de los aniones y cationes en las aguas superficiales Prescribed burns effect over anion and cations concentration in superficial waters <i>M.Sc. Beatriz Rodríguez-Alfaro, Dr.C. Isyuel Urrutia-Hernández, M.Sc. Yaumara Miñoso-Bonilla, Ing. José A. Hernández-Abreu, Dr.C. José G. Flores-Garnica, Dr.C. José A. Bravo-Iglesias, Ing. Arsenio Renda-Sayoux, Ing. Lorenza Martínez-González y Dr.C. Luis W. Martínez-Becerra<sup>5</sup></i>	49
9	Flora amenazada de la península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba Threatened flora of peninsula de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba <i>Dra.C. Nancy E. Ricardo-Nápoles, Dr.C. Pedro P. Herrera-Oliver, Dr.C. Francisco Cejas-Rodríguez, M.Sc. Reina Echevarría-Cruz, Dra.C. Sonia Rosete-Blandariz, Téc. Arturo Hernández-Marrero y Téc. Ángel Daniel-Álvarez</i>	55
10	Modelación del carbono retenido en plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret y Golfari en la Unidad Empresarial de Base Silvícola San Vicente, Viñales, provincia de Pinar del Río, Cuba Modeling of retained carbon on plantations of <i>Pinus caribaea</i> Morelet var <i>caribaea</i> Barret and Golfari at the San Vicente Silvicultural Entrepreneurial Unit Base, Viñales, Pinar del Río province, Cuba <i>Ing. Isnauddy García-Rodríguez, Dr.C. José A. Bravo-Iglesias, Dr.C. Juana T. Suárez-Sarría, Ing. Yosniel Peña-Hernández, Esp. Manuel Valle-López e Ing. Roberto Valdés-Roja</i>	65
11	Repetibilidad de parámetros genéticos del banco clonal de <i>Cedrela odorata</i> L. en Guisa, Granma Repetitive of genetic parameters of the clonal bank of <i>Cedrela odorata</i> L. in Guisa, Granma <i>Ing. Wilden Lahera-Fernández, Ing. José L. Rodríguez-Fonseca, Ing. Elier C. Riquenes-Valdés y Luis M. Álvarez-Céspedes</i>	71
12	Usos potenciales de la flora del bosque semideciduo de la Estación Experimental Agroforestal Guisa Flora uses of the forest to the Guisa Agro Forestry Experimental Station <i>M.Sc. William Santos-Chacón</i>	77
13	Características reproductivas y primeros estadios de plántulas de ratán ( <i>Calamus tetradactylus</i> Hance) en las condiciones de Topes de Collantes, Sancti Spiritus, Cuba Reproductive characteristic and first stadiums of seedlings of rattán ( <i>Calamus tetradactylus</i> Hance) under the conditions of Topes de Collantes, Sancti Spiritus, Cuba <i>Ing. Jorge León-Acosta, Ing. Miguel Álvarez-González y Esp. Miguel Betancourt- Riquelme</i>	87

# EDITORIAL

*En su 68.º Período de Sesiones, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el año 2016 Año Internacional de las Legumbres. Se ha designado a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para que facilite la celebración del año en colaboración con los gobiernos, las organizaciones pertinentes, las organizaciones no gubernamentales y las demás instancias pertinentes.*

*Esta proclamación se propone sensibilizar a la opinión pública sobre las ventajas nutricionales de las legumbres como parte de una producción de alimentos sostenible, encaminada a lograr la seguridad alimentaria y la nutrición, además de destacar que sus propiedades como fijadoras de nitrógeno pueden mejorar la fertilidad de los suelos, reducir la dependencia de los fertilizantes y contribuir con ello a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, considerando que a nivel mundial, según datos de Naciones Unidas, se producen alrededor de 62 millones de toneladas de legumbres, de los que once millones se comercializan a nivel internacional*

*En correspondencia con su misión, el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, desde las páginas de la Revista Forestal Baracoa, se incorpora a este llamado por su incidencia en la seguridad alimentaria y en la conservación ambiental.*

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES  
DIRECTOR GENERAL INAF

# CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES LEÑOSAS EN LA VERSIÓN ARTIFICIAL DEL BOSQUE DE GALERÍA, ZONA SUR DEL GRAN PARQUE METROPOLITANO DE LA HABANA

## CHARACTERIZATION OF WOODY SPECIES IN VERSION ARTIFICIAL FOREST GALLERY, SOUTH PARK GRAND METROPOLITAN HAVANA

M.Sc. HILDA QUESADA-FONT,<sup>1</sup> DR. YUDEL GARCÍA-QUINTANA,<sup>2</sup> M.Sc. DULCE ALMONTE-CORZO<sup>3</sup> Y DRA. KATIA MANZANARES-AYALA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no.1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, teléf. 7208 2554, hilda@forestales.co.cu

<sup>2</sup>Universidad de Pinar del Río. Calle Martí Final 270, Pinar del Río, Cuba

<sup>3</sup>Gran Parque Metropolitano de La Habana. Calle 19 no. 1466 e/ 28 y 30, Vedado, Playa, La Habana, Cuba

### RESUMEN

La Faja Forestal Hidrorreguladora (FFH) es la versión artificial de los Bosques de Galería (VABG), establecido en ambas márgenes de los afluentes que discurren a través del Gran Parque Metropolitano de La Habana (GPMH), constituida por especies de diferentes hábitos de crecimiento. El objetivo de este trabajo es caracterizar las especies leñosas en la VABG de la zona sur del GPMH. A partir de un inventario forestal efectuado en la faja que bordea el curso inferior del GPMH, se identificó una riqueza de 30 especies leñosas, distribuidas en 25 géneros y 15 familias. El 73 % de los taxones son exóticos con diferente clasificación según el estado de crecimiento por el número de individuos o rango de distribución; solo el 27 % está recomendado para la FFH. Esta situación, unida con otras alteraciones ecológicas, afecta en gran medida el establecimiento y función de la VABG. Tales aspectos indican la necesidad de una rehabilitación ecológica a través de acciones silvícolas y de conservación a incluir en los planes de reforestación y manejo, como el fomento paulatino de especies autóctonas idóneas para estos ecosistemas.

**Palabras claves:** especies leñosas, faja forestal, Bosques de Galería, rehabilitación ecológica, paisaje forestal.

### INTRODUCCIÓN

La Faja Forestal Hidrorreguladora (FFH) es la versión artificial de los Bosques de Galería (VABG), establecido en ambas márgenes de los afluentes que discurren a través del Gran

### ABSTRACT

The Forest of Protection (FP) is the Artificial Version of the Gallery Forest (AVGF), this has been established on both banks of the tributaries that run through the Grand Metropolitan Park of Havana (GMPH), consisting of different species growth habit. The objective of this work is to characterize the woody species in VABG of the south area of GMPH. From a forest inventory in the strip that runs along the lower reaches of GPMH, a wealth of 30 woody species, distributed in 25 genera and 15 families were identified. 73 % of the taxones is exotic with different classification according to the state of growth and distribution range, alone 27% is recommended for FP. This situation coupled with other ecological changes greatly affects the development and function of the VAFG. These aspects indicate the need for ecological rehabilitation through forest conservation actions and plans include reforestation and management, as the gradual promotion of suitable indigenous species for these ecosystems, among other practices.

**Key words:** woody species, forest belt, gallery forests, ecological rehabilitation, forest landscape.

Parque Metropolitano de La Habana (GPMH), constituida por especies de diferentes hábitos de crecimiento. «Las FFH son imprescindibles en la orilla de los ríos y embalses. Propician el

traslado del escurrimiento superficial hacia los horizontes inferiores, así como la retención de los productos de la erosión y sales disueltas, por lo que influyen de manera decisiva en la disminución de las tasas de azolvamiento de los cuerpos de agua y en la regulación de los caudales» [Colectivo de Autores, 2010]. Garantizar que la FFH cumpla sus funciones en armonía ecosistémica demanda el dominio de la composición florística y sus características, especialmente de la vegetación arbórea y arbusativa (especies leñosa), la cual indica si la FFH se ha establecido o no como la VABG, que según Sánchez y García (2003), «es la vegetación asociada a las orillas de los ríos y arroyos ocupando la zona denominada ribera, cuya composición florística depende, en gran parte, de la flora del curso superior y de las áreas adyacentes. Los conocimientos específicos sobre este tipo de formación vegetal son muy escasos». Según Calderón (2010), «los Bosques de Galería prestan importantes servicios ecológicos, entre los que se destaca su papel de puente que permite

comunicar zonas de monte o bosques separados geográficamente por una distancia más o menos larga, proporcionan fresco y constituyen un recurso paisajístico de apreciable valor. Permiten la creación de zonas para el esparcimiento, por lo que se consideran de gran interés cultural». Partiendo de las funciones e importancia de los servicios ambientales, sociales y económicos mencionados, es necesario saber de la FFH o VABG la composición y estado forestal, así como la dinámica de funcionamiento de este ecosistema, incluido, según Suárez *et al.* (2006), en la categoría de Bosque de Recreación (BR) que ostenta el GPMH. El objetivo de este trabajo es caracterizar las especies leñosas de la VABG en la zona sur del GPMH.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Zona de estudio

El trabajo se desarrolló en la FFH de la zona sur del GPMH, que se localiza en la región occidental de Cuba, provincia de La Habana (*Fig. 1*).

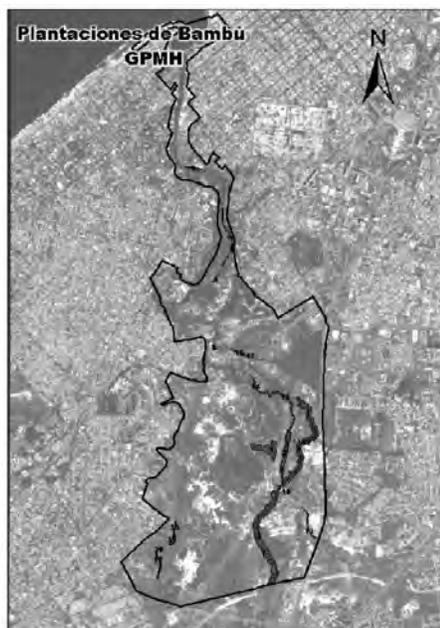
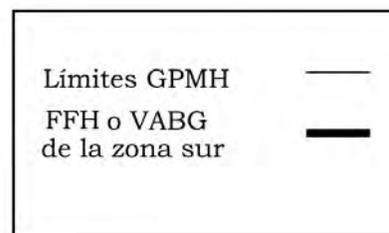


Figura 1. Imagen satelital de La Habana y límites del GPMH, con la FFH de la zona sur.



Fuente: Rossis *et al.* (2007)

### Inventario forestal

Durante 2013, según la metodología de Be-tancourt *et al.* (2005), se realizó un inventario forestal en la FFH del río principal (río Almendares) y afluentes de la zona sur del GPMH. Estas plantaciones ocupan una extensión de 10 000 m<sup>2</sup>, la cual se muestreó con una in-

tensidad del 20 %, según Norma Ramal 595 (1982), y se determinó un tamaño de muestra de 20 parcelas de 10 x 10 m, a través de un muestreo aleatorio simple. Se reconocieron con los nombres vulgares los árboles y arbustos presentes en el área.

## Identificación taxonómica de las especies

La identificación de los taxones se sustentó en las colecciones biológicas del herbario y Xiloteca Julián Acuña del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) y base de datos confeccionados por Velázquez *et al.* (2012). Se contó con el apoyo de especialistas del GPMH. Asimismo se consultó literatura especializada [Bisse, 1988; Gutiérrez, 2000; Montiel *et al.*, 2006; Roig, 2012; Acevedo y Strong, 2012].

## Riqueza de especies (S)

En este caso se trata de un área en específico en un mismo ecosistema, por lo que se determinó el número de especies presente en dicha área o muestreo, sin tener en cuenta ninguna otra consideración, siendo uno de los dos criterios utilizados para medir la diversidad alfa (alfa-diversidad). Este método no es más que la riqueza de especies, simbolizada como S, y es uno de los tres componentes en que se puede segregar la diversidad biológica con relación a la estructura del paisaje, según Moreno *et al.* (2001), Chamizo *et al.* (2012) e Indacochea (2013). Las taxas fueron clasificadas por el origen en nativas (N) y exóticas (E), así como por el estado del crecimiento en número de individuos o rango de distribución en expansivas (Ex), potencialmente invasora (PI), invasora (I), invasora agresiva (A) e invasora agresiva preocupante (AP), atendiendo a los criterios de Herrera (2006), Oviedo (2012) y Oviedo *et al.* (2012). Se verificó con la lista recomendada para plantar en la FFH\*, elaborada por Herrera (2003). Se consultó a Berazaín *et al.* (2005), donde se encontraron especímenes con categorías de amenaza en estado vulnerable (VU) y no amenazadas de preocupación menor (LC). A partir del total de especies (S) se determinaron los porcentajes para cada clasificación, tanto por el origen como por el estado de crecimiento en número de individuos o rango de distribución.

## Aspectos etnobotánicos

Para conocer algunos aspectos etnobotánicos se realizaron entrevistas dirigidas a los miembros de la comunidad (13) y trabajadores (20) del GPMH con el siguiente cuestionario: 1) ¿conoce las plantas existentes en el área?; 2) ¿cuáles se establecieron naturalmente?; 3) ¿cuáles plantaron?; 4) ¿cuáles son aprovechadas?, ¿cómo?, ¿para qué?, ¿cuándo?, ¿quiénes?;

5) ¿tiene conocimiento de los usos de las plantas en estudio?

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del inventario realizado en la FFH de la zona sur del GPMH, se identificó una riqueza (S) de 30 especies leñosas distribuidas en 25 géneros y 15 familias botánicas, siendo mayoritaria *B. vulgaris* var. *vulgaris* (Fig. 2), lo cual confirma lo planteado por Bianchi *et al.* (2007) y Valiente (2012): «El 50 % de las plantaciones de bambú establecidas en ambas márgenes del río principal, afluentes y áreas colectoras hacia los cuerpos de agua del GPMH, corresponden a las primeras hileras de la FFH. Estas plantaciones están asociadas con otras especies forestales que se han establecido artificialmente en las filas intermedias y exteriores de dicha faja».



Figura 2. Primeras hileras de la FFH la subfamilia Bambusoideae. Filas intermedias con *Hura crepitans* L. (salvadera) y *L. leucocephala* (Lam.) de Wit. subsp. *leucocephala* (ipil-ipil)

De acuerdo con el origen de las especies, se determinó que el 27 % es N (ocho especies) y el 73 % es E (22 especies). En tanto, según el estado de crecimiento en número de individuos o rango de distribución, se registró un 23 % Ex (siete especies); 23 % PI (siete especies); 40 % I (12 especies.); 7 % invasora A (dos especies) y 23 % invasora AP (siete especies.). Integran la lista roja de la flora vascular cubana dos taxones nativos: *Cedrela odorata* L. (VU) e *Hibiscus elatus* Sw. (LC), y una exótica: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. subsp. *leucocephala* (LC). Del total de ejemplares, solo el 27 %\* (ocho especies) se relacionan en la lista recomendada para ocupar la FFH: cuatro N: *Cordia collococca* L., *Cordia gerascanthus* Jacq., *H. elatus* y *Roystonea Regia* L.; cuatro E: *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth,

*Psidium guajava* L., *Mangifera indica* L. y cuatro Bambusoideae (Tabla 1). Las especies nativas existentes incluyen algunas heliófilas como

*C. odorata*, *C. gerascanthus*, *R. regia*, *Trichilia hirta* L. y la exótica *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland.

**TABLA 1**

**Taxonomía y clasificación según el origen y estado de crecimiento en número de individuos o rango de distribución de las especies leñosas que conforman la VABG del curso inferior del GPMH**

Familia	Género	Especie	N. vernáculo	N	Ex	E	PI	I	
Anacardiaceae	<i>Mangifera</i>	<i>M. indica</i> L. (India)	Mango*			x	±		
Arecaceae	<i>Roystonea</i>	<i>R. regia</i> L.	Palma real*	x					
Bignoniaceae	<i>Spathodea</i>	<i>S. campanulata</i> P. Beauv (África tropical)	Espatodea (tulipán africano)			x		AP	
Bixaceae	<i>Bixa</i>	<i>B. orellana</i> L. (América tropical)	Bija			x	±		
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>C. obliqua</i> Willd. (India)	Uva gomosa			x		A	
		<i>C. collococca</i> L.	Ateje*	x	-				
		<i>C. gerascanthus</i> Jacq.	Baria*	x	-				
	<i>Ehretia</i>	<i>E. tinifolia</i> L.	Roble prieto	x	-				
Caesalpinaceae	<i>Delonix</i>	<i>D. regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf. (Madagascar)	Framboyán rojo			x		+	
	<i>Peltophorum</i>	<i>P. ferrugineum</i> (Decne.) Benth (Australia)	Framboyán amarillo			x	±		
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>T. catappa</i> L. (Asia)	Almendra			x		AP	
Euphorbiaceae	<i>Hura</i>	<i>H. crepitans</i> L. (América tropical)	Salvadera			x	±		
Fabaceae	<i>Erythrina</i>	<i>E. berteroana</i> Urb. (América tropical)	Piñón de pito			x		+	
Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>H. elatus</i> Sw.	Majagua*	x	-				
Meliaceae	<i>Azadirachta</i>	<i>A. indica</i> A. Juss (Pakistán)	Árbol del nim			x	±		
	<i>Cedrela</i>	<i>C. odorata</i> L.	Cedro	x	-				
	<i>Melia</i>	<i>M. azedarach</i> L. (Pakistán)	Paraíso			x	±		
	<i>Trichilia</i>	<i>T. havanensis</i> Jacq.	Siguaraya	x	-				
		<i>T. hirta</i> L.	Cabo de hacha (jubabán)	x	-				
Mimosaceae	<i>Albizia</i>	<i>A. lebeck</i> (L.) Benth (Asia)	Algarrobo de olor			x		AP	
	<i>Leucaena</i>	<i>L. leucocephala</i> (Lam) de Wit. subsp. <i>leucocephala</i> (América tropical)	Ipil ipil			x		AP	
	<i>Pithecellobium</i>	<i>P. dulce</i> (Roxb.) Benth (Filipinas)	Inga dulce*			x		AP	
Myrtaceae	<i>Syzygium</i>	<i>S. cumini</i> (L.) Skeels (Asia)	Jambolán			x	±		
		<i>S. jambos</i> (L.) Alston (India y Sri Lanka)	Pomarrosa			x		AP	
	<i>Psidium</i>	<i>P. guajava</i> L. (Asia)	Guayaba*			x		A	
Elaeocarpaceae	<i>Muntingia</i>	<i>M. calabura</i> L. (América tropical)	Capulí			x			
Poaceae	<i>Bambusa</i>	<i>B. vulgaris</i> Schrader ex Wendland var. <i>vulgaris</i> (Asia)	Bambú*			x		AP	
		<i>B. vulgaris</i> var. <i>vitatta</i> A. y C. Riviére (Asia)				x			
	<i>Dendrocalamus</i>	<i>D. strictus</i> (Roxb.) Nees (India)				x		+	
	<i>Guadua</i>	<i>G. aculeata</i> Rupr. ex E. Fourn (Colombia y Ecuador)				x			
		<i>G. angustifolia</i> Kunth (Colombia y Ecuador)				x			
		<i>G. angustifolia</i> Kunth f. <i>atlantica</i> (Colombia y Ecuador)				x			

N: nativa; Ex: Expansiva; E: Exótica; PI: Potencialmente invasora (±); I: Invasora (+); A: Agresiva; AP: Agresiva preocupante. Aparecen en la lista de especies recomendadas para ocupar la FFH\*.

Se observa que la más numerosa cantidad de especies por familias botánicas están representadas en Meliáceas, Bignonáceas y Poáceas con cinco (17 %), cuatro (13 %) y cuatro (13 %) especímenes, respectivamente. Incluyen la familia Meliaceae: *A. indica*; *C. odorata*, *M. azedarach*, *T. havanensis* y *T. hirta*. Mientras que en la familia Boraginaceae se alistan: *C. obliqua*, *C. collococca*, *C. gerascanthus* y *E. tinifolia*. La familia Poaceae está representada por *B. vulgaris* (con dos variedades: *vulgaris* y *vitatta*); *D. strictus*; *G. aculeata* y *G. angustifolia*

Entre las especies nativas presentes, varias están incluidas en el Diario Martiano, tales como *C. odorata*, *C. collococca*, *E. tinifolia*, *R. regia*, *H. elatus*, *T. hirta*, coincidiendo con Castillo *et al.* (2013), los que enfatizan la importancia de su fomento para el rescate, conservación y elevación de los valores histórico-culturales de las mismas. Con este propósito, los autores antes mencionados desarrollan trabajos de educación ambiental en las escuelas de la localidad.

Se aprecian hileras establecidas de *B. orellana* (E) en el Consejo Popular Armada del municipio de Cerro (segunda hilera de la FFH del arroyo Mordazo) y en el Consejo Popular Finlay-Pogolotti, municipio de Marianao (últimas hileras de la FFH del arroyo Santoyo). Las entrevistas revelaron que esta especie es aprovechada por la comunidad como condimento y medicinal, considerada un Producto Forestal No Maderable (PFNM), lo cual coincide con Quesada *et al.* (2011), quienes informan que la plantación de *B. orellana* en estos espacios alcanzó el 95 % de supervivencia y permitirá su utilización como PFNM. También se aprovechan las exóticas *B. vulgaris* (para artesanías), *M. indica* y *P. guajava* (como frutales), entre otros especímenes contentivos de PFNM. No obstante estos beneficios, existe una desproporción entre los taxones exóticos y nativos, predominando los exóticos invasores, lo cual repercute negativamente en el establecimiento y función del Bosque de Galería (BG), ya que «el exceso de taxones exóticos invasores afecta la diversidad biológica, en particular a la flora endémica, autóctona y ecosistemas frágiles. Modifican el paisaje y pueden incidir en la calidad del suelo y el agua, perjudicando los rendimientos agrícolas y forestales, igualmente que el funcionamiento de presas y canales» [Plantas invasoras, 2013].

Asimismo, la ausencia de los manejos silvícolas correspondientes a esta categoría de bosque (Bosque de Recreación), como cortas de mejora y podas sanitarias, enunciado en SEF (1999) y Colectivo de Autores (2011), puede ocasionar la afectación del servicio de regulación hídrica, control de la erosión, entre otros perjuicios ecológicos importantes.

La FFH o VABG de la zona sur del GPMH posee una densidad y diversidad deficiente con disposición no uniforme del arbolado, mostrando una estructura muy distante de la descripción de BG que emite la literatura internacional como GIPL (2014): «En poco espacio reúne una gran masa biológica, formando una gran maraña de árboles, arbustos y plantas de menor porte que, a modo de túnel o galería, cubre densamente al río principal y afluentes, por lo que concentra una mayor diversidad vegetal y animal que otros ecosistemas». Según Colectivo de Autores (2011), generalmente abundan especies heliófilas.

La FFH, en el curso inferior del GPMH, alberga especies heliófilas; sin embargo, las características y estado de esta VABG no son las apropiadas para el desarrollo y funcionamiento sucesivo del mismo, que sumado a la ausencia de manejo silvícola deriva en las afectaciones antes mencionadas y genera un ambiente no muy agradable al visitante. Estas razones indican la necesidad de una rehabilitación ecológica del área mediante la aplicación de los tratamientos que demanda el Bosque de Recreación. Igualmente se deben implementar las formas de manejo indicadas para este tipo de plantación, consistente en talas de aprovechamiento por cortas selectivas (individual o en grupo), de los individuos maduros y sobremaduros, así como cortas sanitarias debidamente autorizadas, intervenciones propias de los Bosques Protectores de agua y suelo [SEF, 1999]. Pese a que estas áreas no ostentan dicha categoría, fungen como tal. Estas acciones deben acometerse en consonancia con la eliminación paulatina o manejo de las especies invasoras, en cualquiera de sus categorías, según se manifiesten, teniendo en cuenta la función que ejercen en este contexto, así como el fomento de nativas idóneas para estos ecosistemas como *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Andira inermis* (W. Wr.) Kunth ex Dc., *Tabebuia angustata* Britt., entre

otras, con los respectivos manejos por grupos de edades, basándose en Herrero (2003). Dichas labores favorecen el establecimiento de puentes o corredores ecológicos, dando un realce estético que incrementa la belleza paisajística, aspecto atrayente del público concurrente. Lo antes planteado se debe contemplar en los planes de reforestación, lo cual contribuye al incremento de la cobertura y diversidad arbórea, así como a la conservación *in situ* de los especímenes pertenecientes a diferentes formaciones boscosas del archipiélago cubano. La ejecución y monitoreo de estas labores gravitan en la recuperación de la armonía ecosistémica, cuyos bienes y servicios se internalicen, con el propósito de utilizarlos saludablemente, de manera que en lo adelante proceda el pago por este concepto y tribute a ingresos económicos, ya sean de la comunidad como de la entidad ejecutora.

## CONCLUSIONES

- La FFH o VABG de la zona sur del GPMH posee una riqueza de 30 especies leñosas distribuidas en 25 géneros y 15 familias, cuya densidad y diversidad es deficiente con disposición no uniforme del arbolado.
- La estructura que conforma la FFH de la zona sur del GPMH está muy distante de la descripción de Bosque de Galería, con solo ocho especies (27 %) de las recomendadas para la faja.
- Se evidencia la ausencia de manejos silvícolas, así como una desproporción entre taxones Nativos (27 %) y Exóticos (73 %), con predominio de los invasores (40 %), ocupando la mayor extensión *B. vulgaris*. Entre los nativos se encontró un taxón en estado vulnerable: *C. odorata*.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, P.; Strong, T. M.: *Catalogue of Seed Plants of the West Indies*. Smithsonian contributions to botany. Number 98.1221p. 2012

Berazaín, R. *et al.*: Lista roja de flora vascular cubana. Diversidad Biológica cubana. Categorías de amenaza para la flora cubana (22/9/2012). Disponible en: [http://www.ecosis.cu/biocuba/biodiversidadcuba/variados/listarojaflora\\_cuba\\_amenaza1.html](http://www.ecosis.cu/biocuba/biodiversidadcuba/variados/listarojaflora_cuba_amenaza1.html) (consulta 29/9/2014) 2005.

Betancourt M. *et al.*: Manual Técnico del Bambú. Versión electrónica. Instituto de Investigaciones Forestales. Ciudad de La Habana, Cuba. 29 p. 2005.

Bianchi B. *et al.*: La implementación de las fajas forestales hidrorreguladoras como medida de saneamiento en sistemas hidrográficos. En: Cuadernos del Almendares. La Habana. CISP-GPMH. Pp. 91-96, 2007.

Bisse J.: Árboles de Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p. 1988.

Calderón A.: Introducción. Encontrado en bosques de galería. Disponible en: <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/103/13/03REC119Cap.1INTRODUCCION.pdf> (consulta 2/5/ 2014), 2010.

Castillo E. *et al.*: La restauración del paisaje como alternativa para la educación ambiental. II Encuentro municipal de Mujeres Creadoras. Municipio Playa, La Habana. 2013

Colectivo de Autores: Curso: Uso sostenible de los suelos en Cuba. Parte 1. Universidad para todos. Suplemento especial. 16 p. 2010.

Colectivo de Autores: Bosques de Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. p. 63-72 2011.

Chamizo, A. R., Socarrás, A. A., Rivalta, E. V.: Diversidad biológica de Cuba. La Habana. Editorial Pablo de la Torriente. 311 p. 2012.

GIPL. Asociación Cultural Grupo de Investigadores del Parque Lineal del Manzanares disponible en: <http://www.parquelineal.es/naturaleza/bosque-de-ribera.php> (consulta mayo 2014), 2014.

Gutiérrez, J. A.: Structural Adequacy of Traditional Bamboo Housing in Latin America. INBAR.110 p. 2000.

Oviedo: Diversidad Biológica cubana. Plantas Expansivas, Invasoras o Invasoras Potenciales. (22/9/2012). Disponible en: [http://www.ecosis.cu/biocuba/biodiversidadcuba/variados/invasoras\\_plantae1.htm](http://www.ecosis.cu/biocuba/biodiversidadcuba/variados/invasoras_plantae1.htm) (consulta 30/9/2014), 2012.

Herrera, P.: Sistema de Clasificación artificial de las magnoliatas sinantropas de Cuba. 120 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Manejo Forestal y Turístico). Instituto de Ecología y Sistemática, 2006

Herrero, J. Fajas forestales hidrorreguladoras. MINAG. Dirección Nacional Forestal. 52 p. 2003.

Idicochea, B. S.: Conservación y propagación de árboles superiores de *Cordia alliodora* (Riiz y Pav.) Oken. 91 h. Tesis (en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río, 2013.

Montiel, M., Jiménez, V.M., Guevara, E. Caracterización anatómica ultraestructural de las variantes "Atlántica", "Sur" y "Cebolla" del bambú, *Guadua angustifolia* (Poaceae: *Bambusoideae*), en Costa Rica. Revista de Biología Tropical (CR) 54(suppl.2). San José Dec. 2006. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0034-77442006000500004> (consulta 18/6/2014), 2006.

Moreno, C.: Diversidad biológica. Generalidades. Vías para la conservación de la diversidad biológica. Disponible en: [http://www.medioambiente.cu/download/Tabloide\\_Biodiversidad.pdf](http://www.medioambiente.cu/download/Tabloide_Biodiversidad.pdf) (consulta 30/9/2014) 2001.

Normal Ramal 595. Tratamientos silviculturales. Ministerio de la Agricultura. 25 p. 1982.

Oviedo R. *et al.*: Lista Nacional de especies de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba - 2011. Bissea 6 (NE 1): 22-96, 2012.

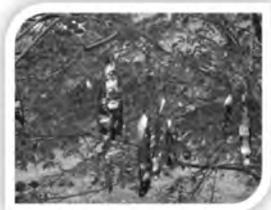
- Plantas Invasoras. Disponible en: <http://www.radiorebelde.cu/noticia/identifican-cuba-323-especies-plantas-invasoras-20130313/> [url] Copyright Radio Rebelde © radiorebelde.cu (consulta 5/5/ 2014), 2013.
- Quesada, H. *et al.*: Fomento de especies condimentarias arbóreas y arbustivas en diferentes localidades de la Agricultura Urbana en Ciudad de La Habana. Ciudad de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales, 2011.
- Roig, JT. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Tomo I y II. Segunda edición. La Habana. Editorial Científico Técnica, 2012.
- Rossis R. *et al.*: Mapa de vegetación de la cuenca Almendares-Vento. En Cuadernos del Almendares. La Habana. CISP-GPMH, 2007.
- Sánchez, Y., García, C.: Flora y vegetación rupícola del Jardín Botánico Cupaynicu. Revista Electrónica Granma Ciencia (CU) 7(1) Enero-Abril. Encontrado en Bosque de galería. Disponible en: <http://gciencia.idict.cu/index.php/granma-cien/article/download/75/223> (consulta 17/6/ 2014), 2003.
- Servicio Estatal Forestal. Ley Forestal su reglamento y contraversiones. La Habana. Ministerio de la Agricultura, 1999.
- Suárez T. *et al.*: Proyecto de fomento y manejo de las áreas con vocación forestal del Parque Metropolitano de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. Grupo Nacional de Ordenación Forestal. . La Habana. Ministerio de la Agricultura, 2006.
- Valiente, Y.: La reforestación con bambú, una alternativa para el desarrollo local. IX Encuentro de Agricultores urbanos y suburbano. La Habana. Asociación Cubana de Técnicos AgroForestales, 2012.
- Velázquez D., Guyat, M., Manzanarez, K.: Xiloteca de maderas cubanas Julián Acuña. Departamento de tecnología de la madera y productos naturales. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, 2012.

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Hilda Quesada Font

Ingeniera forestal, máster en Ciencias Forestales, especialista del Departamento de Silvicultura, ha sido jefa de proyecto de Plantas Medicinales para la Agricultura Urbana, y en la actualidad trabaja en proyecto de Bambú del Parque Metropolitano de La Habana. Forma parte del equipo de autores del libro *Bosques de Cuba* y del proyecto de Productos Forestales No Maderables de la Reserva Buenavista, los cuales fueron Premios Organismo 2013 y 2014, respectivamente. Ha participado como ponente en eventos nacionales e internacionales

# *Lysiloma sabicu* Benth. (Mimosacea)



## **NOMBRE VULGAR:** sabicú

No.: 193

*Distribución geográfica:* Zonas orientales, Camagüey, Villa Clara, Pinar del Rio e Isla de la Juventud; Bahamas y La Española.

*Caracteres macroscópicos:* Árbol maderable de primera clase con una madera de gran importancia comercial. Albura amarilla, duramen pardo, lustrosa, a veces veteadada con textura media, grano recto, dura, pesada, resistente y durable. Zonas de crecimiento presente.

*Densidad:* 0,800 g/cm<sup>3</sup>

*Principales usos:* Marcos de puertas y ventanas, vagones, carpintería naval construcciones, muebles. En el estudio de las maderas de la fortaleza del Castillo de los Tres Reyes del Morro, se encontró también como puertas de gran tamaño, y en el museo de Cárdenas como cepo de esclavos.

---

---

## **Caracteres microscópicos:**

### **A. Porosidad:**

*Distribución:* difusa; poros mayormente solitarios, redondos; múltiples radiales de dos células y conglomerados de tres a cuatro.

$\varphi$  ( $\mu\text{m}$ ): 32-65-151

No./mm<sup>2</sup>: 6

*Pared* ( $\mu\text{m}$ ): 6

*Placa perforada:* simple

*Punteaduras:* alternas, circulares con aberturas ovales.

*Contenidos:* opacos en el duramen.

*Longitud*( $\mu\text{m}$ ): 230-406-490

### **B. Parénquima axial:**

*Distribución:* paratraqueal vasicéntrico a aliforme.

$\varphi$  ( $\mu\text{m}$ ): 22

No. células la serie: dos a cuatro

*Contenidos:* no

*Long. serie* ( $\mu\text{m}$ ): 320-410-520

### **C. Parénquima radial:**

*Distribución:* irregular

*Composición:* homogéneos

No./mm: 9

*Contenidos:* pardo en el duramen

*Ancho* ( $\mu\text{m}$ ): 14-16-17

No. células: 1

*Alto* ( $\mu\text{m}$ ): 109-169-239

No. células: 8-13-15

### **D. Fibras:**

*Tipo:* libriformes, poligonales, septadas.

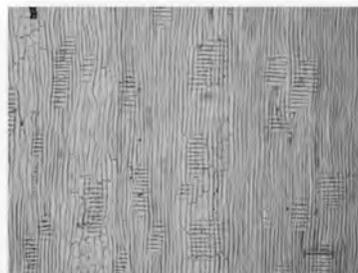
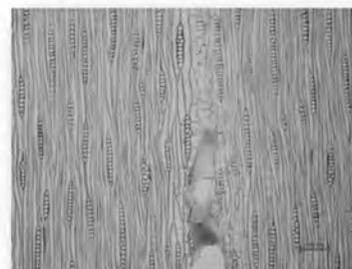
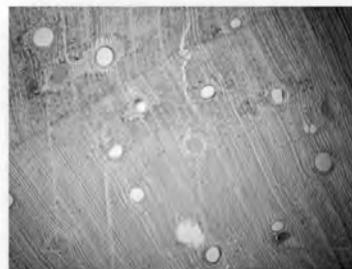
*Distribución:* radial

$\varphi$  ( $\mu\text{m}$ ): 22

*Grosor de pared* ( $\mu\text{m}$ ): 6

*Longitud* ( $\mu\text{m}$ ): 950-1086-1100

### **E. Caracteres especiales:** células cristalíferas septadas



## DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTOS DE HOJAS DE *TAMARINDUS INDICA* L. EN DOS ESTADOS FISIOLÓGICOS

### DETERMINATION OF THE ANTIOXIDANT CAPACITY IN LEAF EXTRACTS *TAMARINDUS INDICA* L. ON TWO PHYSIOLOGICAL STATES

M.Sc. ADOLFO RAMOS-MARZÁN,<sup>1</sup> DR. C. JULIO C. ESCALONA-ARRANZ<sup>2</sup> Y DR. C. JESÚS RODRÍGUEZ-AMADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, finca La Mandarina, Cruce de los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba, C.P. 92700

<sup>2</sup> Universidad de Oriente. Avenida Patricio Lumumba s/n, Alturas de Quintero, Santiago de Cuba, Cuba

#### RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante en extractos de hojas de *Tamarindus indica* L. en los estados fisiológicos de floración y fructificación en el período de octubre de 2012 y febrero de 2013, respectivamente. Posterior a la obtención de los extractos fluidos con etanol al 70 %, se cuantificó espectrofotométricamente la concentración de fenoles y flavonoides totales. Luego los extractos fueron sometidos a un fraccionamiento sucesivo con cuatro solventes. A los extractos y las fracciones obtenidas se les determinó la capacidad antioxidante por medición del índice de oxidación. Los resultados se procesaron utilizando el programa estadístico InfoStat 2012. Los niveles más altos de concentración de fenoles totales se obtuvieron en octubre, y de flavonoides en febrero. Los diferentes extractos obtenidos de hojas de *Tamarindus indica* L. mostraron capacidad antioxidante en los dos estados fisiológicos estudiados, siendo para todos los casos los más activos, los extractos de fluido y las fracciones de acetato de etilo.

**Palabras claves:** *Tamarindus indica*, fenoles, flavonoides, antioxidante, Cuba.

#### INTRODUCCIÓN

*Tamarindus indica* L. es un árbol tropical de la familia Caesalpinaceae, de gran tamaño, larga vida y usualmente siempre-verde, nativo de los trópicos del Viejo Mundo. Conocido comúnmente como tamarindo, este árbol se ha plantado

#### ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of determining the capacity antioxidant of extracts of leaves of *Tamarindus indica* L. it indicates respectively in the physiologic states of flowering and fructification corresponding to October of 2012 and February of 2013. Later to the obtaining of the flowing extracts with ethanol to 70 % spectrophotometrically was quantified the phenols and total flavonoids concentration, then the extracts were subjected to a successive division with four solvents, the extracts and the obtained fractions were determined the capacity antioxidant by mensuration of the index of oxidation. The results were processed using the program InfoStat 2012. The highest levels in total phenols were obtained in the month of October and those of flavonoids in February. The different obtained extracts of leaves of *Tamarindus indica* L. they showed capacity antioxidant in the two studied physiologic states, being for all the cases the most active, the extracts of fluid and the fractions of ethyl acetate.

**Key words:** *Tamarindus indica*, phenols, flavonoids, antioxidant, Cuba.

el Sudán, Etiopía, Kenya y Tanzania, hacia el oeste a través de África sub-Saheliana hasta Senegal [Loinert, 2009]. Ha sido empleado con diferentes fines, entre los que se destacan los nutricionales, terapéuticos y ecológicos.

En este sentido, Prabhakara *et al.* (2004) reportaron que el polvo seco de las hojas de tamarindo, mezclado con aceites de maní y sésamo, es útil como suplemento nutricional debido a los niveles que presenta de proteínas, grasas, hierro y calcio.

Desde el punto de vista farmacológico, extractos foliares de tamarindo han demostrado excelentes propiedades hepatoprotectoras. Notorios son los experimentos realizados por Wenynger y Robineau (1988), Jouyex y Mortimer (1995), Escalona *et al.* (1995) que relacionan estas propiedades con los mecanismos antioxidantes de los fenoles y los flavonoides presentes en diferentes tejidos de la planta.

En el caso particular del trabajo de Jouyex y Mortimer, realizaron un estudio comparativo entre nueve de las especies que con mayor frecuencia se reportan en el Caribe con fines antioxidantes. Sus resultados señalan al tamarindo como una de las principales elecciones, llegando a ser comparable en múltiples ensayos al extracto de *Rosmarinus officinalis* L., una especie con elevada actividad antioxidante [Jouyex y Mortimer, 1995].

Bathia *et al.* (1980) reportaron la presencia de cuatro flavonoides de naturaleza C-glicosídica, cuyas estructuras se corresponden con la orientina, vitexina, isorientina e isovitexina. Además, se han realizado estudios bioquímicos que demuestran la presencia de otros elementos antioxidantes en las hojas como la apigenina, 7-*o*-metilluteolina, y los ácidos *cis* y *trans* ferúlicos [Arya, 1999]. También se ha demostrado la presencia del compuesto fenólico Lupeol, el cual muestra alto poder antioxidante [Ali y Ahmad, 1998]. Aunque Siddhuraju (2007) reportó que los compuestos de las hojas de la especie con mayor potencial antioxidante son aquellos de naturaleza flavonólica y polifenólica.

En un estudio preclínico farmacológico en ratas, se evaluó el efecto hepatoprotector del extracto fluido de hojas del tamarindo y de las fracciones de acetato de etilo y n-butanol a partir de dicho extracto fluido ante ratas Wistar macho por el

modelo de intoxicación hepática por tetracloruro de carbono. Los resultados de las fracciones evaluadas demostraron que las fracciones de acetato de etilo y n-butanol son las que mayor poder antioxidante presentan, debido a la mayor presencia de fenoles y flavonoides en dichas fracciones [Escalona *et al.*, 1995].

Escalona *et al.* (1995) demostraron, en estudio preclínico farmacológico en ratas, que el extracto fluido hidroalcohólico (70 %) de hojas del tamarindo y las fracciones de acetato de etilo y n-butanol obtenidos a partir de dicho extracto, presentan un mayor poder protector de células hepáticas ante el efecto tóxico de tetracloruro de carbono debido a la mayor concentración de sustancias antioxidantes con respecto a las fracciones de cloroformo, n-hexano y acuosa.

Cañizares (2008) demostró que el etanol al 70 % es la combinación hidroalcohólica que mayor cantidad de fenoles y flavonoides extrae de las hojas del tamarindo en la formulación de extractos fluidos, y Urdeneta (2008) determinó químicamente que la fracción de acetato de etilo, a partir de este extracto, es la que mayor concentración de fenoles y flavonoides presenta, incluso superior al n-butanol.

Grotewold (2008) concluyó que la biosíntesis de sustancias antioxidantes en la planta de *Tamarindus indica* L. varía en dependencia del estado fisiológico en que se encuentre la misma.

Al considerar lo antes mencionado, se realizó la siguiente investigación con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante de extractos de hojas de *Tamarindus indica* L. en dos estados fisiológicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas estudiadas correspondían con individuos fisiológicamente sanos y en estado adulto. Se encontraban localizadas en la finca Niña Bonita del poblado El Caney, en Santiago de Cuba.

Se seleccionaron dos meses en los que la población se encuentra en su estado de floración y de fructificación: octubre de 2012 y febrero de 2013, respectivamente. En cada caso las hojas se colectaron en el horario de la mañana, y se sometieron posteriormente a un secado al sol. Una vez secas, se procedió a la disminución del

tamaño de partículas para facilitar los procesos extractivos.

Se pesaron 150 g de hojas secas y pulverizadas para la preparación de cada uno de los extractos fluidos correspondiente a cada estado fisiológico. Los mismos se obtuvieron por el método de percolación, tal y como se describe en la Norma Ramal de Salud Pública 311/91. A los extractos obtenidos se les determinó de forma cuantitativa los fenoles y flavonoides totales por técnicas espectrofotométricas.

Los fenoles totales se determinaron empleando el reactivo de Folin-Ciocalteu a 700 nm. Los resultados se expresaron como ácido tánico a partir de una curva de calibración obtenida para dicho compuesto en el rango de 0,2 a 1,6 ppm (partes por millón). Los flavonoides totales se determinaron por reacción con cloruro de aluminio en metanol a 430 nm. Los resultados se expresaron como quercetina a partir de una curva de calibración obtenida para dicho compuesto en el rango de 1 a 7 ppm.

Los extractos fluidos fueron sometidos a un fraccionamiento sucesivo líquido-líquido con cloroformo, acetato de etilo, n-butanol y finalmente el residuo resinoso que quedó en las paredes del embudo separador se disolvieron en etanol al 70 %. Se generaron así cuatro subfracciones de polaridad y composición diferente, evaluando en cada una de ellas y al extracto fluido de partida el poder antioxidante, por medición del índice de oxidación.

La evaluación de la capacidad antioxidante de los diferentes extractos obtenidos se determinó a través del índice de oxidación por modifi-

cación de la Norma Ramal de la Agricultura 1129/1994 MINAG. A 2 mL del extracto a evaluar previamente diluido en agua destilada, se le añadió 1 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 20 %, se agitó y posteriormente se le adicionaron 30  $\mu$ L de solución de permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ) al 0,1 N. La variable índice de oxidación se determinó midiendo el tiempo (en segundos) en que desaparece la coloración rosada provocada por la adición del permanganato de potasio. Para cada caso se realizaron tres réplicas ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ). Las fracciones se diluyeron en agua hasta obtener tiempos comprendidos entre los 5 y 120 s. Como positivo se empleó la solución de quercetina.

Los resultados se procesaron utilizando el programa InfoStat 2012. Las concentraciones de fenoles y flavonoides totales en los extractos fluidos obtenidos a partir de *Tamarindus indica* L. con etanol al 70 % correspondientes a octubre y febrero se analizaron mediante el test de student, para muestras independientes. Para el análisis del índice de oxidación entre fracciones se realizó un ANOVA, y posterior Test de los Rangos Múltiples de menores diferencias significativas de Fisher (LSD).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos estados fisiológicos evaluados para la concentración de flavonoides totales. En el estado fisiológico de fructificación se produjeron mayores concentraciones (1,79 mg/mL) de flavonoides totales que en la floración (0,98 mg/mL) (Tabla 1). Resultados similares fueron reportados por Cañizares (2008).

**TABLA 1**

**Prueba t para muestras independientes para concentración de flavonoides totales expresados como quercetina (mg/mL) correspondientes a los estados fisiológicos de floración (octubre) y fructificación (febrero)**

Estado fisiológico	Variable		Estadígrafo
	Concentración de flavonoides		
Floración	Media	0,98 EE: $\pm 0,01$	t: -47,66 p < 0,0001 p (Var. Hom.): 0,5385
Fructificación	Media	1,79 EE: $\pm 0,01$	

El resultado en este experimento está dado porque durante la fase de fructificación la planta presenta mayor probabilidad de ser afectada por múltiples organismos vivos (bacterias, hongos, insectos, aves y mamíferos), y la obligan a producir mayor cantidad de sustancias flavonólicas como mecanismo de defensa [Grotewold, 2008]. Los flavonoides presentan gran importancia para el desarrollo fisiológico de la planta y con varias propiedades farmacológicas. Por ejemplo, El-Siddig (2007) reportó, debido a la presencia de flavonoides en los extractos de esta especie, actividad fungicida frente a cultivos de *Aspergillus niger* y de *Candida albicans*, y fuerte actividad bactericida hacia los cultivos de *Salmonella*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

También se ha demostrado la capacidad antioxidante del flavonoide polihidroxilado presente en la semilla y hojas del *Tamarindus indica* L. Los estudios se realizaron tanto *in vitro* como *in vivo*, en los cuales se demostró que dosis superiores a los 500 mg/kg pueden modular los radicales libres en presencia o ausencia de toxicidad aguda debido a la capacidad antioxidante de dicho flavonoide [Komutarin, 2004].

Según el análisis estadístico realizado, existen diferencias significativas entre los estados fisiológicos de la especie en cuanto a concentración de fenólica, favoreciendo a la etapa de floración (octubre) como la de mayor producción de flavonoides (Tabla 2).

**TABLA 2**  
**Prueba t para muestras independientes para concentración de fenoles totales expresados como ácido tánico (mg/mL) correspondientes a los estados fisiológicos de floración (octubre) y fructificación (febrero)**

Estado fisiológica	Variable		Estadígrafo
	Concentración de fenoles		
Floración	Media	2,42 EE: ±0,01	t: 10,32 p < 0,0005 p (Var. Hom.): 0,3043
Fructificación	Media	2,19 EE: ±0,02	

Este hecho contrasta con resultados previos en donde se señala la etapa de fructificación como la de mayor producción de fenoles totales [Cañizares, 2008]. Las causas de estas diferencias están relacionadas con los aspectos climatológicos y ecológicos, ya que estas sustancias son sintetizadas por la planta en dependencia del medio en que se encuentre, presentando varias funciones, muchas de ellas de capital importancia para la supervivencia de la misma. Una de las funciones de los fenoles es la atracción de vectores para la polinización y dispersión de las semillas [Andersen y Kenneth, 2006]. Teniendo en cuenta esta función, la planta aumentó la biosíntesis de este metabolito en el período de floración (octubre), lo cual explica los resultados que se muestran en la Tabla 2. Los fenoles se han convertido en un grupo de compuestos con potencialidades desde el punto

de vista fitoquímico y farmacológico [Andersen y Kenneth, 2006].

Estos resultados permiten conocer en qué etapa fisiológica de la especie se debería realizar la colección del material vegetal si se quisiera obtener la mayor concentración de alguno de estos metabolitos para realizar alguna formulación, un estudio fitoquímico o farmacológico, con lo cual se logra un aumento de la actividad farmacológica. En el caso de los fenoles totales, se determinó que la especie en estudio sintetiza mayor cantidad de esta sustancia en la etapa de fructificación.

El tiempo que necesitó el extracto fluido y las fracciones (acetato de etilo, n-butanol, cloroformo y etanol al 70 %) para reducir la solución de permanganato de potasio, se muestra en la Tabla 3.

**TABLA 3**

**Tiempo para la decoloración del permanganato de potasio con 2,0 mL de extracto fluido y sus fracciones en el período de floración (octubre)**

Extractos	t (s)	Error estándar
Quercetina	18 a	2,10
Extracto fluido	13,3 a	2,10
Acetato de etilo	14,0 a	2,10
N-butanol	72,7 b	3,63
Etanol al 70 %	79,3 b	3,63
Cloroformo	14,0 a	2,10

Quercetina: se preparó en concentración de 0,005 mg/L.

El extracto fluido fue el que menor tiempo (13,3 s) utilizó para reducir todo el permanganato añadido sin diferenciarse significativamente de la fracción de acetato de etilo y de la fracción de cloroformo que no diferenciaron del tratamiento testigo utilizado (quercetina).

Esto está dado por la presencia de mayores concentraciones de flavonoides en los extractos anteriormente mencionados. Estos tipos de metabolitos presentan un esqueleto común de difenilpiranos, compuesto por dos anillos de fenilos ligados a través de un anillo de pirano (heterocíclico) que le permite establecer un equilibrio electrónico, evitando la oxidación de una determinada molécula, los cuales muestran su presencia en alta concentración en las hojas de la especie en estudio [Urdeneta, 2008]. Komutarin (2004) demostró la capacidad antioxidante de un flavonoide polihidroxilado presente en las semillas y hojas del *Tamarindus indica* L.

Entre las fracciones de n-butanol y etanol al 70 % no existieron diferencias significativas de actividad antioxidante.

Estos resultados muestran similitud con un estudio preclínico farmacológico, donde se evaluó el efecto hepatoprotector por actividad antioxidante del extracto fluido de hojas del tamarindo y de las fracciones de acetato de etilo y n-butanol a partir de dicho extracto fluido, y los resultados demostraron que la fracción de acetato de etilo fue la que mayor poder antioxidante presenta [Escalona *et al.*, 1995].

En la fase fenológica de fructificación se obtuvieron diferencias significativas entre el extracto fluido y sus fracciones (Tabla 4). La fracción de acetato de etilo necesitó 8 s solamente para reducir el permanganato de potasio, superando al resto de los tratamientos utilizados, incluyendo al tratamiento testigo, que necesitó 18 s,

y posteriormente le sigue el extracto de fluido. Este resultado convierte a la fracción de acetato de etilo en la más activa en cuanto a actividad antioxidante, resultados que son similares a los obtenidos por Escalona *et al.* (1995). Debido a la alta capacidad que presenta el acetato de etilo de extraer fenoles totales, en los dos estados fisiológicos estudiados fue la fracción que presentó mayor actividad antioxidante, y entre ambos períodos (floración y fructificación) dicha fracción mostró mayor actividad en la etapa de fructificación, resultado que está correlacionado con los obtenidos en la cuantificación de fenoles totales, ya que las mayores concentraciones de este metabolito se obtuvieron en la etapa de fructificación, y dichos metabolitos presentan alta actividad antioxidante.

**TABLA 4**

**Tiempo para la decoloración del permanganato de potasio con 2,0 mL de extracto fluido y sus fracciones en el período de fructificación (febrero)**

Extractos	t (s)	Error estándar
Quercetina	18 b	1,90
Extracto fluido	17,0 b	1,90
Acetato de etilo	8,00 a	1,32
N-butanol	55,7 c	1,95
Etanol al 70 %	103,3 d	2,01
Cloroformo	58,3 c	1,96

Quercetina: se preparó en concentración de 0,005 mg/L.

Sin embargo, para esta etapa las fracciones de n-butanol y cloroformo presentan una mayor actividad que la de etanol al 70 %, según lo revela el análisis estadístico realizado, ya que dicha fracción redujo el permanganato de potasio en 103,3 s, resultado que la convierte en la fracción de menor actividad antioxidante.

Los resultados demuestran el poder antioxidante que presentan las hojas del *Tamarindus indica* L., coincidiendo con los trabajos realizados por Jouyex y Mortimer (1995) y Escalona *et al.* (1995), lo cual reafirma el empleo de esta especie como candidato a una determinada formulación con actividad antioxidante. Se demostró que la etapa de fructificación es el estado fisiológico ideal para realizar la colección del material vegetal para así lograr la mayor actividad farmacológica en una determinada formulación; además, se logró correlacionar la actividad antioxidante correspondiente al período de fructificación con la concentración de flavonoides totales correspondientes a dicha

etapa, ya que el extracto más activo fue el de acetato de etilo correspondiente al estado fenológico de fructificación, el cual necesitó solo 8 s para reducir el permanganato de potasio.

## CONCLUSIONES

- Los extractos de hojas de *Tamarindus indica* L. mostraron capacidad antioxidante en los estados fisiológicos de floración y fructificación, siendo para todos los casos los más activos, los extractos de fluido y las fracciones de acetato de etilo.
- La mayor concentración de fenoles totales en hojas del *Tamarindus indica* L. se produjo en la floración; sin embargo, en la etapa de fructificación la concentración de flavonoides fue mayor, lo cual está estrechamente relacionado con la actividad antioxidante de los extractos evaluados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ali, M.; Ahmad, V. 1998: «Chemotropism and antimicrobial activity of *Tamarindus indica*», *Fitoterapia* (IN) (1): 43-46.
- Andersen y Kenneth, R. (ed). 2006: «Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications», *CRC Press Taylor & Francis Group*, Boca Ratón, Florida, 10 (44): 3487-2742.
- Bathia, U. K.; Gupta, S. R.; Shishadi, T.R. 1997: «Phytochemistry», *Journal of Chemical and Environmental* (GB) 5(1): 177-181.
- Cañizares, J. 2008: «Evaluación de la capacidad extractiva de diferentes soluciones hidroalcohólicas de hoja de *Tamarindus indica* L.», 46 h. Trabajo de Diploma en opción al título de Licenciado en Ciencias Farmacéuticas, Universidad de Oriente.
- Chitra Arya. 1999: «Post Infectional Changes in Flavonoids and Phenolic Acids by Fungal Pathogens in *Tamarindus indica* L.», *Res. Journal of Chemical and Environmental* (GB) 3(4): 405.
- El-Siddig, K. 2007. «*Tamarindus indica* L. in: Fruits of the Future, Ed. RPM Print and Design, W. Sussex. 12 (3): 94.
- Escalona, J. C.; Dehesa, M. A.; Bozzan, M. L. 1995: «Evaluación preclínica del efecto hepatoprotector de extractos flavonólicos de las hojas de *Tamarindus indica* L.», *Revista Cubana de Farmacia* (CU) 30(1): 292.
- Grotenwold, E. 2008: *The Science of Flavonoids*. New York. Springer Science & Business Media, Inc. (US) 8(3): 301.
- InfoStat. 2012. InfoStat, versión 2012. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Jouyex, M., Mortimer, F. 1995: «Screening of antiradical, antilipoperoxidant and hepatoprotective effects of nine plants extracts used in Caribbean folk medicine», *Phytotherapy Research* (DD) 9(3): 228-230.
- Komutarin, T. 2004: «Extract of the seed coat of *Tamarindus indica* inhibits nitric oxide production by murine macrophages *in vitro* and *in vivo*», *Food and Chemical Toxicology* (US) 42(4): 649-58, April.
- Loinert, P. J. 2009: *Plant diseases of India-a sourcebook*. New Delhi: Tata McGraw-Hill. 163 p.
- Norma Ramal de Salud Pública (NRSP) 311 1991: Extractos fluidos y tinturas. Procesos Tecnológicos. MINSAP.
- NRAG 1129. 1994: Norma Ramal de la Agricultura. Extractos de Propóleos. Especificaciones. Ministerio de la Agricultura. Cuba.
- Prabhakara, P.G., Narsing, G., Satyanarayan, A., Raol, D.G. 2004: «Studies on chutney powders based on tamarind (*Tamarindus indica* L.) leaves», *Food Service Research International* (GB) 15(1): 13.
- Siddhuraju, P. 2007: «Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated *Tamarindus indica* seed coat», *LWT Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* (CH) 40: 982-990.
- Urdeneta, I. 2008: Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de hojas de *Tamarindus indica* L.» 55 h. Trabajo de Diploma en opción al título de Licenciado en Ciencias Farmacéuticas, Universidad de Oriente.
- Wenynger B., Robineau, F. 1988: Seminario TRAMIL 3. La Habana.

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adolfo Ramos Marzán

Lic. en Ciencias Farmacéuticas, máster en Biotecnología Vegetal, investigador agregado de la Estación Experimental Agro-Forestal III Frente del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Biotecnología y Genética. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

# ESTIMACIÓN DEL CARBONO RETENIDO EN EL FUSTE EN PLANTACIONES DE *PINUS CUBENSIS* GRISEB EN LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL BARACOA, GUANTÁNAMO, CUBA

## ESTIMATION OF CARBON RETAINED IN THE SHAFT ON *PINUS CUBENSIS* GRISEB ON THE INTEGRAL FOREST ENTERPRISE BARACOA, GUANTÁNAMO, CUBA

ING. YOSNIEL PEÑA-HERNÁNDEZ,<sup>1</sup> DR.C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,<sup>1</sup> DRA.C. JUANA T. SUÁREZ SARRIA,<sup>1</sup>  
LIC. LOURDES RODRÍGUEZ-SHADE,<sup>2</sup> DR.C. WILMER TOIRAC-ARGÜELLES,<sup>3</sup> ESP. VÍCTOR M. FUENTES-UTRÍA<sup>3</sup>  
E ING. PEDRO RODRÍGUEZ-CUEVAS<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal. Km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

<sup>3</sup>Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Carretera Central, Paso de Cuba, Baracoa,  
Guantánamo, Cuba

<sup>4</sup>Empresa Forestal Integral Baracoa. Bohorque 126, Carretera a Guantánamo, Baracoa,  
Guantánamo, Cuba

### RESUMEN

*El objetivo principal de este trabajo es estimar a partir de la edad de las plantaciones de Pinus cubensis Griseb en la Empresa Forestal Integral Baracoa, Guantánamo, Cuba, el carbono retenido por hectárea mediante la modelación matemática, la cual constituye una herramienta muy útil para la planificación y gestión de los ecosistemas forestales. Se evaluaron siete modelos de regresión no lineal, siendo Hossfeld I Modificado el modelo que presentó mejor bondad de ajuste, con un coeficiente de determinación del 87,5 % y sus dos parámetros altamente significativos ( $p < 0,001$ ). Se presentan las curvas que describen la evolución en el tiempo del incremento medio anual (IMA) y el incremento corriente anual (ICA) de dicha variable.*

*Palabras claves:* Pinus cubensis Griseb, modelación, carbono retenido.

### INTRODUCCIÓN

Los gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, vapor de agua, metano y óxido de nitrógeno) ayudan a mantener el calor de la tierra, absorbiendo la energía del sol y dirigiéndola a la superficie terrestre en proporciones asimilables para los seres vivos que habitan en ella. El aumento de cualquiera de estos gases, como es el caso del

### ABSTRACT

*The main objective of this work is estimated from the age of plantations of Pinus cubensis Griseb on the Integral Forest Enterprise Baracoa, Guantánamo, Cuba carbon sequestered per hectare through mathematical modeling, which is a very useful for the planning and management of forest ecosystems tool. Seven models of nonlinear regression, I Hossfeld Modified being the model presented better goodness of fit, with a coefficient of determination of 87.5 % and two highly significant parameters ( $p < 0.001$ ) were evaluated. Curves that describe the time evolution of the mean annual increment (MAI) and the current annual increment (ICA) for this variable are presented.*

*Keywords:* Pinus cubensis Griseb, modeling, carbon retained.

CO<sub>2</sub>, generaría un incremento de energía calorífica, provocando el derretimiento de las capas de hielo y el aumento de los niveles oceánicos. Los bosques o plantaciones son considerados los pulmones de la tierra, los que usualmente son manejados para obtener un rendimiento sostenido de productos a niveles constantes

de producción, implicando una intensidad de manejo particular [Ramírez y Zepeda, 1994]. Fuentes cablegráficas afirman que el CO<sub>2</sub> constituye el 85 % de todas las emisiones, y cerca del 20 % de estas emisiones de CO<sub>2</sub> provienen de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales por el mal manejo o la mala planificación. Así, es vital considerar que la detención de la deforestación y la reversión a través de la reforestación y el manejo sustentable, el cual debe llevar implícito una evaluación de los impactos ambientales por su importancia, implica recapturar el CO<sub>2</sub>, disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y reducir el calentamiento global [Schlegel, 2001], de ahí que la modelación matemática constituya una herramienta de gran utilidad para la estimación de la cantidad de CO<sub>2</sub> retenido en función de la edad por las plantaciones de *Pinus cubensis* Griseb en la Empresa Forestal Integral Baracoa. Por lo antes expuesto, este trabajo persigue como objetivo principal estimar el carbono retenido por las plantaciones de *Pinus cubensis* Griseb en la Empresa Forestal Integral Baracoa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las áreas de estudio se encuentran ubicadas en las unidades silvícolas Baracoa, Cayo Güin y Combate de Sabanilla, pertenecientes a la Empresa Forestal Integral Baracoa. La temperatura media anual reportada es de 26,8 °C; el mes más frío es febrero (24,7 °C), y los más calientes julio y agosto (28,6 °C); la precipitación media anual es 1174,3 mm; la humedad relativa promedio es del 80 %. Los suelos predominantes son ferrítico púrpura, ferralítico rojo, ferralítico amarillento, fersialítico rojo parduzco, fersialítico pardo rojizo, pardo sin carbonato y esquelético [Rodríguez *et al.*, 2008].

Para la determinación del carbono retenido por el fuste sin considerar la corteza y el follaje se aplica la fórmula:

$$CR = V \times d \times Cc$$

donde:

CR: Carbono retenido (t/ha)

V: Volumen por hectárea (m<sup>3</sup>/ha)

d: Densidad básica (t/m<sup>3</sup>)

Cc: Coeficiente de carbono de la madera para la especie

Se utilizó la densidad básica de 0,701 t/m<sup>3</sup> determinada por Ibáñez *et al.* (1978), y el coeficiente de carbono de 0,4715 obtenido por Mercadet *et al.* (2011).

Para el levantamiento del área y toma de los datos dasométricos se utilizó la cinta métrica de 50 m, cinta diamétrica, brújula, hipsómetro de Suunto, GPS y machete.

Se evaluaron siete modelos de crecimiento reportados por la literatura [Prodan *et al.*, 1997; Casañas, 2000; Sánchez Rodríguez, 2001 y Kiviste *et al.*, 2002].

Hossfeld I 
$$y = \frac{t^2}{(a + bt + ct^2)}$$

Strand 
$$y = \left[ \frac{t}{a + bt} \right]^3$$

Hossfeld IV 
$$y = \frac{t^c}{(a + bt^c)}$$

Yoschida I 
$$y = \frac{t^c}{a + bt^c} - d$$

Terazaki 
$$y = e^{(a - \frac{b}{t})}$$

Hossfeld I (modificado) 
$$y = \frac{t^2}{(a + bt)^2}$$

Smalian 
$$y = \frac{t}{(a + bt + ct^2)}$$

donde:

a, b, c y d: Parámetros a estimar

t: Edad de los rodales

Para el ajuste de los modelos se utilizaron datos de 291 parcelas de muestreo temporales de 0,05 ha para el análisis de varianza de las regresiones, empleándose los programas estadísticos Statgraphics Plus versión 5.1 1995 e InfoStat 2008, y para la selección de los modelos de mejor ajuste se consideraron los criterios de Guerra *et al.*, 2003; Kiviste *et al.*, 2002 y Torres y Ortiz, 2005.

Coefficiente de determinación ( $R^2$ ), Coeficiente de determinación ajustado ( $R^2_{ajust}$ ), Sesgo, Error medio cuadrático (CME), Error medio absoluto EMA, Estadístico de Durbin Watson. Se calculó el incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA), según Prodan *et al.* (1997) del modelo de mejor ajuste.

$$ICA = \frac{2at}{(a + bt)^3}$$

$$IMA = \frac{2at}{(a + bt)^2}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se observan los valores de los estadísticos, apreciándose similitud entre los mode-

los Hossfeld I, Hossfeld IV, los que presentaron mayores valores de coeficiente de determinación, coeficiente de determinación ajustado y del estadístico Durbin-Watson, pero algunos de estos modelos presentaron al menos un parámetro de significación media o no significativo; el modelo Hossfeld I presentó un comportamiento no adecuado de la evolución en el tiempo del incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual, seleccionándose el modelo Hossfeld I Modificado por mostrar valores adecuados de desviación con respecto a los valores observados, valores adecuados del estadístico Durbin-Watson, con los dos parámetros de altamente significativos ( $p < 0,001$ ) y un comportamiento lógico de la evolución en el tiempo del IMA e ICA

**TABLA 1**

**Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros de los modelos para el carbono retenido por hectárea**

Modelo	$R^2$	$R^2_{aj}$	Sesgo	CME	EMA	Durbin-Watson	a	B	C	d
Hossfeld I	87,6	87,4	0,0020	0,3669	0,4893	0,88	17,5332 ± 4,9080 ***	1,5889 ± 0,6830 **	0,1148 ± 0,0203 ***	-
Hossfeld I (Modificado)	87,5	87,4	0,0094	0,3668	0,4887	0,88	3,6159 ± 0,1648 ***	0,3098 ± 0,0082 ***	-	-
Hossfeld IV	87,6	87,4	0,0024	0,3673	0,4907	-0,83	13,5034 ± 4,4744 NS	0,1346 ± 0,0150 NS	1,6285 ± 0,1622 NS	-
Strand	86,5	86,4	-0,0398	0,3977	0,5187	0,81	1,6028 ± 0,2505 ***	0,0052 ± 0,0011 ***	-	-
Terazaki	87,2	87,1	0,01556	0,3763	0,5056	0,86	2,0515 ± 0,0299 ***	-12,0578 ± 0,5021 ***	-	-
Yoschida I	86,9	86,7	0,0099	0,3887	0,5226	0,83	0,0026 ± 0,0117 NS	0,0821 ± 0,0810 NS	0,0216 ± 0,1134 NS	215,50 ± 0,000002 NS
Smalian	87,3	87,2	-0,0113	0,3732	0,4965	0,87	5,5803 ± 0,5113 ***	-0,1368 ± 0,0539 **	0,0047 ± 0,0013 ***	-

\*\*\*  $p < 0,001$

\*\*  $p < 0,01$

\*  $p < 0,05$

NS- P

> 0,05

La *Fig. 1* hace referencia al comportamiento de los datos ajustados del modelo Hossfeld I Modificado, donde se percibe un aumento de la dispersión de los valores observados a medida que aumenta la edad, siendo ello un factor influyente en el valor que de los coeficientes de determinación, según Peña *et al.* (2013), esta dispersión en el tiempo puede estar dada por la diversidad de ambientes, especialmente de los suelos, por lo que pudiera pensarse en la hipótesis de que la cantidad de carbono retenido por la especie está influenciada por el tipo de suelo, además de su expresión fenotípica y de los manejos silvícolas.

La *Fig. 2* expone el incremento corriente anual (ICA) e incremento medio anual (IMA) mediante el modelo Hossfeld I Modificado, apreciándose una retención acelerada del C en las primeras edades, aunque es aproximadamente a los cinco años de edad cuando se produce un punto de inflexión y la velocidad de retención de C comienza a disminuir paulatinamente, siendo cerca de los doce años que se igualan el ICA y el IMA, con una tasa de C retenido de 0,22 t/ha/año. Peña *et al.* (2013), para la especie *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en el municipio de La Palma, Pinar del Río, obtuvieron una tasa de retención de C de 2,53 t/ha/año a los diez años de edad.

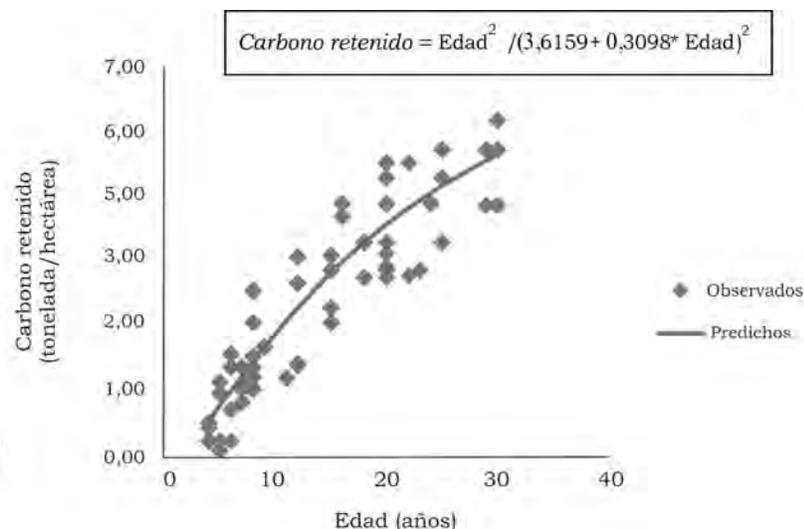


Figura 1. Modelo Hossfeld I Modificado ajustado al carbono retenido.

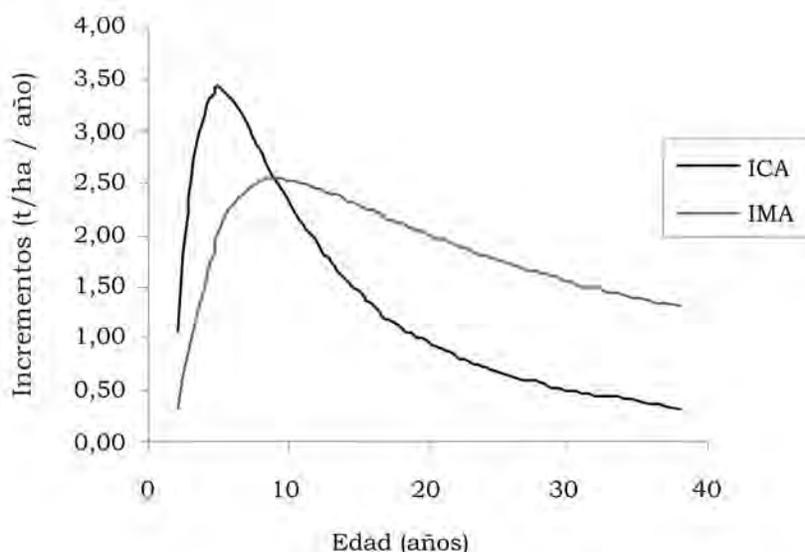


Figura 2. Incrementos en carbono retenido por el modelo Hossfeld I Modificado.

## CONCLUSIONES

- El modelo escogido (Hossfeld I Modificado) describe de manera correcta la dinámica del carbono retenido por el fuste en las plantaciones de *Pinus cubensis* Griseb en la Empresa Forestal Integral Baracoa.
- A los cinco años aproximadamente se percibe un cambio en la velocidad de retención de carbono en el fuste.
- Evaluación en el tiempo del ICA e IMA mostró que estos se igualan a los doce años aproximadamente con una tasa de crecimiento de 0,22 t/ha/año.

## BIBLIOGRAFÍA

Casañas, N. 2000. *Pinus pinea* L. en el Sistema Central (Valles del Tiétar y del Alberche): Desarrollo de un modelo de ges-

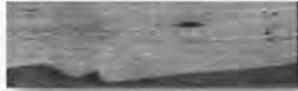
- ción y producción de piña. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad de Madrid. 356 p. España.
- Guerra, C. W., Cabrera, A., Fernández, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (CU)* 37(1): 3-10.
- Ibáñez, A., Manzanares, K., Sosa, M. 1978. Compendio de 56 especies maderables cubanas, africanas y otras regiones tropicales. Centro de Investigación Forestal. Departamento de Tecnología y Aprovechamiento de la Madera. s/n. Cuba.
- InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Kiviste, A., Alvarez, J.G., Rojo, A., Ruiz, A.D. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. España. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. 190 p.
- Mercadet, A., Álvarez, A., Escarré, A., Ortiz, O. 2011. Coeficientes de carbono y nitrógeno en la madera y corteza de especies forestales arbóreas cubanas. Disponible en: <http://bva.fao.org/public/Reposit/cuf0337s.pdf> (Consulta 30 de abril 2012).
- Peña, Y. *et al.* 2013. Modelación del carbono retenido en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en el municipio La Palma. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 32 (2): 47-51.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P. 1997. *Mensura Forestal*. Proyecto IICA BMZ / GTZ, Sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. Costa Rica. Editorial IICA. 561 p.
- Rodríguez, P.E., Noa, N., Leyva, G.A., Rodríguez, B. 2008. Proyecto de organización y desarrollo de la economía forestal 2008-2017. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de la Agricultura de Montaña. Empresa Forestal Integral "Baracoa". 57 p.
- Sánchez Rodríguez, F. 2001. Estudio de calidad de estación, crecimiento, producción y silvicultura de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. Tesis Doctoral. España. Escuela Politécnica Superior de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela. 356 p.
- Schlegel, B. 2001. Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. 18- 20 de Octubre 2001. Valdivia-Chile.
- 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 Ciencia Agrícola (CU)* 39(Número Especial): 397-405.

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yosniel Peña-Hernández

Ingeniero Forestal, investigador aspirante, es miembro de la Comisión Forestal de la UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica y presidente de las BTJ del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Se encuentra vinculado a varios proyectos de investigación-desarrollo, en el tema de Biomasa Forestal y jefe del Proyecto Institucional «Aprovechamiento del Ratán en Cuba». Es autor y coautor de varias publicaciones. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

## *Pera bumeliaefolia* Griseb. (Euphorbiaceae)



**NOMBRE VULGAR:** Jiquí.

No.: 133

*Distribución geográfica:* en zonas orientales, Camagüey, Las Villas, Matanzas e Isla de la Juventud; Bahamas, en montes secos en suelos calizos y serpentinosos.

*Caracteres macroscópicos:* albura clara, poco durable, duramen amplio pardo rojizo sin lustre, textura fina, grano recto, dura, pesada y resistente. Zonas de crecimiento no visibles.

*Densidad:* 1,197 g/cm<sup>3</sup>

*Principales usos:* tradicionalmente ha sido usada para postes de alumbrado eléctrico y traviesas, construcciones pesadas en el exterior, puentes y cercas.

---

---

### Caracteres microscópicos:

#### A. Porosidad:

*Distribución:* difusa; poros mayormente solitarios y grupos de dos a tres más escasos.

$\varphi$  ( $\mu\text{m}$ ): 93-175-197

No./mm<sup>2</sup>: 5

*Pared* ( $\mu\text{m}$ ): 4,5

*Placa perforada:* simple

*Punteaduras:* circulares con aberturas ovales pequeñas.

*Contenidos:* tilides escleróticas y gomas.

*Longitud* ( $\mu\text{m}$ ): 350-545-785

#### B. Parénquima axial:

*Distribución:* apotraqueal en finas bandas de una a dos células de ancho (circunmedular).

$\varphi$  ( $\mu\text{m}$ ): 22-25-33

No. células la serie: 3-6-10

*Contenidos:* cristales y gomas.

*Long. serie* ( $\mu\text{m}$ ): 325-454-802

#### C. Parénquima radial:

*Distribución:* no estratificados

*Composición:* heterogéneos

No./mm: 14

*Contenidos:* carmelitosos y cristales

*Ancho* ( $\mu\text{m}$ ): 15-19-25

No. células: 1

*Alto* ( $\mu\text{m}$ ): 280-321-560

No. células: 5-10-16

#### D. Fibras:

*Tipo:* libriformes, poligonales.

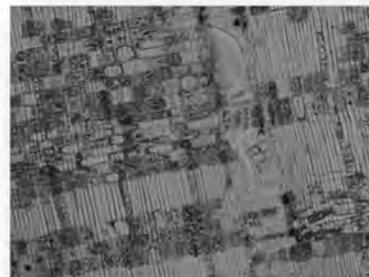
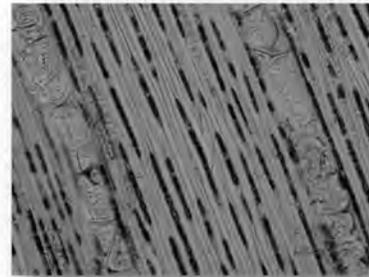
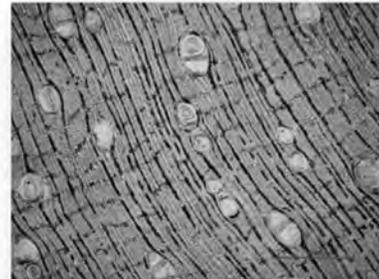
*Distribución:* radial

$\varphi$  ( $\mu\text{m}$ ): 21

*Grosor de pared* ( $\mu\text{m}$ ): 2

*Longitud* ( $\mu\text{m}$ ): 1250-1428-1550

#### E. Caracteres especiales: células cristalíferas septadas.



# ESTIMACIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS DE LAS PLANTACIONES DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND EN ÁREAS DEL BOSQUE MODELO SABANAS DE MANACAS, VILLA CLARA, CUBA

## ESTIMATE OF DASOMETRIC VARIABLE PLANTATIONS OF *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND IN MODEL FOREST MANACAS'S SAVANNA, VILLA CLARA, CUBA

M.SC. ARMANDO SOLANO-CABRERA,<sup>1</sup> DR.C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS<sup>1</sup> Y DR.C. CRISTÓBAL RÍOS-ALBUERNE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba

### RESUMEN

Con el objetivo de estimar las variables dasométricas en las plantaciones de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, bajo las condiciones del Bosque Modelo Sabanas de Manacas, localizado en la provincia de Villa Clara, región central de Cuba, se realizó un estudio en plantaciones de cinco años de edad, establecidas sobre un suelo ferralítico amarillento, donde se levantaron parcelas temporales de muestreo para determinar el número de individuos por clases diamétricas, midiéndose las variables dasométricas, diámetro externo del culmo, diámetro interno del culmo, volumen externo del culmo, volumen interno del culmo y volumen sólido. Con el empleo de la modelación matemática se evaluaron tres modelos de regresión: lineal, polinomio de segundo y tercer grado. Para la altura total del culmo el modelo de mejor ajuste resultó el Lineal, para el diámetro interior del culmo el modelo Polinomio de segundo grado, y para el volumen sólido del culmo el modelo Polinomio de tercer grado.

**Palabras claves:** *Bambusa vulgaris*, Bosque Modelo, variables dasométricas.

### INTRODUCCIÓN

*Bambusa vulgaris*, conocida en el mundo como bambú común (Inglaterra), bambú imperial (Brasil), bambú amarillo (Colombia) [Dransfield

### ABSTRACT

In order to estimate forest variables in the plantations of *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland under the terms of the Model Forest Manacas Sheets located in the province of Villa Clara, in central Cuba. A study was conducted in plantations five years old, established on a yellowish Ferralitic where temporary sample plots were erected to determine the number of individuals per diameter class, measuring the dasometric variable, external diameter of the culm, inner diameter of culm, external volume of the culm, culm and internal volume of the solid volume. Linear, polynomial of 2nd and 3rd grade: With the use of mathematical modeling three regression models were evaluated. For the total height of culm model was the best fit linear to the inner diameter of the culm 2nd grade polynomial model and the solid volume of the culm the 3rd grade polynomial models.

**Keywords:** *Bambusa vulgaris*, Model Forest, dasometric variable.

and Widjaja, 1995] and caña brava (Cuba), es quizás la especie exótica más cultivada en Cuba y en la región del Caribe, donde se ha convertido en

una importante fuente proveedora de madera con múltiples usos. Este recurso forestal da origen a una gran gama de productos que ya sobrepasan los cinco mil en todo el mundo; unos son desarrollados a pequeña escala, a veces con fines de autoconsumo, y otros mediante procesos de transformación industrial llegan al mercado para usos masivos, con gran incidencia de forma notable en la economía de Asia, en particular en la República Popular China [Sánchez y Villavicencio, 2006].

Todos los impactos positivos, servicios ambientales, alimentarios, energéticos y otras contribuciones de importancia económica están relacionadas de una u otra forma con sus variables dasométricas, de ahí la importancia de su caracterización y comportamiento en diferentes condiciones de sitio para hacer un uso sostenible de dicho recurso.

A pesar de una presencia de bambú en Cuba, que va más allá de dos siglos, aún resultan insuficientes los estudios de caracterización dasométrica, morfológica, taxonómica y su regionalización ambiental con criterios científicos que puedan constituir el soporte de una estrategia como la que está planteando el país para el desarrollo del bambú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en áreas del Bosque Modelo Sabanas de Manacas (BMSM), localizado en 22°39'25,9" latitud norte y 80°17'43,43" longitud oeste, en la región central de Cuba, en la provincia de Villa Clara, al noroeste de la ciudad de Santa Clara, con una extensión superficial de 1717 km<sup>2</sup>; de ellos, 880,1 km<sup>2</sup> corresponde al municipio de Santo Domingo y 836,9 km<sup>2</sup> al municipio de Corralillo, representando el 20,4 % de la superficie total de la provincia. El relieve es generalmente llano, predominando en una buena parte de su territorio las pendientes inferiores al 15 %.

### Suelo

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

### Caracterización de las principales variables climáticas de la localidad

Según la clasificación de Köppen-Geiger [Kotttek *et al.*, 2006], el clima predominante es el tipo

cálido tropical estacionalmente húmedo, con estaciones lluviosas en el verano.

### Temperatura

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

### Vientos

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

### Precipitación

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

### Selección de la muestra

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

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

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

### Colecta de datos

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

Para cada plantón seleccionado se determinó el número de individuos representados por clases diamétricas, y se tomaron las siguientes variables dasométricas:

Diámetro externo del culmo a 1,30 (m) del suelo

Diámetro interno del culmo (mm)

Altura total del culmo (m)

A partir de estas variables se calculó:

Volumen externo del culmo (m<sup>3</sup>):

$$VE = \frac{\pi}{4} \times DE^2 \times AT$$

DE: Diámetro externo (m)

AT: Altura total (m)

Volumen interno del culmo (m<sup>3</sup>):

$$VI = \frac{\pi}{4} \times DI^2 \times AT$$

DI: Diámetro interno (m)

Volumen sólido del culmo (m<sup>3</sup>): VS = VE - VI

### Análisis estadísticos

Se realizó la Prueba T para dos muestras independientes para las variables dasométricas.

Para la modelación matemática de la altura total de culmo, diámetro interno del culmo, volumen sólido del culmo, se seleccionaron los modelos:

Modelo Lineal  $y = a + bx$

Modelo Polinomio de segundo grado

$$y = a + bx + cx^2$$

Modelo Polinomio de tercer grado

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

Para la altura total de culmo

y: Altura total del culmo (m)

x: Diámetro externo del culmo (mm)

a, b, c y d: Parámetros del modelo

Para diámetro interno del culmo

y: Diámetro interno del culmo (mm)

x: Diámetro externo del culmo (mm)

a, b, c y d: Parámetros del modelo

Para el volumen sólido del culmo

y: Volumen sólido del culmo (m<sup>3</sup>)

x: Volumen externo del culmo (m<sup>3</sup>)

a, b, c y d: Parámetros del modelo

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

1. *Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>):* declara qué porcentaje de la variación de la variable dependiente es explicada por las variables predictoras.
2. *Coefficiente de determinación ajustado (R<sup>2</sup>ajust):* es una corrección o ajuste del coeficiente de determinación original de acuerdo a los grados de libertad del modelo.
3. *Diferencia agregada (DA) o sesgo:* evalúa la desviación del modelo con respecto a los valores observados.

4. *Error medio cuadrático (CME):* informa sobre la precisión de las estimaciones.
5. *Error medio en valor absoluto (EMA):* da una idea de la magnitud media de los errores independientemente de su signo.
6. *Significación estadística del modelo:* expresa el error  $\alpha$  para el modelo.
7. *Significación estadística de los parámetros de los modelos:* expresa el error  $\alpha$  para cada parámetro del modelo.
8. *Error estándar del modelo:* 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.

Para el ajuste del modelo se utilizaron 250 muestras. Se emplearon los programas estadísticos Statgraphics Plus versión 5.1 (1995) e InfoStat (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se aprecia que no existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los dos sitios estudiados en cuanto al comportamiento de las variables dasométricas, permitiendo unificar las muestras para aumentar el tamaño muestral. Esta situación trae consigo que la media  $\bar{X}$  de la muestra aleatoria de tamaño (n) tiende a la  $\mu$  media poblacional y varianza finita  $\sigma^2$  [Millar *et al.*, 1992; Anon, 2009], obteniendo estimaciones con mayor exactitud.

**TABLA 1**

**Prueba t para dos muestras independientes para las variables dasométricas en las parcelas de *B. vulgaris***

Variables dasométricas	Sitios	Media	Valor T	p - valor
AT (m)	1	4,90	-0,56	0,5783
	2	5,30		
DE (mm)	1	56,84	-0,56	0,5765
	2	58,87		
DI (mm)	1	36,90	-0,50	0,6174
	2	38,85		
VE (m <sup>3</sup> )	1	0,01	0,63	0,5311
	2	0,01		
VS (m <sup>3</sup> )	1	0,0039	-0,64	0,5252
	2	0,0030		

\*\*\*  $p < 0,001$  \*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$  NS-  $P > 0,05$

AT: Altura total del culmo (m)  
 DE: Diámetro externo del culmo (mm)  
 DI: Diámetro interior de culmo (mm)  
 VS: Volumen sólido del culmo (m<sup>3</sup>)  
 VE: Volumen exterior del culmo (m<sup>3</sup>)

En las *Tablas 2, 3 y 4* se muestran los estadísticos de ajuste y los parámetros de los modelos para la altura total del culmo (AT), diámetro interior del culmo (DI), volumen sólido del culmo (VS) en las plantaciones de *B. vulgaris*.

Respecto a la altura total del culmo, el modelo de mejor ajuste resultó el Lineal, para el diámetro interior del culmo el modelo Polinomio de segundo grado, y para el volumen sólido del culmo el modelo Polinomio de tercer grado, donde se aprecia en todos los casos coeficientes de determinación y coeficientes de determinación ajustados por encima del 99 %, bajos valores de desviación global, error medio absoluto y cuadrado medio del error, con altos niveles de significación de los modelos ( $p < 0,001$ ) y valores adecuados del estadístico Durbin-Watson que indican la independencia de los errores.

**TABLA 2**  
**Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros del modelo**

Variable respuesta: AT Variable regresora: DE

Modelo		Lineal
R <sup>2</sup>		99,9
R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub>		99,9
Diferencia agregada		0,002
Error estándar de estimación		±0,0327
Error medio absoluto		0,0265
Cuadrado medio del error		00011
Estadístico Durbin-Watson		1,46 NS
P-valor		***
Parámetros	a	-6,4440 ±0,0135***
	b	0,1995 ±0,0002***

\*\*\*  $p < 0,001$  \*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$  NS-P > 0,05

AT: Altura total del culmo (m)  
 DE: Diámetro externo del culmo (mm)

**TABLA 3**  
**Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros del modelo**

Variable respuesta: DI Variable regresora: DE

Modelo		Polinomio de segundo grado
R <sup>2</sup>		99,9
R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub>		99,9

Diferencia agregada		5,17
Error estándar de estimación		±0,0837
Error medio absoluto		0,0721
Cuadrado medio del error		00070
Estadístico Durbin-Watson		1,48 NS
P-valor		***
Parámetros	a	-83,0282 ±0,1541***
	b	3,1989 ±0,0054***
	c	-0,0180 ±0,00004***

\*\*\*  $p < 0,001$  \*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$  NS-P > 0,05

DI: Diámetro interior del culmo (mm)  
 DE: Diámetro exterior del culmo (mm)

**TABLA 4**  
**Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros del modelo**

Variable respuesta: VS Variable regresora: VE

Modelo		Polinomio de tercer grado
R <sup>2</sup>		99,9
R <sup>2</sup> <sub>ajustado</sub>		99,9
Diferencia agregada		-5,2E-06
Error estándar de estimación		±0,00006
Error medio absoluto		0,00005
Cuadrado medio del error		3,9E-09
Estadístico Durbin-Watson		1,47 NS
P-valor		***
Parámetros	a	-0,0001 ±0,00002***
	b	0,3832 ±0,0102***
	c	31,9225 ±1,3356***
	d	-878,192 ±47,3410***

\*\*\*  $p < 0,001$  \*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$  NS-P > 0,05

VS: Volumen sólido del culmo (m<sup>3</sup>)  
 VE: Volumen exterior del culmo (m<sup>3</sup>)

Las *Figs. 1, 2 y 3* ilustran el ajuste de los modelos, donde se observa el agrupamiento de los valores observados alrededor de la curva de ajuste, indicando la alta homogeneidad de las plantaciones de *Bambusa vulgaris*, lo cual puede estar dado por el desarrollo en iguales condiciones edáfico-climáticas y presentar la misma edad, lo que garantiza la efectividad de los modelos seleccionados.

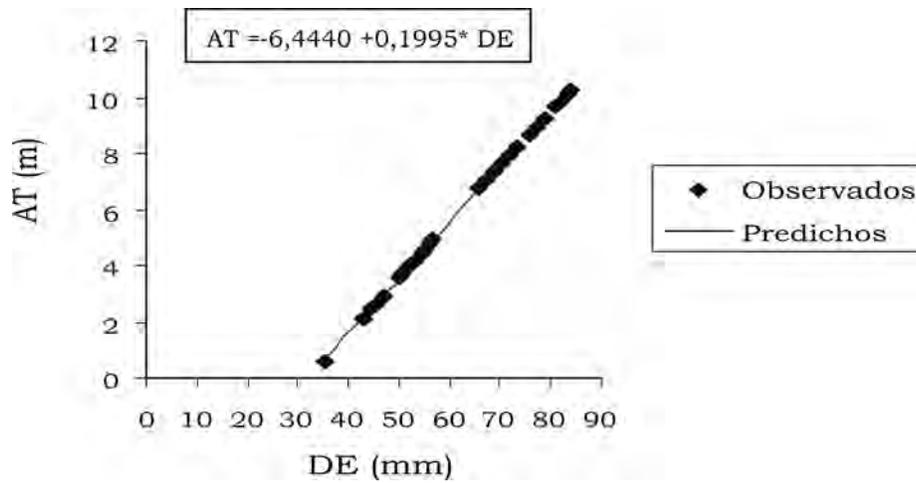


Figura 1. Modelo lineal ajustado a la altura total.

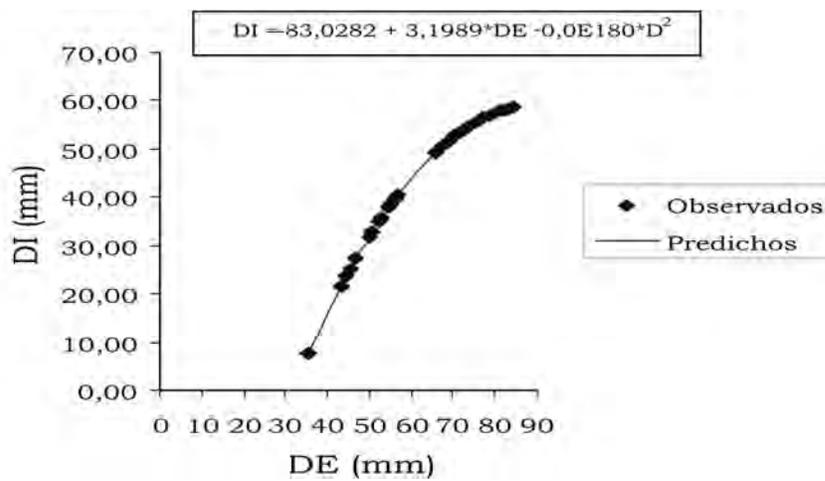


Figura 2. Modelo Polinomio de segundo grado ajustado al diámetro interno del culmo en la base.

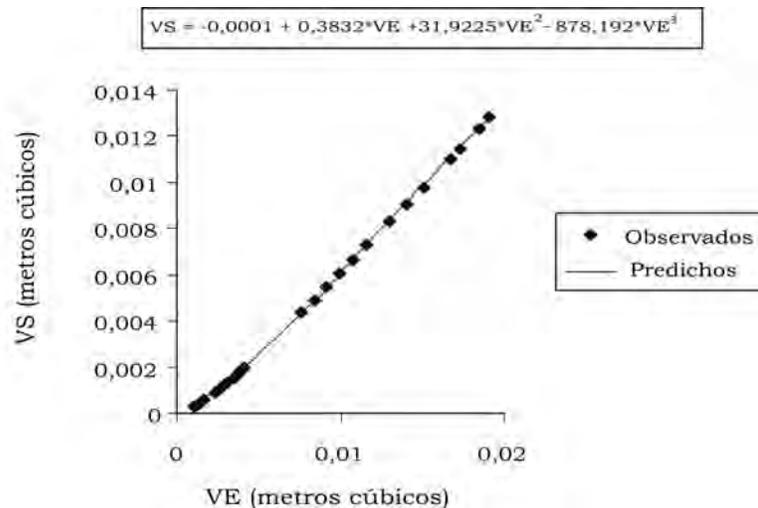


Figura 3. Modelo Polinomio de tercer grado ajustado al volumen sólido.

## CONCLUSIONES

- Los modelos de mejor ajuste para la estimación de la altura total del culmo, diámetro interno del culmo y volumen sólido del culmo resultaron el Lineal, Polinomio de segundo grado y tercer grado, respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anon. 2009. Distribuciones muestrales. Disponible en: [http://siona.udea.edu.co/~bcalderon/2\\_TCL.html](http://siona.udea.edu.co/~bcalderon/2_TCL.html) [Consulta 23 de Diciembre 2008].
- Dransfield, S., Widjaja, E. 1995. Plant Resource of South East Asia No. 7, Bamboos, S. Dransfield y E.A Widjaja (editados) Lieden: Backhuys. 189 p.
- Guerra, C., 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.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D., Rivero, L. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos, AGRINFOR. 64 p.
- InfoStat. 2008. InfoStat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Kiviste, A., Álvarez, G., Rojo, A., Ruiz, D. 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.
- Kottek, M., et al. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification Updated. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15, No. 3, 259-263.
- Morán, J. 2005. El Bambú como material de la construcción: Conferencia dictada en la Universidad de Guayaquil, Facultad de Letras y Filosofía, Escuela de Comercio Exterior.
- Millar, I., Freund, J.E., Johnson, R.A. 1992. Probabilidad y estadística para ingenieros. Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A. Cuarta edición. 624 p.
- Normal Ramal 595. 1982. Tratamientos silviculturales. Ministerio de la Agricultura. 25 p.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P. 1997. *Mensura Forestal. Proyecto IICA/ GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible.* 561 p.
- Sánchez, D., Gómez, V. 2006. *Negocios de Bambú. Revista Emprendedores (DO)* Vol. 5(13): 5-17.
- Software estadístico Statgraphics *Plus* version 5.1 sobre Windows, 1995.
- Torres, V., Ortiz, J. 2005. Aplicaciones de la modelación y simulación en la producción y alimentación de animales de granja. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (CU)* 39 (Número Especial).

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Armando Solano Cabrera

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

# USO ARTESANAL DE LA FIBRA DE CORTEZA DE *STERCULIA APETALA* (JACQ.) KARST

## THE HANDMADE USE OF THE BARK FIBER OF *STERCULIA APETALA* (JACQ.) KARST

Dr. Adolfo Núñez-Barrizonte<sup>1</sup> y Téc. Antonio Delgado-León<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, [adolfo@forestales.co.cu](mailto:adolfo@forestales.co.cu)

<sup>2</sup> Empresa Provincial de Producciones Alimentarias y Artículos Varios (EPPAAV). Carretera a Managuaco Km 16, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

### RESUMEN

*A partir de la experiencia del Complejo Artesanal 1, perteneciente a la industria local provincial de Santiago de Cuba, situado en el poblado de El Mico, localidad rural del municipio de II Frente, se describe el proceso de obtención de la fibra de corteza de Sterculia apetala (Jacq.) Karst, conocida como anacahuíta, y se valora la factibilidad económica en la producción de artículos artesanales, como alternativa de aprovechamiento de un Producto Forestal No Maderable proporcionado por la especie. El comportamiento de los indicadores económicos en la producción de los artículos artesanales sugiere un análisis diferenciado para el desarrollo de cada una de las categorías de PFNM y su utilización productiva, de acuerdo a sus características físicas, posibilidades de uso y/o transformación, contextos de aplicación y comportamiento de los indicadores económicos.*

*Palabras claves:* Sterculia apetala, fibra de corteza, uso artesanal.

### ABSTRACT

*From the experience of the Craft Complex 1, belonging to the Local Industry of province of Santiago de Cuba, located in the town of El Mico, rural village in the municipality II Frente, has been described the process of obtaining the fiber bark of Sterculia apetala (Jacq.) Karst, known as anacahüita, and the economic feasibility is assessed in the production of handicrafts, as an alternative to use of a Non-Wood Forest Product provided by the species. The behavior of economic indicators in producing handicraft items suggests a differentiated analysis for the development of each of the categories of NWFPs and their productive use, according to their physical characteristics, usability and processing contexts application, and behavior of economic indicators.*

*Key words:* Sterculia apetala, bark fiber, handmade use.

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de nuevas fuentes de materia prima naturales de origen vegetal para mantener las producciones artesanales de la industria local, por su importancia no solo en la esfera social, sino también económica, y de lograr al mismo tiempo el aprovechamiento integral, y el incremento de la productividad de los bosques con el desarrollo de determinados Productos

Forestales No Maderables implica determinar, obtener y aprovechar mediante métodos, tecnologías y usos adecuados potencialidades de especies forestales poco conocidas y de poco o ningún valor comercial.

El estudio y conocimiento de las potencialidades de esas especies, con el apoyo de la investigación científica, puede contribuir a disminuir incer-

tidumbres y riesgos, a demostrar la viabilidad ambiental, social y económica, y a permitir la modificación de los métodos productivos para lograr más beneficios, allí donde las posibilidades revistan la mayor oportunidad y responda a condiciones, necesidades y capacidades locales.

Actualmente, los PFSNM comercializados regional o internacionalmente son los principales productos que justifican la inversión necesaria para desarrollar una planificación adecuada de manejo forestal. El manejo de tales productos es más probable debido a que tienen el potencial de generar ganancias económicas y debido a que han sido suficientemente bien estudiados como para permitir la formulación de buenos planes de manejo [Guillén *et al.*, 2002]. Sin embargo, el valor social y las posibilidades económicas en determinados ambientes de utilización, de otras especies y PFSNM aparentemente menos importantes, se manifiestan en circunstancias específicas de lugar, tiempo y contexto.

Tal es el caso de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst, conocida comúnmente en Cuba como anacahuita o anacagüita, árbol caducifolio de la familia Sterculiaceae, cuya corteza provee una fibra de amplia utilidad en la actividad artesanal. El área de distribución natural de la especie, según Betancourt (2000), se extiende desde México hacia el sur, por Centroamérica y Panamá, hasta Colombia, Venezuela y el norte de Brasil, encontrándose también en el Caribe. En Cuba es una especie introducida y naturalizada, que se ha desarrollado bien sobre suelos diversos en sitios donde las precipitaciones varían entre 1000 y 1500 mm anuales o más, y las temperaturas medias anuales son de 24 a 25,5 °C.

Las fibras de la corteza de la especie constituyen, como PFSNM, una fuente generadora de empleo y de ingresos, sobre todo en las zonas rurales, a partir de las actividades de recolección, transformación primaria, desarrollo de pequeñas industrias y comercialización.

Es evidente que todas las plantas son útiles, pues forman parte del equilibrio ambiental, y que todos los árboles pueden transformarse en varios tipos de productos, siempre y cuando sean aceptables en el mercado, resultando necesario su cuantificación para transformar el

uso de aquellos que puedan ser viables desde un punto de vista comercial, social y ecológico, y de un medio de subsistencia a un medio para el desarrollo [Wickens, 1991].

Es objetivo del presente trabajo describir el proceso de obtención de la fibra de corteza de anacahuita y valorar la factibilidad económica en la producción de artículos artesanales, como alternativa de aprovechamiento de un Producto Forestal No Maderable proporcionado por la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el Complejo Artesanal 1, perteneciente a la industria local provincial de Santiago de Cuba, situado en el poblado de El Mico, localidad rural del municipio de II Frente, y en el área boscosa considerada de aprovisionamiento de recursos vegetales de la propia entidad estatal, que comprende 4 ha de bosque pluvisilva, con alta densidad de especies arbóreas. La región se caracteriza por presentar una topografía accidentada, con precipitaciones superiores a los 1200 mm anuales y vegetación exuberante de montaña húmeda.

La selección del área obedeció fundamentalmente a la presencia abundante de la especie *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst, aunque de forma dispersa; a la existencia del Complejo Artesanal 1, entidad consumidora de la fibra; a la existencia de condiciones de trabajo favorables y a la existencia de vías de acceso al lugar.

### Metodología empleada

Se caracterizó brevemente la especie a partir de la revisión de fuentes bibliográficas como *Árboles de Cuba*, de Johannes Bisse (1998) y *Árboles maderables exóticos en Cuba*, de A. Betancourt (2000).

Se entrevistaron 11 personas, trabajadores del Complejo Artesanal, habituales en la actividad de recolección de corteza de anacahuita para la extracción de fibras. En la delimitación cualitativa de esta población se estableció como universo de la investigación, «recolectores de fibra de anacahuita», a fin de discriminar por las características y métodos

empleados, los recolectores de otros tipos de fibras. No se discriminaron caracteres como sexo, edad, color de la piel, nivel educacional y conocimientos herbolarios.

Las entrevistas, de tipo abierta, fueron realizadas considerando los criterios de Giraldo (2008) y estuvieron dirigidas a conocer el método de recolección de la corteza de la especie y la forma de obtención de la fibra, así como los criterios de selección de los árboles aptos para la obtención de fibras de corteza.

Se inventarió el total del área boscosa considerada de aprovisionamiento de recursos vegetales del Complejo Artesanal, para conocer la población de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst, calculándose el diámetro y la altura de los árboles con el fin de conocer el número de individuos aptos para la obtención de cortezas, de acuerdo a los criterios manejados por los habituales entrevistados.

El volumen de fibras aprovechable se calculó a partir del largo, ancho y grosor de la fibra obtenida en un solo corte, uniforme, con un ancho de cara equivalente a 1/3 del total de la circunferencia del tronco, y considerando cinco capas de fibra por cada corteza obtenida, de las siete que por lo general se presentan. El valor promedio de cada uno de los descriptores se calculó a partir de los valores individuales.

Se propuso una producción de dos artículos artesanales a partir de la fibra de la especie –sombrosos y *doilys*–, elaborándose los prototipos correspondientes para la determinación del consumo de materia prima, precio de costo y precio de venta de cada producto.

Para el volumen de fibra aprovechable posible de obtener, se calcularon y valoraron los indicadores económicos generales para una producción estimada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de la especie

La especie *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst generalmente alcanza de 20 a 30 m de altura y hasta 60-80 cm de diámetro. Tiene fuste recto y cilíndrico, con contrafuertes angostos

y bien desarrollados en la base; corteza por lo general lisa, en ocasiones algo escamosa, de color gris o castaño y con lenticelas. La copa es amplia y extendida, con hojas simples, grandes, palmeadas, provistas de un largo peciolo y agrupadas en las extremidades de las ramas finas. La inflorescencia, multiflora, aparece en panículas terminales con flores pequeñas, apétalas. El fruto es polifolicular, dehiscente, con abundante vellosidad interna y externa, y contiene varias semillas negras y brillantes.

Su madera, de albura blanco-amarillenta y duramen diferenciado, pardo rojizo, de fibra regular, es considerada madera blanda y de baja densidad por los valores que alcanzan su peso específico y dureza janka. Es fácil de trabajar y se recomienda para construcciones interiores, huacales y madera aglomerada. En Cuba no existen planes de aprovechamiento comercial de esta madera.

Por ser un árbol grande, hermoso, vistoso y de gran desarrollo, el árbol es muy utilizado como especie ornamental en parques y jardines.

### Inventario de la población

Se cuantificaron 357 individuos de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst presentes en el área boscosa de aprovisionamiento de recursos vegetales del Complejo Artesanal. De esta población, de acuerdo a los índices dasométricos de diámetro y altura, así como los criterios manejados por los habituales entrevistados, solo el 28,3 % (101 individuos), se encontraban aptos para la obtención de cortezas (Tabla 1).

Los valores promedio de diámetro y altura de los individuos aptos para la obtención de fibras muestran la correspondencia de los índices dasométricos con los criterios de los recolectores. Aunque el diámetro promedio de los árboles es superior a los 30 cm, por razones de sanidad, rendimiento, calidad y uniformidad en el estudio, para la obtención de la fibra solamente se desnudó cada árbol por una sola cara de la circunferencia del fuste. De manera general el grosor de la fibra (0,001 m) se comportó uniformemente en todos los individuos muestreados.

TABLA 1

**Inventario de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst en el área boscosa de aprovisionamiento de recursos vegetales del Complejo Artesanal, valores promedio de diámetro y altura de los individuos aptos y volumen de fibras obtenido**

	Área boscosa inventariada (superficie en ha)	Población de <i>Sterculia apetala</i> (número de individuos)				
		Total de individuos inventariados	Individuos aptos para la obtención de cortezas			
			Total	Diámetro (m)	Altura (m)	Volumen de fibras (kg)
Total	4	357	101	–	–	31,3
Promedio	–	–	–	0,36	8	0,31
Porcentaje	100	100	28,3	–	–	–

### Obtención y caracterización organoléptica de la fibra

Se entrevistaron 11 personas, trabajadores del Complejo Artesanal, habituales en la actividad de recolección de corteza de anacahuita para la extracción de fibras. En la delimitación cualitativa de esta población, se estableció como universo de la investigación, «recolectores de fibra de anacahuita», a fin de discriminar por las características y métodos empleados los recolectores de otros tipos de fibras. No se discriminaron caracteres como sexo, edad, color de la piel, nivel educacional y conocimientos herbolarios.

Los resultados de las entrevistas y de la observación directa participante permiten confirmar que la fibra de anacahuita se obtiene de la corteza del árbol, tanto del tronco principal como de las ramas más gruesas, siendo posible de ambas a la vez. Con un machete u otra herramienta filosa adecuada, se realiza un corte superior y uno inferior, ambos de 2-3 cm de profundidad y una longitud aproximada de 1 m entre cortes, cuidando de no afectar el líber durante el corte; de resultar posible y necesario, se pueden realizar también dos cortes laterales, además, para guiar favorablemente la extracción. Luego la placa o tira de corteza se desprende halando y tirando de abajo hacia arriba o viceversa.

Al igual que en la resinación de las coníferas, durante la obtención de las fibras de la corteza de anacahuita, 1/3 de la circunferencia del tronco debe ser dejado como paso de vida. En árboles con diámetros inferiores a 30 cm debe desnudarse solamente una cara del tronco. En árboles con diámetros gruesos, superiores a 30 cm es posible desnudar ambas caras a la vez.

Este método de desnudación coincide con lo establecido en la Norma Técnica para aprovechamiento comercial sostenible de recursos forestales no maderables en bosques y tierras forestales naturales [NT-RM-22, 2006], que plantea que en el caso de árboles en pie la corteza se desprenderá en tiras largas y delgadas o placas de diversos tamaños, no debiendo superar el 20 % del perímetro del tallo, rama o raíz afectada, ni afectar más del 40 % de la longitud de la parte de la planta cosechada.

La placa de corteza, desprendida del tronco del árbol, se sumerge en agua corriente durante 7-10 días para que pudra y expulse el mucílago que cubre su parte interior (proceso de maceación), tiempo después del cual, en la propia corriente de agua, se desprenden y cepillan suavemente para su limpieza una por una las capas de fibras hasta completar seis o siete capas, de las que siempre se desecha la primera, pues generalmente está sucia y manchada. Posteriormente las capas de fibras limpias se trasladan al taller donde se cortan de acuerdo a las exigencias del artículo a producir. El mucílago de la planta no es venenoso, de ahí que no resulte contaminante.

Según los habituales, la fibra se recolecta de árboles de edad media, y los criterios para la selección de los árboles aptos son varios: rectitud del fuste; diámetro entre 30 y 40 cm; corteza lisa y delgada, con pocas fisuras o fisuras poco profundas; copa medianamente desarrollada; y altura entre 6 y 12 m. En los árboles viejos la corteza engruesa y endurece demasiado, y las capas de fibras aparecen cruzadas y cortadas en pedazos, tornándose oscuras y quebradizas. En los árboles muy jóvenes la corteza aún es fina y no cuenta con un número de capas suficiente para hacer productiva la actividad.

La fibra de corteza de anacahuita es de color pardo claro cremoso opaco, más claro mientras más joven es el árbol del cual se obtiene. Presenta textura rugosa al tacto. Por la disposición de los hilos semeja una malla y resulta translúcida. Es flexible y resistente a la rotura en el sentido transversal del hilo. No se deshilacha, pero abre con facilidad cuando se hala o se le estira mucho.

### Artículos propuestos

De acuerdo a las posibilidades de la materia prima fundamental y a la tradición productiva de la entidad, se propusieron dos artículos a

producir: sombreros y *doilys*, ambos destinados al mercado de la amplia demanda popular. Son comunes entre ambos artículos el valor utilitario, la adecuación del diseño a la materia prima y el proceso de elaboración artesanal. Son diferentes los valores de los indicadores económicos que permiten en su comportamiento comparar algunos aspectos de la eficiencia económica de la entidad en ambas producciones.

En la *Tabla 2* se observan los valores unitarios de los productos propuestos, obtenidos a partir de la elaboración de los prototipos correspondientes.

**TABLA 2**  
**Valores unitarios de los productos propuestos, obtenidos a partir de la elaboración de los prototipos correspondientes**

Valores unitarios	Artículos propuestos	
	Sombreros	Doilys
Consumo de materia prima (kg de fibra)	0,118	0,068
Precio de costo (pesos)	3,18	1,12
Precio de venta (pesos)	15,00	3,00

### Aspectos económicos de la producción estimada

El volumen de fibras aprovechable, estimado en 31,3 kg, permite elaborar aproximadamente

265 sombreros o 230 pares de *doilys* (460 unidades individuales) indistintamente. Los valores estimados que alcanzan los indicadores económicos calculados para ambas producciones se muestran en la *Tabla 3*.

**TABLA 3**  
**Valores que alcanzan los indicadores económicos calculados para las producciones artesanales de sombreros y *doilys***

Indicadores económicos	Artículos propuestos	
	Sombreros	Doilys
Producción total (u)	265	460
Consumo de materia prima (kg de fibra)	31,27	31,28
Precio de costo (pesos)	842,70	515,20
Valor (pesos)	2411,50	598,00
Precio de venta (pesos)	3975,00	1380,00
Costo/peso de producción mercantil (pesos)	0,35	0,86
Beneficio neto (pesos)	3132,30	864,80
Utilidad (pesos)	1635,82	82,80
Rentabilidad sobre los costos (%)	194,11	16,10

Como se observa, con la producción de sombreros se obtiene mayor rentabilidad sobre los costos (aproximadamente el 194 %), dada la mayor utilidad que obtiene la entidad, equivalente a

más del 50 % del beneficio neto, incidido por el bajo costo por peso de producción mercantil y los mayores precios de venta del producto elaborado. Con este producto la entidad es eficiente

por la rentabilidad obtenida, que refleja el buen uso de los recursos financieros que utiliza para producir beneficios.

En la producción de *doilys* la rentabilidad sobre los costos y la utilidad económica de la producción disminuyen significativamente, pues es mayor el costo por peso de producción mercantil y menores el precio de venta del producto y los beneficios para la entidad. Con este producto, aunque los indicadores económicos generales calculados no tienen un comportamiento negativo, la entidad debe revisar la política financiera, productiva y cada uno de los detalles del producto, el proceso productivo y los costos indirectos, pues no refleja un buen uso de los recursos financieros que utiliza para producir beneficios.

El comportamiento de la rentabilidad de la producción en cada uno de los artículos propuestos conlleva un análisis integral individual, sobre todo en el aspecto económico y de mercado. Como afirma Franco (1988), una empresa no es eficiente solo por haber producido por encima de los valores planificados, sino que es necesario que haya tenido una utilización óptima de los recursos materiales, humanos y financieros que intervienen en la gestión productiva. Aunque la función de la entidad estatal es el beneficio social, los artículos que produce no son prioritarios ni de primera necesidad, tan solo una alternativa que en las actuales condiciones socioeconómicas del país demanda la participación de los trabajadores en la rentabilidad sobre los costos, mediante el incremento de la productividad del trabajo, pues para que haya mayores ganancias es necesario un mejor nivel de eficiencia.

Cuando la participación obrera y la rentabilidad no resultan consecuentes, aun sin ser negativos los indicadores económicos generales, las producciones deben ser evaluadas, manteniéndose solo los surtidos con mayores márgenes de contribución. Los surtidos que no resulten convenientes deben ser sustituidos si fuera necesario. Es el caso de los *doilys*, artículo utilitario que requiere de mejoras y valor agregado a fin de incrementar la rentabilidad del proceso de forma paralela a la calidad del producto. No se trata de producir solo porque se cuenta con una potencialidad alternativa o para satisfacer una simple necesidad, sino de lograr

la sostenibilidad en todos los aspectos a partir del control y la mejora de los distintos factores que intervienen en el proceso de elaboración del producto, incluyendo el propio diseño del producto y los costos indirectos incurridos.

El aprovechamiento de la fibra de corteza de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst en artículos artesanales resulta compatible con los principios de la sostenibilidad. Desde el punto de vista ambiental la obtención de la fibra es ocasional y no destructiva, pues no implica la tala del árbol; socialmente permite satisfacer necesidades de empleo y de determinados artículos utilitarios; y económicamente genera ingresos mediante la comercialización de los artículos elaborados.

## CONCLUSIONES

- El aprovechamiento de la fibra de corteza de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst constituye una experiencia de índole productiva, valoriza una especie forestal poco atractiva comercialmente y contextualiza una nueva dimensión de utilización de un Producto Forestal No Maderable obtenible de los bosques del país.
- El análisis del comportamiento de los indicadores económicos en la producción de artículos artesanales a partir de la fibra de anacahuita sugiere un análisis diferenciado para el desarrollo de cada una de las categorías de PFNM y su utilización productiva, de acuerdo a sus características físicas, posibilidades de uso y/o transformación, contextos de aplicación y comportamiento de los indicadores económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt, S.A. 2000. Árboles maderables exóticos en Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnica. p. 269-270.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. p. 304-305.
- Franco, C. 1988. Educación económica de los trabajadores. La Habana. Editorial de Ciencias Sociales. 257 p.
- Giraldo, E. 2008. La entrevista semiestructurada como instrumento clave en Investigación. [En línea]. Disponible en: <http://www.tesisqualitativa.blogspot.com/2008/10/la-entrevista-semiestructurada.html> [Consulta: 14 de septiembre de 2010].
- Guillén, A., Pierce, A.R., Donovan, R.Z. 2002. Aspectos técnicos. En: Explotando el mercado verde. Certificación y manejo de productos forestales no maderables. WWW, UNESCO

y Royal Botanic Gardens. Serie Pueblos y Plantas, Capítulo 30, p: 339-350.

Wickens, G.E. 1991. El desarrollo de los productos forestales no madereros: principios de ordenación. Revista Unasyva (IT) 42(165): 3-8.

NT-RM-22. 2006. Norma Técnica para aprovechamiento comercial sostenible de recursos forestales no maderables en bosques y tierras forestales naturales. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Resolución Ministerial 22/2006, La Paz, Bolivia, 38 p.

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adolfo Núñez Barrizonte

Ingeniero Forestal, doctor en Ciencias Forestales, atiende la temática de los Productos Forestales No Maderables, área en la cual dirige un proyecto sobre potencialidades en el ecosistema de pinares y de los bosques semidecíduos sobre suelo calizo y mal drenaje. Se desempeña como investigador-jefe del Grupo de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

---

---

# Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

## Asesorías

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

**CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGROFORESTAL  
CUBA 2017**

**VII Congreso Forestal  
III Congreso Internacional de Café y Cacao  
VII Encuentro Internacional de Jóvenes Investigadores**

Del 12 al 16 de junio de 2017

Palacio de Convenciones

La Habana, Cuba

---

---

**INTERNATIONAL AGROFORESTRY CONVENTION  
CUBA 2017**

**7th Forestry Congress  
3rd International Congress of Coffee and Cocoa  
7th International Meeting of Young Researchers**

From June 12th to 16th 2017

Havana International Conference Center

Cuba

---

---

**Visite nuestro sitio web [www.inaf.co.cu](http://www.inaf.co.cu)**

# COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE PINARES NATURALES EN ALTURAS DE PIZARRAS, PINAR DEL RÍO, CUBA

## HIDROLOGIC BEHAVIOR OF THE NATURAL REGENERATION OF PINE PLANTATION IN ALTURAS DE PIZARRAS, PINAR DEL RÍO PROVINCE, CUBA

M.Sc. YOLANIS RODRIGUEZ-GIL,<sup>1</sup> ING. ARSENIÓ RENDA-SAYOUX,<sup>1</sup> DR.C. TOMÁS PLASENCIA-PUENTES<sup>2</sup> Y DR.C. JUAN A. HERRERO-ECHAVARRÍA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, teléf.: 72082554, yoly@forestales.co.cu

<sup>2</sup> Estación Experimental Agro-Forestal Viñales. Km 20 Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba

<sup>3</sup> Dirección Nacional Forestal. Ministerio de la Agricultura. Konill esq. a Avenida Independencia, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba

### RESUMEN

*En el presente trabajo se dan a conocer los primeros resultados de la investigación, los cuales revisten una enorme importancia para mejorar las diligencias o gestiones encaminadas a garantizar un suministro de agua con calidad para todos los usos de forma sostenida, cuando se depende de los bosques de pinares para la disponibilidad de este preciado líquido, por lo que el objetivo central del presente artículo es revelar el comportamiento de las variables lluvias, escurrimiento superficial y la evapotranspiración anual total en los periodos secos y húmedos en los primeros estadios de la regeneración natural de P. caribaea y P. tropicalis. La investigación se efectuó en la Estación Hidrológica Forestal Amistad, provincia de Pinar del Río. Los índices hidrológicos fueron determinados en la parcela de balance hídrico y en la subcuenca V. Se concluye que la regeneración natural de pinares, debido a su crecimiento favorable, tiene una considerable repuesta hidrológica en las cuencas hidrográficas en la región de Alturas de Pizarras en Pinar del Río, al observarse uniformidad en el crecimiento de las plántulas.*

*Palabras claves:* regeneración natural, restauración hidrológica, pinares.

### ABSTRACT

*In the present paper the first investigation results, which are very important for diligences or management to guarantee a supply of water with quality for all the uses in a sustained way, when depends on the forests of pine for the availability of this valuable liquid, for that reason the main objective of the present article is to reveal the behavior of the variable rains, superficial flow and the total annual evapotranspiration in the first states of the natural regeneration of P. caribaea, P. tropicalis. This investigation were experienced and evaluated in the Forest Hydrological Station Amistad, Pinar del Río province, the hydrological indexes were determined in the trial of hidric balance at the catchment V. It concludes that the natural regeneration of pines plantation due to its favourable growth has considerable hydrological restoration in the watershed in the region of Alturas de Pizarras, Pinar del Río province, when being observed uniformity in the growth of the tree youngs.*

*Key words:* natural regeneration, hydrological restoration, pine plantation.

### INTRODUCCIÓN

Con mucha razón se viene planteando desde la década de los setenta del pasado siglo, por diver-

sas instituciones internacionales que tienen que ver con los recursos hídricos, que los suelos, las

aguas y la vegetación en sentido general forman un sistema complejo e interdisciplinario, que se resume en el ciclo hidrológico, y se expresa en el espacio cuenca hidrográfica, afectándose dicho sistema cuando se emprenden acciones aisladas en cada uno de esos componentes.

La regeneración natural como método económico de reforestación y su influencia en el rendimiento hídrico y en la calidad de las aguas es un tema muy poco abordado, según consulta bibliográfica realizada [DNF, 2012].

La superficie de plantaciones de coníferas en el país ocupan 161 219 ha que representa el 31,7 % del total de las plantaciones, según la proyección estratégica para 2020. En el Programa Forestal Nacional [DNF, 2012] está previsto en ese período cubrir un volumen considerable de superficie por el método de la regeneración natural con especies del género *Pinus*, que han demostrado su gran capacidad luego de intervenir el área cubierta de bosques.

Dada la novedad del tema referido a las funciones hidrológicas, se desarrolló una investigación en la Estación Hidrológica Forestal Amistad (EHF) con el objetivo de evaluar el comportamiento de algunos índices o parámetros hidrológicos al reforestarse naturalmente una subcuenca y una parcela de balance hídrico, con las especies *P. caribaea* y *P. tropicalis*.

## 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. Las subcuencas están cerradas en un punto, con su correspondiente vertedor y su correspondiente linnígrafo.

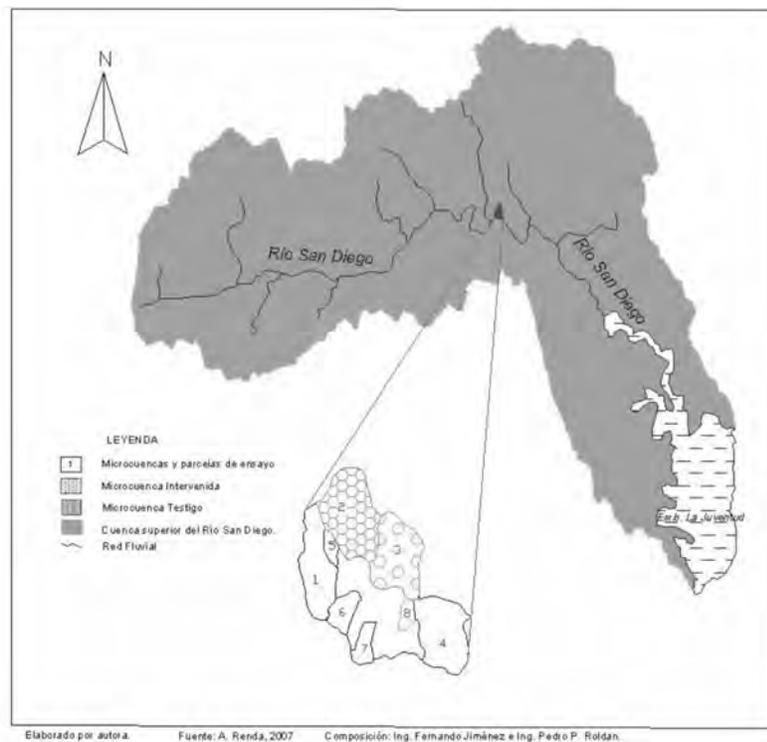


Figura 1. Ubicación del área experimental.

La topografía es accidentada y típica para el sistema montañoso de la provincia de Pinar

del Río; las pendientes predominantes en las subcuencas V y la parcela de balance hídrico,

donde se efectuaron las investigaciones, 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.

El clima es tropical, con una estación húmeda que va desde mayo hasta octubre, y otra seca desde noviembre hasta abril. Para la obtención de los índices climáticos e hidrométricos se dispuso de los registros de datos acumulados de siete años de la propia Estación Hidrológica, con un promedio anual de lluvia en el período de 1117 mm.

Para determinar el escurrimiento total anual, las relaciones entre lluvias, escurrimiento superficial y la evapotranspiración anual en los períodos secos y húmedos, el estudio se realizó a partir de la brotación por regeneración natural. Se utilizó un linnígrafo para su medición, ubicado en la parte inferior del cierre de la parcela y la subcuenca correspondiente.

En la investigación no se contemplaron estudios de las funciones hidrológicas relacionados con la interceptación, escurrimiento por el fuste y la retención de humedad por la capa de hojarasca debido al poco desarrollo de las plántulas; solo se contempla la altura y diámetro en la primera fase de las especies que regeneraron.

Tanto a la parcela de balance hídrico como la subcuenca V se le realizaron las mediciones correspondiente, aunque en la subcuenca V la mezcla de especies se comportaba de forma natural, mientras que en la parcela solo rege-

neró *P. caribaea* a partir de los árboles adultos que la rodean.

En la parcela de balance hídrico con tamaño de 10 m x 30 m (300 m<sup>2</sup>) se ubicaron tres puntos de muestreo de 1 m<sup>2</sup> cada uno, distribuidos desde la parte superior a partir de 5 m del borde por el centro de la parcela hasta la inferior cercana al bosque de galería, midiéndose en cada punto todas las plántulas con el indicador altura y  $d_{1,3}$ . La parcela de balance hídrico previamente fue sometida a tala rasa total y luego a cultivos agrícolas con altas tasas erosivas entre 2,9 y 3,5 t/ha durante seis años, según datos del expediente de investigación, y luego permaneció en barbecho por varios años [Renda, 2013], hasta que comenzó la regeneración natural a partir de los pinares circundantes de *P. caribaea*.

En la subcuenca V, de tamaño de 0,85 ha de *P. tropicalis* y *P. caribaea*, se comenzó el estudio a partir de dos años de inicio de la regeneración; se tomaron cuatro puntos de 1 m<sup>2</sup>, distribuidos circularmente en sentido contrario a las manecillas del reloj, midiéndose las plántulas con igual procedimiento que en la parcela de balance hídrico. Esta subcuenca fue sometida anteriormente a talas selectivas I y II [Plasencia *et al.*, 2004; Renda *et al.*, 2008].

Los resultados del crecimiento de las plántulas de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* se muestran en la *Tabla 1*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados son conclusivos en la primera fase de desarrollo de esta forma de reforestación en pinares.



Fuente: Plasencia (2013).

Figuras 2 y 3. Regeneración natural en la parcela de balance hídrico a los tres años de la investigación.

Como puede observarse en las Figs. 2 y 3, la regeneración natural de *P. caribaea* en la parcela de balance hídrico tiene lugar con una cobertura muy densa de hierbas y otras plantas que compiten y entorpecen su crecimiento en los primeros estadios, lo que confirma lo indicado por Betancourt (1987). De ahí que el incremento medio anual en altura sea menor que en la subcuenca V que es superior en 36 cm y en diámetro en 0,4 cm (Tabla 1). Además, en la subcuenca V previamente se había efectuado una tala selectiva de árboles maduros de *P. tropicalis* y *P. caribaea*, permaneciendo las

condiciones iniciales del suelo de calidad inferior a la parcela de balance hídrico que permitía una entrada mayor de luz al sitio, condiciones según Samek (1967) y Betancourt (1987) que permiten un mejor desarrollo de la regeneración natural de *P. tropicalis*.

Puede apreciarse que *P. caribaea* (Tabla 1) incrementó 0,64 m en altura en la parcela de balance hídrico, y en la mezcla de especies de pino en la subcuenca V resultó mucho mayor con 1 m de incremento medio anual, mientras que el incremento en  $d_{1,3}$  fue de 0,87 y 0,47 cm, respectivamente.

**TABLA 1**  
**Crecimiento de pinares por regeneración natural**

Sitio	Especies de pino	Edad	$D_{1,3}$ promedio (cm)	Altura promedio (m)	IMA	
					Incremento medio anual altura (m)	Incremento medio anual diámetro (m)
Parcela balance hídrico	<i>P. caribaea</i>	5	2,37	3,85	0,64	0,47
Subcuenca V	<i>P. caribaea</i> y <i>P. tropicalis</i>	5	4,36	6,2	1,0	0,87

Elaborado por Rodríguez (2014).

En relación con el comportamiento de los índices hidrológicos, puede verse en la Tabla 2 que el promedio anual de lluvias no resultó igual, oscilando entre 1088 mm en 2006 y 2345 mm en 2008, aunque en 2012 se registraron 2101 mm. El comportamiento observado de la lluvia total

anual es muy consistente con el criterio generalizado de que las partes del ambiente representada por los componentes climáticos está sujeta a tendencias anuales con variaciones regionales, estacionales y temporales que son muchas veces impredecibles [Wright, 1971].

**TABLA 2**  
**Balance de los índices hidrológicos por año en período seco y húmedo de la parcela balance hídrico**

Año	Precipitación (mm)			Lámina de escurrimiento (mm)			Evapotranspiración (mm)			Coeficiente de evapotranspiración			Coeficiente de escurrimiento		
	Total	PH	PS	Total	PH	PS	Total	PH	PS	Total	PH	PS	Total	PH	PS
2006	1088	800	287	633	545	87	455	254	200	0,42	0,32	0,70	0,58	0,68	0,30
2007	2006	1504	501	997	902	95	1008	602	406	0,50	0,40	0,81	0,50	0,60	0,19
2008	2345	1910	435	2122	2075	47	223	165	388	0,76	0,67	0,88	0,90	0,78	0,08
2009	1495	1121	373	585	536	48	910	585	324	0,61	0,52	0,87	0,39	0,48	0,13
2010	1356	984	371	326	275	51	1030	709	320	0,76	0,72	0,86	0,24	0,28	0,14
2011	1591	1317	274	627	598	29	964	718	244	0,61	0,55	0,89	0,39	0,45	0,11
2012	2101	1679	422	1125	1067	58	976	611	363	0,46	0,36	0,86	0,54	0,64	0,14

Elaborado por Rodríguez (2014).

Como es conocido, de acuerdo al régimen de lluvias se comportan los índices hidrológicos, especialmente la lámina de escurrimiento, que depende en un 100 % de las precipitaciones, y en un 94 % del uso de la subcuenca, desde el punto de vista estadístico [Renda *et al*, 2005, 2008; y Rodríguez, 2009].

Analizando los dos años extremos en cuanto a precipitaciones 2010 (más seco) y 2008 (más húmedo), el comportamiento en los períodos húmedos y secos de 2010, en los meses secos ocurrieron el 27,3 % del total, y en el período húmedo el 72,5 %, mientras que en 2008, en los meses secos solo ocurrió el 18,5 % del total y en el húmedo el 81,4 %.

Hay que señalar que la mayor lámina de escurrimiento superficial tuvo lugar en los años más húmedos, lo que a su vez generó un aumento muy alto del coeficiente de escurrimiento superficial en esta parcela de balance hídrico, con valores entre 0,54 y 0,9,

queriendo decir que en el primer caso escurrió el 54 % del total de lluvias y en el segundo el 90 %. Este último indica que se infiltró el 10 % de las aguas de lluvias. Esto significa que a eventos lluviosos extremos de alta lámina de lluvias puede ser mínimo el efecto retardante de la vegetación forestal, lo cual se corresponde con lo planteado por Michelsn (1993, 1998), señalando que en eventos extremos la vegetación forestal tiene un efecto retardante mínimo y a veces es casi nulo.

Respecto a la subcuenca V, puede observarse en la *Tabla 3* que en los primeros tres años de la regeneración natural los índices hidrológicos lluvias, lámina de escurrimiento y evapotranspiración experimentaron un aumento de sus valores, pero en los tres años siguientes disminuyeron en la medida en que variaba el comportamiento anual del régimen lluvioso, no siendo así en el último año de la investigación, al ocurrir un nivel muy alto de las lluvias con 2101 mm.

**TABLA 3****Balance de los índices hidrológicos por año en período seco y húmedo de la subcuenca V**

Año	Precipitación (mm)			Lamina de escurrimiento (mm)			Evapotranspiración (mm)			Coeficiente de evapotranspiración			Coeficiente de escurrimiento		
	Total	PH	PS	Total	PH	PS	Total	PH	PS	Total	PH	PS	Total	PH	PS
2006	1744	1457	287	627	609	18	1117	848	269	0,65	0,58	0,94	0,35	0,42	0,06
2007	2006	1504	501	719	703	15	1287	800	487	0,64	0,53	0,97	0,36	0,47	0,03
2008	2345	19101	435	1111	1053	57	1234	867	377	0,53	0,45	0,87	0,47	0,55	0,13
2009	1495	1121	373	585	536	48	910	586	324	0,61	0,52	0,87	0,39	0,48	0,13
2010	1356	984	371	281	258	22	1075	726	349	0,79	0,74	0,94	0,21	0,26	0,06
2011	1591	1317	274	508	498	10	1083	819	264	0,68	0,62	0,96	0,32	0,38	0,04
2012	2101	1679	422	945	941	28	1156	757	399	0,55	0,44	0,93	0,45	0,56	0,07

Elaborado por Rodríguez 2014).

Sin embargo, al observar detenidamente la *Tabla 3*, en 2010 la precipitación resultó la más baja con 1356 mm, la lámina de escurrimiento fue de 281 mm y la evapotranspiración resultó de 1075 mm, pero el coeficiente de escurrimiento superficial total es el más bajo con 0,21, indicándonos que se infiltró el 79 % del total de lluvias.

Resulta muy interesante comparar el comportamiento del coeficiente de escurrimiento superficial en el año más lluvioso (2008) entre la subcuenca V y la parcela de balance hídrico.

Puede notarse en las *Tablas 2 y 3* que en esta última es de 0,90, y en la primera de 0,47, casi el doble, lo cual significa que la infiltración de agua fue mucho mayor en la subcuenca V (53 %) del total de lluvias, mientras que en la parcela solo el 10 %.

Por otro lado, en esta subcuenca V a los efectos de la disponibilidad de agua según el comportamiento de coeficiente de escurrimiento superficial en el período seco, se encontró que los valores más bajos (menos flujo o escurrimiento de agua al sistema hidrográfico) se registran en

2010 y 2011 con 0,06 y 0,04, respectivamente, ya que la lámina de escurrimiento en ese tiempo de sequía es la más baja (22 y 10 mm), y en el período lluvioso de 371 y 274 mm, respectivamente.

## CONCLUSIONES

- La regeneración natural de las plántulas de *P. caribaea* y *P. tropicalis* incide positivamente en los índices hidrológicos aun en los estadios jóvenes, con un incremento medio anual de la altura de los árboles de 1 m en la subcuenca V, mientras que en la parcela de balance hídrico resultó un poco inferior con 0,64 m de incremento medio anual en altura, y en  $d_{1,3}$  resultó de 0,87 y 0,47 cm en el período estudiado.
- En eventos lluviosos extremos se observa una disminución casi total de la función hidrorreguladora de la vegetación forestal, por generarse altos volúmenes de escurrimiento superficial con carácter torrencial.

## BIBLIOGRAFÍA

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.

Dirección Nacional Forestal. 2012. Programa Forestal Nacional hasta 2020. La Habana. Ministerio de la Agricultura.

## RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Yolanis Rodríguez Gil

Ingeniera Agrónoma, máster en Geografía, Medio Ambiente, Ordenación Territorial en la mención de Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, realiza trabajo de investigación en temas relacionados al Manejo de Cuencas y el Medio Ambiente. Ha impartido conferencias y asesoramientos a personal técnico y especialistas en la Agricultura Urbana. Obtuvo Premios Organismos en 2010, 2012, 2013 y 2014, Premio Academia del CITMA, 2013. Como colaboradora de un resultado, obtuvo el Premio Gaspar Jorge García Galló, 2013, perteneciente a la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

Michelsn, T. 1993. Conferencia en Taller Manejo de Cuencas Hidrográficas. Acarigua, Venezuela.

Michelsn, T. 1998. Conferencia impartida, Taller Internacional sobre Manejo de Cuencas Hidrográficas en Ecosistemas Montañosos, Quito, Ecuador.

Plasencia, T., Renda, A., Herrero, A. 2004. Tala selectiva una opción alternativa para el desarrollo forestal sostenible. III Congreso Forestal de Cuba y III Simposium Internacional de Técnicas Agro-forestales. Memorias. ISBN 959-246-119-8.

Renda, A., Plasencia, T., Herrero, J.A. 2005. Informe Final del Proyecto de Investigación 11.23 del Programa Ramal. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 17 p.

Renda, A., et al. 2008. Bienes y Servicios Ambientales derivados de la Tala Selectiva segunda etapa en Pinares naturales, en el Raleo II de Plantaciones de Pino y la Reforestación por Regeneración Natural de Pinares. Informe Final del Proyecto de Investigación 11.59.IIF. La Habana, p- 22.

Renda, A. 2013. La Vegetación Forestal, los Sistemas Agroforestales y el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Cuba". La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 407 p. ISBN: 978-959-7210-33-7

Rodríguez, Y. 2009. Influencia de Tratamientos Silvícolas en el Régimen Hidrológico. Caso de la Subcuenca Arroyo Bemejales, del Río San Diego, Pinar del Río. 73 h. Tesis (en opción al título de Máster en Geografía, Medio Ambiente, Ordenación Territorial en la mención de Hidroclimatología y Manejo de Cuencas)--Universidad de La Habana.

Samek, V. 1967. Elementos de silvicultura de los pinares. La Habana. Editorial Universitario. 102 p.

Wright t, P.B. 1971. Spatial and temporal variation in seasonal rainfall on South Western Australia. Miscellaneous Public Agricult Department University Western Australia. N0 71/1.

## **EVALUACIÓN DE *MORINGA OLEIFERA* LAM. EN CERCAS VIVAS EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL MUNICIPIO DE CAMAGÜEY**

### **EVALUATION OF *MORINGA OLEIFERA* LAM. IN ALIVE FENCES IN CONDITIONS OF CLIMATE AND FLOOR OF THE CAMAGÜEY MUNICIPALITY**

ING. ISABEL PÉREZ-CABRERA<sup>1</sup> Y DR.C. OSCAR LOYOLA-HERNÁNDEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Camagüey. Avenida Ignacio Agramonte 178, Camagüey, Cuba, camaguey@forestales.co.cu, teléf. 032 296381

<sup>2</sup> Departamento de Agronomía. Universidad de Camagüey. Carretera de Circunvalación Km 5 ½, Camagüey

#### **RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agroproductivo de *Moringa oleifera* Lam. en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas de Camagüey, se desarrolló un estudio en una cerca ya establecida con la especie de un año de edad sobre un suelo pardo grisáceo típico. Se evaluó el rendimiento del follaje, producción de frutos y semillas y la producción de leña. Los resultados indican que en estas condiciones la especie aporta 6,2 kg/a de MV y 2,5 kg/a MS de follaje con un corte anual y un 41,0 % de MS; la producción de frutos fue de 105 por planta, y en cuanto a las semillas alcanzó un valor medio de 19 semillas por fruto equivalente a 2037 semillas por planta. Referido a la producción de leña, el volumen determinado fue de 0,029 m<sup>3</sup>/planta y 19,34 m<sup>3</sup>/km de cerca. Se pudo comprobar con esta investigación que *M. oleifera* L. produce niveles apreciables de forraje y leña que valorizan el uso de las cercas vivas.

**Palabras claves:** *Moringa oleifera* L., cercas vivas, follaje, leña, Cuba.

#### **INTRODUCCIÓN**

El deterioro actual de la mayoría de los ecosistemas ganaderos requiere de serias transformaciones en los sistemas de explotación, que deben basarse en principios agroecológicos, donde los sistemas ganaderos se consideren como un ecosistema y no

#### **ABSTRACT**

With the objective of evaluating the agro-productive behavior of *Moringa oleifera* in alive fences under edafoclimatic conditions of Camagüey, a study was already developed during one year, in a one year old fence, established over typical grizzly brown floor. It was evaluated the yield of the foliage, production of fruits and seeds and the firewood production. The results indicate that under these conditions it contributes 6,2 kg/a of MV and 2,52 kg/a foliage MS with an annual cut and 41,09 % of MS, the production of fruits and seeds it reached up to 105 fruits for plant, a half value of 19,4 seeds for fruit and approximately 2 037 seeds for plant, the volume represents 0,029 m<sup>3</sup> planta and 19,34 m<sup>3</sup>/km closely. It could be proven with this investigation that *M. oleifera* L. appreciable levels of forage and firewood that valorize the use of the alive fences takes place.

**Key words:** *Moringa oleifera* L., alive fences, foliage, firewood, Cuba.

como una simple gestión técnico-económica [Del Pozo, 2002]. Promover a nivel mundial la sostenibilidad de los sistemas ganaderos no significa incrementar los rendimientos, sino optimizar el sistema como un todo [Funes, 2000].

Hay experiencias orientadas al diseño de alternativas agrosilvopastoriles que permiten intensificar las interacciones entre los árboles y los sistemas ganaderos [Iglesias, 1996; Simón, 1996; Hernández *et al.*, 1998; Simón *et al.*, 2000; Iglesias, 2003; Mejías, 2008]. Su principal objetivo es desarrollar alternativas tecnológicas para lograr la integración del complejo suelo-árbol-animal, orientado a mejorar los niveles alimentarios y productivos de los animales, el uso racional de los recursos y la evaluación del impacto económico, social y medioambiental de las diferentes alternativas.

Particular importancia se le concede actualmente a las cercas vivas, ya que proporcionan una gran variedad de productos, entre las que sobresalen la producción de postes para nuevos cercados, forraje para los animales, leña, frutas y mieles para la apicultura, lo que las convierte en un indicador de sostenibilidad en los sistemas [Hernández *et al.*, 2001; Monzote y Funes-Monzote, 2003; Iglesias, 2009].

Se puede asegurar que dentro de las técnicas agroforestales el empleo de *Moringa oleifera* Lam. como cerca viva ocupa un lugar destacado, ya que implica bajos costos de establecimiento y altos ingresos en relación con otros tipos de cerca [Suárez *et al.*, 1996], además de posibilitar la adquisición de leña, postes vivos y forraje [Pérez, 1995; Price, 2000].

Sin embargo, existen aún pocas experiencias sobre la producción intensiva de la especie en el territorio y sobre todo de sus beneficios.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agroproductivo de *Moringa oleifera* L. en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas de la CCSF Renato Guitart de Camagüey, Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en áreas de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida Renato Guitart, del municipio de Camagüey, provincia de Camagüey, Cuba, situada a los 21°34'63" de latitud norte y los 77°89'79" de longitud oeste, a una altura de 98,7 msnm. Se evaluaron individuos de *Moringa oleifera* L. de un año de edad plantados en marzo de 2012.

El trabajo experimental se llevó a cabo en un suelo pardo grisáceo típico [Hernández *et al.*,

1999], saturado, medianamente profundo, medianamente humificado, poco erosionado, de textura loam arcilloso y una profundidad efectiva de 40 cm.

El clima de la zona es tropical húmedo de llanura interior con humedecimiento estacional y alta evaporación [Díaz, 1989], la temperatura del aire es elevada, con valores mínimos desde 18,1 hasta 22,9 °C y máximas desde 28,2 hasta 33,8 °C. Las precipitaciones acumuladas en el período analizado alcanzaron los 1235,5 mm, variando de marzo de 2012 a marzo de 2013 entre 6,4 y 302,6 mm.

### Rendimiento del follaje

Se realizó un muestreo aleatorio simple, seleccionando 60 árboles de un año de edad plantados a partir de posturas en una cerca viva. La distancia entre árboles es de 1,5 m, y la altura en el momento de la intervención fue de 5,6 m. Se tomó muestra del follaje al año de plantada, que comprendió la eliminación de todo el follaje del árbol. Se separaron las hojas de los peciolo y se pesaron por separado, calculándose el peso fresco en porciento de la fracción hojas/peciolo. Los rendimientos se calcularon utilizando los valores de materia seca obtenidos a partir del secado en estufa a 70 °C hasta peso constante [Gálvez, 1998; Loyola, 2012].

### Producción de frutos y semillas

A cada uno de los árboles estudiados se les contó la cantidad de frutos y la cantidad de semillas por frutos.

### Producción de leña

Para la determinación de este parámetro se tomaron 100 muestras que consistieron en ramas de plantas diferentes de 0,20 m de longitud, diámetros entre 0,038 y 0,044 m y un peso de la muestra de 0,25 kg a las que se les determinó el volumen a través de la fórmula de Huber:

$$V = (\pi/4) \times d^2 \times L$$

Estos resultados reportaron la densidad verde de la planta, y luego fueron extrapolados al peso total de las ramas sin hojas de cada árbol para de esta forma obtener el volumen de leña (cubicación por pesado o método ponderal).

### Análisis estadísticos

Se determinaron los estadísticos descriptivos (media y error estándar) para el rendimiento

del follaje, producción de frutos y semillas y producción de leña. Los análisis se desarrollaron aplicando el paquete SPSS versión 15.0.1 (2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de follaje

La *Tabla 1* refleja los resultados productivos de *M. oleifera* L. en cuanto a la cantidad de follaje

**TABLA 1**  
**Rendimiento del follaje de *M. oleifera* L. en cercas vivas (Media  $\pm$  ES)**

Especie	MV / árbol (kg/a/corte)	MS/árbol (kg MS/a/corte)	t MS/km/corte
<i>M. oleifera</i> L.	6,2 $\pm$ 0,003	2,52 $\pm$ 0,003	1,68 $\pm$ 0,001

Los resultados en esta experiencia son superiores a los alcanzados por Gálvez (1998), Pedraza y Gálvez (2000) en *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp para Camagüey, quienes indicaron la posibilidad de que un árbol de *G. sepium* puede producir en cuatro cortes cada 90 días aproximadamente 2,5 kg MV/a/corte y 10 kg MV/año. No obstante, en *G. sepium* se han alcanzado producciones de biomasa comestible que pueden aportar 4,4 kg MS/a anual.

Estos resultados también son superiores a los obtenidos por Palmero (2012) y Loyola *et al.* (2013) para condiciones edafoclimáticas del municipio de Santa Cruz del Sur, de la provincia de Camagüey, en árboles con más de quince años de edad plantados a partir de estacas. En el estudio antes señalado, los autores obtuvieron 4,88 kg MV/a/corte; 1,97 kg MS/a/corte y 1310 kg MS/km/corte. Todos estos valores son para todas las variables casi un 25 % superior en este estudio, lo cual puede estar dado por la edad de las plantas estudiadas en este caso, que solo tienen un año de edad y quizás biológicamente tengan más vigor. Por otra parte, estas plantas fueron establecidas a partir de posturas obtenidas por vía sexual (semillas), por lo que tienen un sistema radical más profundo y vigoroso que le permite extraer a mayor profundidad los nutrientes necesarios.

Si se hiciera este análisis por hectárea (t MS/ha), considerando el mismo marco de plantación de 1,5 x 1,5 m, representa 4444 plantas/ha, y se pueden obtener producciones de 27,5 t MV/ha en un

verde producido, materia seca, así como su producción por kilómetro de cerca, teniendo en cuenta que esta es la primera poda realizada a esta cerca viva. *Moringa* bajo estas condiciones edafoclimáticas aporta 6,2 kg MV/a/corte y 2,52 kg MS/a/corte, teniendo en cuenta que posee un 41 % de MS de acuerdo con los resultados en este estudio, y los obtenidos por Palmero (2012) y Loyola *et al.* (2013). Estos resultados extrapolados a 1 km de cerca equivalen a 1680 kg MS/km de cerca.

corte, equivalente a 11,19 t MS/ha. Estos valores se aproximan a los reportados por Gómez (1994) para *G. sepium*, que oscilan entre 55,5 y 80,6 t/ha MV, y para un corte entre 12,5 y 20 t MS/ha.

### Producción de frutos y semillas

La evaluación de las variables reproductivas mostró que de marzo a abril la planta se encuentra en pleno período reproductivo en esta región, llegando a alcanzar hasta 105 frutos por planta e intensa floración.

La cantidad de semillas por frutos determinados en esta investigación osciló entre 15 y 25 semillas para un promedio de 19,4  $\pm$  0,003. Estos resultados coinciden con los expuestos por FAO-OMS (2005) y la Comisión Técnica de Fitomed (2010), quienes reportan de 12 a 25 semillas por cápsula. Esta misma organización plantea que cada árbol puede producir de 15 000 a 25 000 semillas por año; en este caso puntual, en esta primera evaluación en marzo, las plantas estudiadas promediaron 2037 semillas por árbol, lo cual consideramos es un valor de destacar si se tiene en cuenta que son plantas muy jóvenes con solo un año de edad.

El peso promedio de las semillas es de 0,36  $\pm$  0,001 g/semilla, por lo que de acuerdo con nuestros resultados un kilogramo de estas contiene aproximadamente 2777 semillas.

### Producción de leña

La *Tabla 2* muestra la densidad de la madera verde y la producción de leña estimada para

*M. oleifera* L. En este sistema productivo la densidad verde obtenida es de 961,5 kg/m<sup>3</sup>, valor

este superior al obtenido por Palmero (2012), quien reportó 862 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLA 2**  
**Producciones de leña estimada de *M. oleifera* L. (Media ± ES)**

Especie	Número de árboles/ km cerca	Densidad verde (kg/m <sup>3</sup> )	Peso leña/árbol (kg/planta)	Volumen de leña (m <sup>3</sup> /planta)
<i>M. oleifera</i> L.	666	961,5 ± 0,003	28,23 ± 0,004	0,029 ± 0,003

El análisis individual por árbol mostró valores de peso de la leña/árbol de aproximadamente 28,23 kg/planta, equivalente a 0,029 m<sup>3</sup>/planta y 19,34 m<sup>3</sup>/km de cerca, lo cual es un valor importante a tener en cuenta como subproducto adicional de esta tecnología, que valoriza aún más el uso de las cercas vivas y sobre todo en esta especie. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Palmero (2012) en otras condiciones edafoclimáticas de Camagüey.

Teniendo en cuenta los resultados en esta investigación, coincidimos con los criterios de Villanueva, Muhammad, Casasola y Arguedas (2005), quienes resaltan la importancia de *M. oleifera* L. como fuente de productos maderables (como madera, postes, carbón y leña), que pueden ser consumidos en la finca o ser vendidos en el mercado. A este criterio se suman Morton (1991) y Foidl *et al.* (2001), quienes consideran la madera de *Moringa* como una excelente pulpa, tan buena como la del álamo (*Populus* sp.), lo cual en algún momento pudiera ser de interés para la industria forestal cubana como una alternativa más para la diversificación de sus producciones.

## CONCLUSIONES

- *M. oleifera* L. produce niveles apreciables de forraje.
- La especie aporta altos niveles de leña, lo cual permite mayor diversificación del sistema.
- En estas condiciones la especie produce abundante cantidad de frutos y semillas que valorizan el uso de las cercas vivas.

## BIBLIOGRAFÍA

Comisión Técnica de Fitomed. *Paraíso francés*. 2010, en [http://www.sld.cu/fitomed/paraiso\\_frances.html](http://www.sld.cu/fitomed/paraiso_frances.html): consultado el 7 de febrero de 2013.

Del Pozo, P.P. Bases ecofisiológicas del manejo de los pastos. *Pastos*, XXXII (2):109-137; 2002.

Díaz, R. 1989. Regionalización climática general. Camagüey. Cuba. Editorial Academia de Ciencias de Cuba.

FAO-OMS. 2005. Normas alimentarias FAO/OMS. Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas. Reunión 37. En [http://www.codexalimentarius.net/download/report/641/al28\\_24s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/report/641/al28_24s.pdf): consultado el 26 de abril de 2013.

Foidl, N., Mayorga, L., Vásquez, W. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. Proceedings of the 1st What development potential for *Moringa* products? Dar Es Salaam, Tanzania: [s.n], Funes, F. 2000. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. La Habana. DECAP.

Gálvez, M. 1998. Estudio del rendimiento y utilización del follaje de cercas vivas de *Gliricidia sepium* en Camagüey. 67 h. Tesis (en opción al grado de Master en producción bovina sostenible). Universidad de Camagüey.

Gómez, M.E. 1994. Dinámica de los nutrientes en un banco de *Gliricidia sepium*. En: Resúmenes. Taller Internacional Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera., EEPF "Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Hernández, A., et al. 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Cuba. Instituto de Suelos. 64 p.

Hernández, D., Carballo, M., Reyes, F., Mendoza, C. 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. En Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería, EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.

Hernández, I., Pérez, E., Sánchez, T. 2001. Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos. *Revista Pastos y Forrajes (CU)* 24(93):17-25.

Iglesias, J.M. 1996. La utilización de la *Leucaena leucocephala* en un contexto silvopastoril para la producción bovina. Disertación de maestría no publicada. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.

Iglesias, J.M. 2003. Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Disertación doctoral no publicada. La Habana. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.

Iglesias, J.M. 2009. Los Sistemas Silvopastoriles en Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey. La Habana. Instituto de Ciencia Animal.

Loyola, O. 2012. Integración de leguminosas nativas, árboles frutales y multipropósitos en sistemas de producción vacuna

- en sabanas ultramáficas del norte de Camagüey. La Habana. 154 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias)-- Ministerio de Educación Superior.
- Loyola, O., Triana, D., Curbelo, L., Guevara, R. 2013. Producción de follaje y composición bromatológica de cercas vivas sobre sabanas ultramáficas de Camagüey. V Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible, Camagüey, Cuba.
- Mejías, L. 2008. *Moringa oleifera* in the United States Virgin Islands. In 1st World Congress of Agroforestry, Orlando, Florida, Estados Unidos.
- Monzote, M., Funes Monzote, F. 2003. Metodología y experiencias metodológicas para evaluar la conversión de la producción bovina hacia una ganadería integrada agroecológica. En Curso Internacional IIPF, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Morton, J.F. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae) A boon to arid lands? *Economic Botany* (US) 45 (3): 318; 1991.
- Palmero, G. 2012. Evaluación agroproductiva de *Moringa oleifera* Lam. en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas del municipio Santa Cruz del Sur. 63 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agropecuario). Universidad de Camagüey.
- Pedraza, R.M., Gálvez, M. 2000. Nota sobre el rendimiento, porcentaje de hojas y grosor del tallo del follaje de postes vivos de *Gliricidia sepium* podados cada 90 días. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (CU) 34(1): 4.
- Pérez, R. 1995. *Gliricidia sepium*: Piñón cubano o florido, bien vestido o matarratón. En: Carta Agropecuaria Azucarera. Departamento de Producción Agropecuaria. La Habana. Cuba.
- Price, M.L. 2000. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). En sitio web <http://www.echo-tech.org/technical/technotes/moringabiomasa.pdf>. Consultado el 25 de mayo de 2013.
- Simón, L. 1996. Rol de los árboles y arbustos multipropósitos en las fincas ganaderas. En Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad de Zulia. Venezuela.
- Simón, L., Francisco, A.G. 2000. Potencialidades productivas del silvopastoreo. En Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba.
- SPSS Inc. SPSS 15.0 para Windows. Versión 15.0.1 [Programa de Computador]. [s.l.]: [s.n.], 2006.
- Suárez, J., Simón, L., Yépez, I. 1996. Uso de árboles y arbustos forrajeros en cercas vivas de La Habana y Matanzas. En: Resúmenes. Taller Internacional Los Árboles en los Sistemas de Producción.
- Villanueva, C., Muhammad, I., Casasola, F., Arguedas, R. 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Serie cuaderno de campo. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Costa Rica: INPASA. Oxford Forestry Institute.

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Isael Pérez Cabrera

Ingeniero Agrónomo, especialista en Extensión Agraria, ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales.

# **Instituto de Investigaciones Agro-Forestales**

## **Patentes**

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

## **Otras ofertas**

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

# EFECTO DE QUEMAS PRESCRITAS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DE LOS ANIONES Y CATIONES EN LAS AGUAS SUPERFICIALES

## PRESCRIBED BURNS EFFECT OVER ANION AND CATIONS CONCENTRATION IN SUPERFICIAL WATERS

M.Sc. BEATRIZ RODRÍGUEZ-ALFARO,<sup>1</sup> DR.C. ISOEL URRUTIA-HERNÁNDEZ,<sup>1</sup> M.Sc. YAUMARA MIÑOSO-BONILLA,<sup>1</sup>  
ING. JOSÉ A. HERNÁNDEZ-ABREU,<sup>2</sup> DR.C. JOSÉ G. FLORES-GARNICA,<sup>3</sup> DR.C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,<sup>4</sup>  
ING. ARSENIO RENDA-SAYOUZ,<sup>4</sup> ING. LORENZA MARTÍNEZ-GONZÁLEZ<sup>1</sup> Y DR.C. LUIS W. MARTÍNEZ-BECERRA<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal  
Camagüey. Avenida Ignacio Agramonte s/n AP 405, Camagüey, Cuba

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México

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

<sup>5</sup> Universidad de Pinar del Río. Calle Martí Final 270, Pinar del Río, Cuba

### RESUMEN

Los incendios forestales modifican los procesos hidrológicos al reducir la infiltración e incrementar los escurrimientos superficiales, propiciando la contaminación de las aguas superficiales por el arrastre de partículas. Es por ello que el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de quemadas prescritas sobre la concentración de los aniones y cationes de las aguas superficiales. Las quemadas se establecieron en parcelas de 10 000 m<sup>2</sup> y se compararon con un patrón con similares características, teniendo en cuenta los parámetros establecidos de la prescripción. Las muestras de agua se tomaron de las corrientes antes de que estas lleguen al remanso (aguas arriba del vertedor), o sea, próximo a las parcelas quemadas. Por lo que se obtiene que la implementación de las quemadas prescritas posee un impacto mínimo y transitorio sobre los cationes y aniones de las aguas superficiales; tal es así que para ninguno de los parámetros evaluados presentan diferencias significativas, y en todos los análisis establecidos el agua se presenta sin restricciones para su uso.

**Palabras claves:** quemadas prescritas, escurrimiento superficial, calidad de las aguas, Cuba.

### INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son considerados factores importantes en la destrucción de los

### ABSTRACT

Wildfires modify hydrological processes, to reduce infiltration and increase surface runoff promoting pollution of surface waters by particle entrainment. That is why the aim of this study is to evaluate the effect of prescribed burning on the concentration of anions and cations of surface water. Burnings were established in plots of 10,000 m<sup>2</sup> and compared with a standard with similar characteristics. Given the established parameters of the prescription. Water samples were taken from streams before they reach the backwater (upstream of the weir), that is, next to the burned plots. So you get that implementing prescribed fires have minimal and temporary impact on the cations and anions of surface water, so much so that none of the evaluated parameters showed significant differences and all analyzes established water It has no restrictions for use.

**Key words:** prescribed burns, water superficial losses, water quality, Cuba.

recursos forestales y en la modificación de procesos naturales que desestabilizan su evolución,

tanto en el sentido positivo como negativo. Sin embargo, el fuego ha contribuido a la formación y evolución de muchos ecosistemas terrestres, específicamente los bosques de coníferas que son dependientes de él [Flores, 2009].

Uno de los efectos más importantes e inmediatos de los incendios es el cambio de régimen de agua del sitio quemado, tal como un aumento en la escorrentía superficial, que puede causar un aumento en la erosión; inundaciones, depósitos de sedimentos, turbiedad y contaminación de los ríos. El fuego propicia efectos profundos en los procesos hidrológicos básicos enfocados al incremento de la susceptibilidad del suelo, a las fuerzas de erosión y reduciendo la estabilidad de la tierra. Esto es manifestado primeramente como un incremento de las escorrentías, un afluente máximo y una descarga total más pronunciada, implicando una fuerza de transporte para los sedimentos [Malchus, 1988].

Por estas razones el siguiente trabajo posee como objetivo evaluar el efecto de quemas prescritas sobre las concentraciones de los aniones y cationes en las aguas superficiales en bosques de coníferas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en áreas de la Estación Hidrológica Amistad, en Galalón, Pinar del Río, específicamente en la subcuenca número uno, con un área de 8,91 ha, y la subcuenca número dos como patrón con características similares, presentando las siguientes características generales: altitud de 122 msnm, pendiente media del 20,4 %, precipitación anual de 1876 mm. El suelo, según Hernández (1999), se clasifica como ferralítico amarillento lixiviado subtipo típico; está dominado por las especies arbóreas *Pinus tropicalis* Morelet y *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

### Muestreo y toma de datos

Durante el desarrollo del experimento se evaluó el comportamiento del fuego y los efectos del mismo sobre el material combustible disponible. En el caso del comportamiento del fuego, se ubicaron tres parcelas rectangulares de 10 000 m<sup>2</sup> cada una con una intensidad de muestreo del 33,7 % de la superficie, utilizando la metodología propuesta por Kirkby y Morgan (1984).

Para el comportamiento de la concentración de los aniones y cationes presentes en la disolución acuosa se han obtenido datos de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y de pH. Las muestras de agua se tomaron de las corrientes antes que estas lleguen al remanso (aguas arriba del vertedor), o sea, próximo a las parcelas quemadas. El seguimiento analítico se realizó de forma mensual en el Laboratorio Provincial de Suelos de Pinar del Río, para lo cual se utilizaron botellas de cristal con la capacidad de 1 L. Se utilizó la metodología para la determinación de la salinidad en muestras de aguas de Pérez y Moreno (1986).

La estimación de la cantidad de material combustible fue realizada una semana antes de la fecha en que se ejecutaron las quemas, y una semana después de realizadas.

Se utilizó el método de muestreo de las parcelas de 1 m<sup>2</sup>, en transeptos, ubicándose cinco de estas en línea recta al centro de cada parcela de 10 000 m<sup>2</sup> con una separación de 10 m entre ellas.

Con la ecuación 1, a través de un premuestreo, se determinó el tamaño de la muestra para cada una de las clases en que se clasificó el material combustible. Como el número de parcelas varió de una clase a otra, se trabajó con el tamaño correspondiente a la clase de mayor variabilidad, lo cual implica el mayor número de parcelas obtenido de 24 parcelas.

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

donde:

*N*: Tamaño de la muestra

*CV*: Coeficiente de variación

*EM*: Error de muestreo (15 %).

*t*: Valor obtenido de la tabla de distribución de *t* de student con *n*-1 para un 95 % de probabilidad.

### Prescripción

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

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

Se determinó que los combustibles fueran como se describieron en el plan de quema para darle inicio al fuego; las variables meteorológicas se monitorearon antes, durante y después de efectuadas las quemas, lo cual permitió asegurar la misma.

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

Para el análisis estadístico de los datos se empleó como prueba de comparación una prueba t para muestras independientes para los elementos pH, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup>, y K<sup>+</sup> y para los elementos Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Mg<sup>+2</sup> la prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney U) por no cumplir los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad de varianza. Se utilizó el paquete estadístico Infostat Software versión (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Efecto de las quemas prescritas sobre el material combustible**

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

Los valores totales del material combustible seco colectado para las parcelas uno, dos y tres

alcanzan (2081,23 g x m<sup>-2</sup> ± 3), (2184,4 g x m<sup>-2</sup> ± 3) y (2013,19 g x m<sup>-2</sup> ± 2), respectivamente.

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

### **Efecto de las quemas prescritas sobre el comportamiento de la concentración de los iones y cationes en las aguas superficiales**

Los valores obtenidos en el laboratorio sobre las concentraciones iónicas presentes en el agua demuestran que después de efectuadas las quemas, en el análisis químico del agua, dan como resultado sin restricciones para su uso. Al respecto, Wade y Lunsford (1989) aseveraron que con la aplicación de quemas prescritas estos efectos son breves y temporales. Por otra parte, Tiedemann *et al.* (1978) indicaron que los cambios causados por el fuego no afectan la composición y productividad del agua, ni a sus macroinvertebrados, aunque señalan que sobre el tema se ha estudiado poco.

Los valores obtenidos de las concentraciones del pH, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> al aplicar la prueba t para muestras independientes no manifiestan diferencias significativas, como se observa en la *Tabla 1*, debido a la baja intensidad de las quemas implementadas y la época en que se establecieron, las cuales permitieron mitigar los efectos causados por la ocurrencia de precipitaciones intensas en un período de tres meses después de efectuadas las quemas, permitiendo el restablecimiento paulatino del ecosistema e incidiendo directamente en el escurrimiento superficial.

**TABLA 1**  
**Prueba t para muestras independientes para las concentraciones del pH, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>**

Tratamientos	Variable	N	Media	EE	Estadígrafo
Sin quema	pH	53	6,29	±0,01	t: -1,36 p: 0,1884 p (Var. Hom.): 0,1326
Con quema	pH	53	6,36	±0,02	
Sin quema	Cl <sup>-</sup>	53	0,42	±4,3 E-03	t: -1,45 p: 0,1615 p (Var. Hom.): 0,0777
Con quema	Cl <sup>-</sup>	53	0,44	±4,6 E-04	
Sin quema	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	53	0,17	±4,7 E-04	t: -0,89 p: 0,3840 p (Var. Hom.): 0,3816
Con quema	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	53	0,18	±4,5 E-04	
Sin quema	Na <sup>+</sup>	53	0,52	±2,6 E-04	t: -0,55 p: 0,5858 p (Var. Hom.): 0,4052
Con quema	Na <sup>+</sup>	53	0,54	±4,3 E-04	
Sin quema	K <sup>+</sup>	53	0,01	±4,1 E-05	t: -0,07 p: 0,9461 p (Var. Hom.): 0,3386
Con quema	K <sup>+</sup>	53	0,02	±5,3 E-06	

El pH tiende a incrementarse y disminuir la acidez; por tanto, la aplicación de las quemas prescritas incorpora al suelo cationes procedentes de las cenizas. Estos resultados coinciden con lo expresado por Vega *et al.* (2000), donde el pH suele aumentar en suelos quemados por fuego prescrito debido al aporte de cationes procedentes de las cenizas; aunque dependiendo de la intensidad de la quema y otras características edáficas, puede no haber cambios apreciables.

Los efectos de las quemas prescritas aplicadas en el comportamiento de las concentraciones iónicas presentes en las aguas superficiales en la subcuenca en estudio son breves y temporales, los que tienden a aumentar ligeramente hasta el año de aplicadas las quemas, donde la suma total de sales solubles resulta igual para las diferentes evaluaciones, y solo se observan variaciones en relación con la cantidad de sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>), sodio (Na<sup>+</sup>) y potasio (K<sup>+</sup>), propiciado por el aporte de cenizas a causa del fuego y a la rápida mineralización y movilización de nutrientes que se manifiestan en un incremento

no significativo en los niveles de nutrientes en las escorrentías y en forma de solución en el suelo, las cuales se estabilizan y llegan a obtener valores similares a los iniciales transcurrido un año después de efectuadas las quemas.

Las bajas intensidades del fuego y el período transcurrido sin lluvias después de efectuadas las quemas propiciaron que el ecosistema regresara a las condiciones anteriores en un período corto de tiempo. Sin embargo, estudios realizados por Flores (1996) sobre cuencas hidrográficas indican que estos nutrientes adicionales no afectan significativamente la calidad de las aguas superficiales.

En la *Tabla 2* se presentan los valores obtenidos de la prueba Wilcoxon (Mann-Whitney U) para el Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Mg<sup>+2</sup>, donde se obtiene que en ninguno de los casos se presenta diferencias significativas para  $\alpha > 0,05$ , dado a la baja intensidad de las quemas y al mínimo efecto causado a la masa arbórea, la cual permite proteger al ecosistema de la interacción directa de las lluvias sobre el suelo.

**TABLA 2**  
**Prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney U) para el Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Mg<sup>+2</sup>**

Tratamientos	Variable	n	Media	Estadígrafo
Sin quema	Ca <sup>2+</sup>	53	0,85	W: 131,00 p: -0,3586
Con quema	Ca <sup>2+</sup>	53	0,86	

Sin quema	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	53	0,50	W: 127,00
Con quema	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	53	0,55	p: -0,1767
Sin quema	Mg <sup>+2</sup>	53	0,30	W: 124,50
Con quema	Mg <sup>+2</sup>	53	0,32	p: -0,1243

De acuerdo con Mac Donald *et al.* (2000), el efecto de los incendios y las quemas prescritas sobre los recursos hídricos depende del tiempo que tarde el ecosistema en regresar a las condiciones anteriores al disturbio. Por otra parte, la mayoría de las investigaciones realizadas indican que los incrementos significativos en escurrimiento y erosión se presentan entre el primer y segundo año después del fuego [Helvey, 1980; Robichaud y Waldrop, 1994; Inbar. *et al.*, 1998], aunque este patrón general puede ser alterado de acuerdo al tiempo en que se presenten tormentas de alta intensidad.

Por otra parte, Renda (2007) indica que en subcuencas mucho más pequeñas (tamaño menor de 1 ha), sometidas a intervención silvícola, dos años después de la misma la suma total de iones resultó de 111 mg/L, casi el doble de lo registrado en la subcuenca sin tratar de igual tamaño, siendo el nivel de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> el más elevado, y el catión Ca<sup>+2</sup> alcanza un incremento de más de cuatro veces en comparación con la parcela patrón.

Sin embargo, Plasencia (2010) señala que el aumento del arrastre de las subcuencas resulta ser, generalmente, a expensas de los iones de H<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Ca<sup>2+</sup>. En el período 83-88 el arrastre de las partículas de suelo desde la subcuenca C3 (tala rasa) ascendió a 526,7 kg/ha, propiciando un incremento de los iones presentes en el agua, lo que sobrepasó en 1,8 veces los resultados en la subcuenca C2 (patrón). A medida que se cubren las áreas taladas con vegetación arbórea y herbácea, se van reduciendo paulatinamente los procesos de arrastre iónico, llegando a igualarse e incluso a disminuirse. Así, el acumulado promedio del período 89-92 en la subcuenca C3, de partículas de suelo fue de 160,2 kg/ha, y en la patrón fue de 162,5 kg/ha. En los casos de la tala selectiva y la tala rasa, dejando el bosque de galería, se puede apreciar que las variaciones son mínimas, comparada con la tala rasa total, poniendo de manifiesto

la efectividad de estos tipos de tala en relación con la calidad del agua.

## CONCLUSIONES

- Las quemas prescritas implementadas permiten reducir la carga del material combustible en un 87,7 %, lo que disminuye el efecto y ocurrencia de incendios forestales.
- El uso del fuego provocó variaciones mínimas y temporales sobre las concentraciones de los aniones y cationes en las aguas superficiales no limitando su uso.
- Con la implementación de las quemas prescritas no se aprecian cambios significativos sobre el comportamiento de las concentraciones de los aniones y cationes en las aguas superficiales debido a su baja intensidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Flores G. J. G.: «Aplicación de sensores remotos y sistemas de información geográfica para el mapeo de riesgo de incendios forestales», INIFAP, SAGAR, Campo Experimental Colomos, Folleto Informativo no. 1, 1996.
- Flores G. J. G.: «El papel del fuego en la dinámica de los ecosistemas forestales. Impacto ambiental incendios forestales», Mundi prensa, 2009.
- Helvey, J. D.: «Effects of a north central Washington wildfire on runoff and sediment production», *Water Resources Bulletin*, 16: 627-634, 1980.
- Hernández, A.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Ministerio de la Agricultura, 1999.
- Inbar, M.; M., Tamir; L. Wittenberg: «Runoff and erosion processes after a forest fire in Mounnt Carmel, a Mediterranean area», *Geomorphology* (24 ): 17-33, 1998.
- InfoStat, versión 2008. Manual del usuario.* Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Edi. Brujas, Argentina.
- Kirkby, M. J.; C. R. P. Morgan: *Erosión de suelos*, Ed. Limusa, España, 1984.
- Ley Forestal de Cuba, Dirección Estatal Forestal, MINAG, 2010.
- MacDonald, L. H. *et al.* «Predicting pos-fire erosion and sedimentation risk on a landscape scale: a case study from Colorado», *Mapping Wildfire Hazards and Risks*, Haworth Press, New York, 2000.

- Malchus B., B. Jr. *Hidrologic and water quality effects of fire. Effects of fire in Management of Southwestern Natural Resources*. Tucson, Arizona, USA, 1988.
- Martínez B., L. W. Uso de quemas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río. 94 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2006.
- Nájera, A.: Curso internacional de protección contra incendios forestales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2000.
- Pérez, J. E.; V. Moreno: NRG. Metodología para la determinación de la salinidad en muestras de aguas, 1986.
- Plasencia, T.: Caracterización hidrológica en los ecosistemas de pinares naturales con y sin manejo en la Estación Hidrológica Forestal Amistad, Alturas de Pizarras, Cuba, 216 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Alicante, España, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, 2010.
- Renda, A.: Papel de la vegetación forestal y los sistemas agroforestales en la ordenación y manejo integral de cuencas hidrográficas en el ejemplo de Cuba», La Habana, Cuba, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Ministerio de la Agricultura, 2007 (inédito).
- Robichaud, P. R.; T. A. Waldrop: «A comparison of surface runoff and sediment yields from low-and-high severity site preparation burns», *Water Resources Bulletin* 30: 27-34, 1994.
- Tiedemann, A. R. *et al.* «Effects of fire on water. General technical Report WO-10», USDA Forst Service, USA, 1978.
- The Nature Conservancy (TNC): «Introducción a quemas prescritas para áreas naturales protegidas», Belice. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego, 2005.
- Urrutia, I. *et al.*: *Quemas prescritas una alternativa ecológica para la reducción del material combustible en plantaciones de pino*, 2011.
- Vega, J. A. *et al.*: *Efectos del fuego prescrito sobre los suelos de montes de Pinus pinaster. La defensa contra incendios forestales*, Ed. Mc Graw Hill, Madrid, 2000.
- Wade, D. D.; J. D. Lunsford, *A guide for prescribed fire in southern forests*. Technical Publication, Atlanta, U.S.D.A. Forest Service, R8- TP11, 1989.
- Wade, D. D.; J. D. Lunsford: *A guide for prescribed fire in southern forests*. Technical Publication, Atlanta, U.S.D.A. Forest Service, R8- TP11, 1989.

## RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Beatriz Rodríguez Alfaro

Máster en Ciencia Forestal, investigadora agregada de la Estación Experimental Agro-Forestal de Viñales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de protección y rehabilitación de áreas degradadas por el fuego. Impartió docencia en la enseñanza de nivel medio en las temáticas de Protección del bosque y Dendrología. Obtuvo Premio Organismo 2010 y 2013. Dirigió proyectos de investigación desarrollo y uno de innovación tecnológica. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

## FLORA AMENAZADA DE LA PENÍNSULA DE GUANAHACABIBES, PINAR DEL RÍO, CUBA

## THREATENED FLORA OF PENÍNSULA DE GUANAHACABIBES, PINAR DEL RÍO, CUBA

DRA.C. NANCY E. RICARDO-NÁPOLES,<sup>1</sup> DR.C. PEDRO P. HERRERA-OLIVER,<sup>1</sup> DR.C. FRANCISCO CEJAS-RODRÍGUEZ,<sup>2</sup>  
M.Sc. REINA ECHEVARRÍA-CRUZ,<sup>1</sup> DRA.C. SONIA ROSETE-BLANDARIZ,<sup>1</sup> TÈC. ARTURO HERNÁNDEZ-MARRERO<sup>1</sup> Y  
TÈC. ÁNGEL DANIEL-ÁLVAREZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología y Sistemática. Carretera Varona 11835 e/ Oriente y Lindero, La Habana 19,  
C.P. 11900, Calabazar, Boyeros, La Habana, Cuba. teléfs. (537) 643-8266,643-8088,643-8010,  
nancy@ecologia.cu

<sup>2</sup>Instituto de Geografía Tropical. Calle F e/ 13 y 15, La Habana, Cuba

### RESUMEN

La delimitación de la península de Guanahacabibes permitió realizar la compilación, revisión y análisis de toda la información disponible, publicada e inédita, sobre los taxones vasculares silvestres amenazados (12,6 % de la flora total). Se registran 52 familias, 93 géneros y 100 taxones, de ellos 36 en peligro crítico (18 endemismos), 37 en peligro (24 endemismos) y 27 vulnerables (17 endemismos). Los endemismos amenazados representan el 7,4 % de la flora. El territorio con mayor vulnerabilidad se localiza en la zona costera al sur de la península, desde cabo San Antonio hasta cabo Corrientes. Potencian las amenazas a la diversidad florística y la vulnerabilidad del territorio 45 combinaciones de acciones negativas antrópicas y naturales.

Palabras claves: flora amenazada, península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba.

### INTRODUCCIÓN

En la península de Guanahacabibes, principalmente en las zonas costeras y subcosteras, se observan afectaciones en sus ecosistemas y especies originados por procesos naturales y antrópicos. El primero debido a numerosos eventos climáticos extremos como la ocurrencia de intensos huracanes y el incremento del nivel medio del mar originado por el cambio climático. Entre los antrópicos sobresalen las obras sociales en ejecución que se realizan con la finalidad

### ABSTRACT

The establishment of limits in peninsula de Guanahacabibes, Western Cuba, allowed the compilation, revision and analysis of all the available information, either published or unpublished, about threatened wild plant species (12,6 % of the flora of Guanahacabibes). A total of 52 families, 93 genera and 100 taxa were found, 36 critically endangered (18 endemics), 37 endangered (24 endemics) and 27 vulnerable (17 endemics). Threatened endemics comprise 7,4 % of the local flora. The most vulnerable territory is the southern littoral zone from cabo San Antonio to cabo Corrientes. In addition, 45 combinations of anthropic and negative natural actions increase threats to the flora biodiversity and vulnerability of this territory.

Key words: threatened flora, península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba.

de mejorar y crear condiciones favorables de infraestructura en los asentamientos humanos, por lo que resulta imprescindible conocer las especies amenazadas y su distribución geográfica en la península que permita realizar un plan de manejo acorde con sus características y los territorios donde se localizan, por lo que destacar los valores e importancia de la diversidad florística más vulnerable con inminentes amenazas es nuestro interés.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se consultó la flora de la península reportada por Ricardo *et al.* (2014), analizando los taxones considerados con alguna categoría de amenaza en el país y presentes en la península. El análisis del estatus de amenaza de los taxones de la flora se realizó considerando los criterios de Borhidi y Muñiz (1983), Lazcano *et al.* (2004, 2005); Berazaín *et al.* (2005), González-Torres *et al.* (2007, 2008, 2009) y Urquiola *et al.* (2010). La actualización taxonómica de los taxones de la flora se efectuó utilizando a Acevedo-Rodríguez y Strong (2012). Se emplearon las categorías y criterios propuestos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [IUCN, 2001], vigentes de la versión 3.1, las directrices para emplear los criterios de la Lista Roja de la IUCN (2003) a nivel regional, versión 3.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones de los taxones de la flora en las diferentes localidades de la península de Guanahacabibes nos permite identificar como amenazados a 100, contenidos en 52 familias y 93 géneros, 36 en peligro crítico, 37 en peligro

y 27 vulnerables (*Tabla 1*). El patrón ecológico de los taxones sugiere que los hábitats más amenazados son los que se presentan en humedales, ecosistemas acuáticos de agua dulce, en las márgenes de los sistemas lacustres, en herbazales de ciénaga y costeros. A pesar de la heterogeneidad florística y la dispersión de las especies en los distintos ecosistemas que caracterizan la península, se observa un espectro de forma de vida que confirma la tendencia ecológica de las áreas muy afectadas y la representación de los taxones amenazados.

Los endemismos cubanos representan el 59 % del total de los taxones, que pertenecen a 35 familias y 58 géneros. Predominan los taxones herbáceos principalmente perennes (30,5 %), le siguen en orden descendente los arbustos bajos (23,7 %) y los árboles de pequeño a mediano tamaño (13,5 %). Solo se presentan una liana herbácea (*Pristimera coriacea* (C. Wright ex Griseb.) Miers) y dos leñosas (*Galactia herraduraensis* Urb. y *Doliocarpus herre-rae* J. Pérez), mientras que los amenazados no endémicos presentan una dominancia de taxones herbáceos, de ellos el 19,5 % son helo-hidrófilos, el 12,8 % anuales y el 10,2 % de perennes, y le siguen los pequeños arbustos (17,9 %).

**TABLA 1**  
**Taxones amenazados en la península de Guanahacabibes**

Familia	Taxones	Categoría
Alismataceae	<i>Helanthium tenellum</i> (Mart. ex Schult.f.) J.G.Sm.	CR
Alismataceae	<i>Sagittaria graminea</i> Michx.	CR
Amaranthaceae	<i>Amaranthus minimus</i> Standl.	(E) CR
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pygmaea</i> C. Wright	(E) EN
Arecaceae	<i>Copernicia brittonorum</i> León	(E) CR
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia pentandra</i> Jacq.	EN
Asteraceae	<i>Erigeron bellidiastroides</i> Griseb.	(E) EN
Asteraceae	<i>Heptanthus brevipes</i> C. Wright ex Griseb.	(E) EN
Asteraceae	<i>Neja marginata</i> (Griseb.) G.L. Nesom	(E) EN
Asteraceae	<i>Pectis juniperina</i> Rydb.	(E) CR
Asteraceae	<i>Tetraperone bellioides</i> (Griseb.) Urb.	(E) CR
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea podopogon</i> (DC.) A.H. Gentry	CR
Bignoniaceae	<i>Ekmanianthe actinophylla</i> (Griseb.) Urb.	(E) VU
Bignoniaceae	<i>Tabebuia sauuvallei</i> Britt.	(E) VU
Boraginaceae	<i>Rocheportia spinosa</i> (Jacq.) Urb.	VU
Boraginaceae	<i>Euploca bursifera</i> (C. Wright ex Griseb.) Diane et Hilger	(E) CR
Boraginaceae	<i>Tournefortia roigii</i> Britton	(E) EN

<i>Familia</i>	<i>Taxones</i>	<i>Categoría</i>
Burmanniaceae	<i>Burmannia bicolor</i> Mart.	CR
Cactaceae	<i>Dendrocereus nudiflorus</i> (Engelm. ex Sauvalle) Britton et Rose	(E) EN
Cactaceae	<i>Harrisia taetra</i> Areces	(E) VU
Calophyllaceae	<i>Calophyllum pinetorum</i> Bisse	(E) VU
Capparaceae	<i>Crateva urbaniana</i> R. Rankin	CR
Capparaceae	<i>Forchhammeria trifoliata</i> Radlk. ex Millsp.	VU
Celastraceae	<i>Pristimera coriacea</i> (C. Wright ex Griseb.) Miers	(E) EN
Cleomaceae	<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	CR
Cleomaceae	<i>Cleome macrorhiza</i> C. Wright	(E) CR
Combretaceae	<i>Terminalia eriostachya</i> A. Rich.	(E) EN
Cucurbitaceae	<i>Cionosicyos pomiformis</i> Griseb.	CR
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus herrerae</i> J. Pérez	EN
Droseraceae	<i>Drosera capillaris</i> Poir.	VU
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake	VU
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon melanocephalum</i> Kunth	CR
Eriocaulaceae	<i>Lachnocaulon ekmanii</i> Ruhl.	(E) CR
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus retusus</i> C. Wright	(E) CR
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum armatum</i> R. Oviedo et Borhidi	(E) VU
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum roigii</i> Britton et P. Wilson	(E) EN
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	EN
Euphorbiaceae	<i>Croton craspedotrichus</i> Griseb.	(E) VU
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia camagueyensis</i> (Millsp.) Urb.	(E) VU
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes glandulosa</i> (Sw.) Müll. Arg.	CR
Euphorbiaceae	<i>Jatropha angustifolia</i> Griseb.	(E) VU
Euphorbiaceae	<i>Sapium leucogynum</i> C. Wright ex Griseb.	(E) VU
Fabaceae	<i>Behaimia cubensis</i> Griseb.	(E) EN
Fabaceae	<i>Cynometra cubensis</i> A. Rich. subsp. <i>cubensis</i>	(E) CR
Fabaceae	<i>Galactia herraduraensis</i> Urb.	(E) VU
Fabaceae	<i>Pictetia mucronata</i> (Griseb.) Beyra et Lavin	(E) VU
Fabaceae	<i>Piscidia havanensis</i> (Britton et P. Wilson) Urb. et Ekman	(E) EN
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton et P. Wilson) Standl.	CR
Haemodoraceae	<i>Lachnanthes caroliniana</i> (Lamarck) Dandy	EN
Haemodoraceae	<i>Xiphidium xanthorrhizon</i> C. Wright ex Griseb.	(E) VU
Haloragaceae	<i>Myriophyllum laxum</i> Shuttlew. ex Chapm.	CR
Hydrocharitaceae	<i>Najas wrightiana</i> A. Braun	EN
Isoetaceae	<i>Isoetes cubana</i> Engelm. ex Baker	CR
Juglandaceae	<i>Juglans jamaicensis</i> C. DC.	EN
Lamiaceae	<i>Callicarpa roigii</i> Britton	(E) VU
Lamiaceae	<i>Hyptis pedalipes</i> Griseb.	(E) EN
Lamiaceae	<i>Vitex acunae</i> Borhidi et O. Muñiz	(E) EN
Lamiaceae	<i>Vitex guanahacabibensis</i> Borhidi	(E) CR
Linderniaceae	<i>Lindernia alterniflora</i> (C. Wright) Alain	(E) EN

<i>Familia</i>	<i>Taxones</i>	<i>Categoría</i>
Linderniaceae	<i>Micranthemum rotundatum</i> C. Wright ex Griseb.	(E) EN
Malpighiaceae	<i>Byrsonima roigii</i> Urb.	(E) CR
Malvaceae	<i>Ayenia euphrasifolia</i> Griseb. subsp. <i>euphrasifolia</i>	EN
Malvaceae	<i>Hibiscus clypeatus</i> L. subsp. <i>clypeatus</i>	EN
Malvaceae	<i>Peltaea speciosa</i> (Kunth) Standl.	CR
Mayacaceae	<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl.	CR
Melastomataceae	<i>Pachyanthus wrightii</i> Griseb.	(E) CR
Melastomataceae	<i>Rhexia cubensis</i> Griseb.	CR
Myrtaceae	<i>Eugenia roigii</i> Urb.	(E) EN
Onagraceae	<i>Ludwigia torulosa</i> (Arn.) Hara	CR
Orchidaceae	<i>Broughtonia cubensis</i> (Lindl.) Cogn.	(E) CR
Orchidaceae	<i>Dendrophylax lindenii</i> (Lindl.) Benth. ex Rolfe	VU
Orchidaceae	<i>Dendrophylax porrectus</i> (Rchb. f.) Carlswald et Whitten	VU
Orchidaceae	<i>Pleurothallis oricola</i> H. Stenzel	(E) VU
Osmundaceae	<i>Osmunda cinnamomea</i> L.	CR
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i> L. var. <i>spectabilis</i> (Willd.) A. Gray	EN
Passifloraceae	<i>Turnera acaulis</i> Griseb.	(E) CR
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus heliotropus</i> C. Wright ex Griseb.	(E) VU
Piperaceae	<i>Piper guanahacabibense</i> Borhidi	(E) CR
Plantaginaceae	<i>Bacopa longipes</i> (Penn.) Standl.	(E) CR
Plantaginaceae	<i>Cheilophyllum microphyllum</i> Penn.	(E) EN
Poaceae	<i>Achlaena piptostachya</i> Griseb.	VU
Poaceae	<i>Aristida sandinensis</i> Catasús	(E) EN
Poaceae	<i>Cenchrus distichophyllus</i> Griseb.	(E) CR
Rubiaceae	<i>Randia cubana</i> Borhidi	(E) VU
Rutaceae	<i>Helietta glaucescens</i> Urb.	(E) EN
Rutaceae	<i>Zanthoxylum taediosum</i> A. Rich.	VU
Salicaceae	<i>Banara brittonii</i> Roig	(E) VU
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb. subsp. <i>occidentalis</i> J.E. Gut.	(E) EN
Salicaceae	<i>Casearia nitida</i> (L.) Jacq.	VU
Sapotaceae	<i>Manilkara jaimiqui</i> (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. <i>jaimiqui</i>	VU
Sapotaceae	<i>Pouteria aristata</i> (Britton et P. Wilson) Baehni	(E) EN
Sapotaceae	<i>Pouteria dictyoneura</i> (Griseb.) Radlk. subsp. <i>dictyoneura</i>	EN
Simaroubaceae	<i>Castela calcicola</i> (Britton et Small) Ekman ex Urb.	(E) EN
Thymelaeaceae	<i>Lagetta valenzuelana</i> A. Rich. subsp. <i>valenzuelana</i>	(E) EN
Verbenaceae	<i>Nashia myrtifolia</i> (Griseb.) Moldenke	(E) CR
Xyridaceae	<i>Xyris caroliniana</i> Walter	CR
Xyridaceae	<i>Xyris elliottii</i> Chapm.	EN
Xyridaceae	<i>Xyris jupicai</i> Rich.	EN
Xyridaceae	<i>Xyris navicularis</i> Griseb.	EN
Zamiaceae	<i>Zamia pygmaea</i> Sims	(E) EN

CR: En peligro crítico, EN: En peligro, VU: Vulnerable, (E): Endemismo.

Reportamos un total de 100 taxones amenazados de la flora, 36 en peligro crítico (18 endemismos), 37 en peligro (24 endemismos) y 27 vulnerables (17 endemismos). Berazaín *et al.* (2005) consideraron para el país 997 taxones amenazados, de ellos 16 se localizan en la península (3 en peligro crítico, 8 en peligro y 5 vulnerables), mientras Urquiola *et al.* (2010) consideran para este territorio 79 taxones (35 en peligro crítico, 28 en peligro y 16 vulnerables).

Coinciden varios autores en reportar taxones que se presentan en la península con la misma figura de amenaza, confirmando el estatus identificado en el país de los taxones. Debemos señalar que no referenciamos los taxones reportados por Borhidi y Muñiz (1983) porque utilizan una nomenclatura diferente al de los otros autores, *Piper guanahacabibense* Borhidi (CR) [Lazcano *et al.*, 2004; Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Pouteria aristata* (Britt. et Wils.) Bae-hni (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Lazcano *et al.* 2005; Urquiola *et al.*, 2010]; sin embargo, UICN lo reporta como VU, *Pouteria dictyoneura* (Griseb.) Radlk. (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Lazcano *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010]. Este taxón la UICN (Red List of Treated Species. Website. web <http://www.iucnredlist.org/lo>) considera VU, *Vitex acunae* Borhidi y Muñiz (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Lazcano *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], y *Harrisia taetra* Areces (VU) [Berazaín *et al.*, 2005; González-Torres *et al.* 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Lindernia alterniflora* (C. Wright) Alain (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Micranthemum rotundatum* C. Wright ex Griseb. (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Bacopa longipes* (Penn.) Standl. (CR) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Banara brittonii* Roig (VU) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiqui* (VU) [Berazaín *et al.*, 2005; González-Torres *et al.* 2005; Urquiola *et al.*, 2010]; *Nashia myrtifolia* (Griseb.) Moldenke (CR) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Xyris jupicai* Rich. (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010], *Xyris navicularis* Griseb. (EN) [Berazaín *et al.*, 2005; Urquiola *et al.*, 2010].

En la península, Urquiola *et al.* (2010) reportan taxones que se encuentran amenazados en el territorio y que no han sido considerados

amenazados en el país, los que relacionamos a continuación: *Castela calcicola* (Britton et Small) Ekman ex Urb. (EN), *Cheilophyllum microphyllum* Penn. (EN), *Turnera acaulis* Griseb. (CR), *Dendrophylax lindenii* (Lindl.) Benth. ex Rolfe (VU), *Dendrophylax porrectus* (Rchb. f.) Carlswald et Whitten (VU), *Ludwigia torulosa* (Arn.) Hara (CR), *Byrsonima roigii* Urb. (CR), *Piscidia havanensis* (Britton et P. Wilson) Urb. et Ekman (EN), *Callicarpa roigii* Britton (VU), *Vitex guanahacabibensis* Borhidi (CR), *Lachnanthes caroliniana* (Lamarck) Dandy (EN), *Xiphidium xanthorrhizon* C. Wright ex Griseb. (VU), *Croton craspedotrichus* Griseb. (VU), *Lachnocaulon ekmanii* Ruhl. (CR), *Doliocarpus herrerae* J. Pérez (EN), *Burmannia bicolor* Mart. (CR).

Urquiola *et al.* (2010) reportan a varios taxones que otros autores los evalúan en otras categorías como *Aristida sandinensis* Catasús (EN) considerado para Pinar del Río como CA (Casi Amenazado) por González-Torres *et al.* (2007); González-Torres *et al.* (2007) declara a *Cleome guianensis* Aubl. como No Amenazado (NA), mientras Urquiola *et al.* (2010) lo consideran (CR) para la península, *Erythroxylum rotundifolium* Lunan (EN) era *Erythroxylum spinescens* A. Rich. y González-Torres *et al.* (2007, 2008) lo consideraron como A (Amenazado), *Euploca bursifera* (C. Wright ex Griseb.) Diane et Hilger (CR) era *Heliotropium bursiferum* C. Wright y González-Torres *et al.* (2009) consideran que no se dispone de información confiable o suficiente para evaluar de manera preliminar el taxón (DD). *Erigeron bellidiastroides* Griseb. (EN) se reporta por Pedro Herrera e Iralis Ventosa (en González-Torres *et al.*, 2008) como NT (Casi Amenazado).

El estado de conservación de otros taxones presenta diferencias en función de los autores, el año del reporte y el territorio considerado en las evaluaciones. La nomenclatura utilizada en la categorización también presenta diferencias, por lo que no se puede observar si existe semejanza o diferencia como ocurre con los datos ofrecidos por Borhidi et Muñiz (1983), González-Torres *et al.* (2007, 2008, 2009).

Urquiola *et al.* (2010) reportan 12 taxones endémicos amenazados, pero se observan en la península con amplia distribución *Zamia pygmaea* Sims (EN), *Vitex guanahacabibensis* Borhidi (CR), *Tournefortia roigii* Brito. (EN),

*Swartzia cubensis* (Britton et P. Wilson) Stanley (CR), *Hyptis pedalipes* Griseb. (EN), *Harrisella porrecta* (Rchb.f.) Fawc. y Rendle (VU), *Croton craspedotrichus* Griseb. (VU), *Piper guanahacabicense* Borhidi (CR), *Piscidia havanensis* Urb. et Ekman (EN), *Heliotropium bursiferum* C. Wright ex Griseb. (CR), *Dolioscarpus herrerae* J. Pérez (EN), *Byrsonima roigii* Urb. (CR).

Sin embargo, existen diferentes criterios al respecto. Acevedo-Rodríguez y Strong (2012) reportan el árbol *Swartzia cubensis* originario de Cuba y Yucatán, o sea, no es endémico cubano, y Urquiola et al. (2010) lo catalogan como endemismo de Pinar del Río en Peligro Crítico por la degradación de hábitat debido a la actividad forestal e intervención humana, mientras Berazaín et al. (2005) lo consideran como Casi Amenazado (NT).

Coinciden Borhidi y Muñiz (1983), Berazaín et al. (2005) y Urquiola et al. (2010) en que *Hyptis pedalipes* es un endemismo En Peligro. González-Torres et al. (2009) reportan como amenazado a *Tournefortia roigii*, y Urquiola et al. (2010) y González-Torres et al. (2011) En Peligro.

La epífita *Harrisella porrecta* la consideran González-Torres et al. (2008) y Urquiola et al. (2010) de Cuba occidental con categoría de Vulnerable, debido a la pérdida y degradación de hábitat por interferencia humana y por construcciones civiles. Acevedo-Rodríguez y Strong (2012) la pasaron a *Dendrophylax porrectus* y la declaran originaria de Islas Caimán, Cuba, La Española, Jamaica, Puerto Rico, Florida (Estados Unidos), México y América Central, no obstante la mantenemos como VU para la península.

González-Torres et al. (2008) y Urquiola et al. (2010) evalúan En Peligro a *Piscidia havanensis* en la península, mientras para Cuba Berazaín et al. (2005) no la consideran amenazada.

*Heliotropium bursiferum* lo catalogan González-Torres et al. (2008) y Urquiola et al. (2010) En Peligro Crítico; sin embargo, González-Torres et al. (2009) consideran que los datos aún son insuficientes, y Acevedo-Rodríguez y Strong (2012) la pasaron a *Euploca bursifera* y no la consideran amenazada; en este caso, aunque hubo un cambio nomenclatural, mantenemos

la categoría propuesta (En Peligro Crítico) por Urquiola et al. (2010).

Se reporta para la península a *Dolioscarpus herrerae* En Peligro por González-Torres et al. (2008) y Urquiola et al. (2010), aunque Berazaín et al. (2005) no la consideran amenazada para Cuba.

Si bien González-Torres et al. (2008) y Urquiola et al. (2010) consideran a *Byrsonima roigii* En Peligro Crítico, Berazaín et al. (2005) y González-Torres et al. (2011) no la consideran amenazada para el archipiélago cubano.

Para Cuba, Borhidi y Muñiz (1983) reportan En Peligro a *Zamia pygmaea*, mientras Berazaín et al. (2005), para el país, con la categoría de Casi en Peligro; Urquiola et al. (2010) En Peligro para la península.

Según los datos obtenidos en toda la península, estas especies presentan amplia distribución, aunque no se dispone de información cuantificada de sus poblaciones, por lo que es imprescindible profundizar los estudios sobre estos taxones, sus poblaciones y las causas que provocan la amenaza para confirmar el estado real de conservación.

IUCN (Red List of Threatened Species) considera Vulnerables a *Copernicia brittonorum* León, *Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp., *Gymnanthes glandulosa* (Sw.) Müll. Arg., *Vitex acunae* Borhidi y O. Muñiz, *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiqui*, *Pouteria aristata* (Britton et P. Wilson) Baehni, *Pouteria dictyoneura* (Griseb.) Radlk. subsp. *dictyoneura*, *Juglans jamaicensis* C. DC.; En Peligro a *Cynometra cubensis* A. Rich. subsp. *cubensis*, *Helietta glaucescens* Urb. y En Peligro Crítico a *Zamia pygmaea* Sims.

*Sagittaria graminea* Michx., hierba helo-hidrófita que se distribuye por el Caribe y América del Norte, se cataloga como Amenazada por González-Torres et al. (2009), y En Peligro Crítico por Urquiola et al. (2010). Este taxón crece en lagunas ácidas sobre arenas silíceas, por lo que debido a la antropización de estos cuerpos de agua la especie pudiera estar amenazada.

Se observan diferencias de nuestros datos con los reportados por Borhidi y Muñiz (1983), Be-

razaín *et al.* (2005) y Urquiola *et al.* (2010). Estos autores cuantificaron un total de 95 taxones que se encuentran en la lista florística del territorio; sin embargo, observamos que no todos tienen esa condición en la península. La principal diferencia se debe a que, aunque están amenazados a nivel de país, no se evidencia este estatus en este territorio; además, al producirse cambios nomenclaturales en algunos taxones estos dejaron de ser considerados amenazados, como ocurre con siete taxones. De los taxones amenazados para el país por Berazaín *et al.* (2005), 16 se encuentran en la península, desglosadas en CR (3), EN (8), VU (5), mientras que Urquiola *et al.* (2010) identificaron para este territorio 62, distribuidos en CR (24), EN (23), VU (15).

González-Torres *et al.* (2007) consideran, para el territorio cubano, con la categoría Casi Amenazado a los taxones *Sida brittonii* León, *Pouteria sessiliflora* (Sw.) Poir., *Sideroxylon americanum* (Mill.) T. D. Penn., *Badiera cubensis* Britton, González-Torres *et al.* (2008) a *Chionanthus bumelioides* (Griseb.) Stearn ssp. *cubensis* (P. Wilson) P. A. González y González-Torres *et al.* (2009) a *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC., *Ixora floribunda* Griseb., sin embargo, en la península estos taxones, al parecer, no confrontan dificultades en su conservación.

El estudio de los ecosistemas y la flora permitieron identificar su vulnerabilidad en la península producto de 33 causas que provocan amenazas a la salud de la diversidad biológica, originadas tanto por las acciones de los procesos naturales (2) como antrópicos (31).

Las afectaciones naturales observadas fueron la erosión costera producida por la acción abrasiva del mar y la afectación de los ecosistemas en su estructura, fisonomía y composición de taxones producto del efecto de la ocurrencia de huracanes de diferentes intensidades, que si no se potencia con otras acciones negativas serían, tanto los ecosistemas como los taxones, capaces naturalmente de restablecerse; sin embargo, el efecto de las acciones negativas del hombre sobre las condiciones naturales producen fuerte y profundo deterioro, en ocasiones irreversible, como el ocurrido en diferentes hábitats con la desaparición de formaciones vegetales y de taxones.

Los impactos antrópicos identificados fueron colmatación de espejos de agua, construcción de presas y otras obras civiles, la contaminación agrícola y ganadera, la cría de animales domésticos, la deforestación, la introducción de taxones exóticos, la presencia de especies invasoras, la eutrofización, la extracción de la diversidad biológica y minera, la ganadería, el turismo, la intervención humana en diferentes formas como la introducción de animales domésticos y de plantas, el pisoteo humano, la producción acuícola, agrícola, agroforestal, bovina, porcina, forestal, remoción de sustrato, represamiento de aguas, residuales, sobreplotación de madera y guano (abono mineral compuesto de excremento animal).

Las causas que inducen amenazas a la diversidad biológica del territorio generalmente ocurren en combinaciones, lo que potencian su acción destructiva; se identifican 45 combinaciones. Las que producen mayores afectaciones son la producción agroforestal, agrícola y ganadera, la intervención humana, la presencia de especies invasoras y exóticas, la minería, las construcciones civiles.

La mayor riqueza de taxones amenazados se localiza en la zona costera al sur de la península, desde cabo San Antonio hasta cabo Corrientes, por lo que este territorio es el más vulnerable tanto por la presencia de taxones, fundamentalmente endemismos amenazados, como por la incidencia de combinaciones de acciones que producen amenazas actuales naturales y antrópicas.

Los taxones *Lachnocaulon ekmanii* Ruhl., *Tetraperone bellioides* (Griseb.) Urb., *Bacopa longipes* (Pennell) Standl., *Turnera acaulis* Griseb., *Hydrocotyle pygmaea* C. Wright, *Galactia herradurensis* Urb., *Ayenia euphrasifolia* Griseb. subsp. *euphrasifolia*, *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiqui* (Tabla 2) son muy vulnerables debido a los biotipos de los taxones, la incidencia de variadas y fuertes acciones principalmente antrópicas sobre los hábitats donde se presentan y no encontrarse dentro de los límites considerados en áreas con alguna figura de protección.

**TABLA 2**  
**Taxones de la flora que requieren especial atención de manejo**  
**y conservación en la península de Guanahacabibes, Pinar del Río**

<i>Especie</i>	<i>Hábitat</i>	<i>CA</i>	<i>Tipo biológico</i>	<i>Causas de amenaza</i>
<i>Lachnocaulon ekmanii</i> Ruhl.	Comunidades acuáticas de agua dulce	CR	Caméfito	Residuales, eutroficación, acuicultura, construcción de represas, agricultura y ganadería, afectaciones por plantas y animales exóticos
<i>Tetraperone bellioides</i> (Griseb.) Urb.	Vegetación secundaria	CR	Caméfito	Agricultura, ganadería, construcciones civiles, urbanización, minería, residuales
<i>Bacopa longipes</i> (Pennell) Standl.	Comunidades acuáticas de agua dulce, cuerpos lacustres turbo húmedos	CR	Hierba hidrófita	Colmatación, residuales contaminantes por agricultura y ganadería, afectaciones por plantas y animales exóticos
<i>Turnera acaulis</i> Griseb.	Sabanas semiantrópicas	CR	Hemicriptófito	Agricultura, ganadería, construcciones civiles, afectaciones por plantas y animales exóticos
<i>Ayenia euphrasifolia</i> Griseb. subsp. <i>euphrasifolia</i>	Bosque de pinos y sabanas seminaturales	EN	Nanofanerófito	Agricultura, utilización forestal de subsistencia, construcciones civiles, afectaciones por plantas y animales exóticos
<i>Hydrocotyle pygmaea</i> C. Wright	Comunidades acuáticas de agua dulce y márgenes lacustres	EN	Hierba helo-hidrófita	Residuales contaminantes, agricultura y ganadería; plantas invasoras.
<i>Manilkara jaimiqui</i> (C. Wright ex Griseb.) Dubard	Matorral xeromorfo costero y subcostero, bosque semideciduo micrófilo	VU	Mesofanerófito	Deforestación, construcciones civiles, agricultura, actividad forestal
<i>Galactia herraduraensis</i> Urb.	Bosque de pinos y sabanas	VU	Liana	Agricultura, ganadería, minería y afectaciones por plantas y animales exóticos

CA: Categoría de amenaza, CR: En peligro crítico, EN: En peligro, VU: Vulnerable.

Están En Peligro Crítico *Lachnocaulon ekmanii* Ruhl., *Tetraperone bellioides* (Griseb.) Urb., *Bacopa longipes* (Pennell) Standl., *Turnera acaulis* Griseb. que por ser herbáceos, encontrarse en hábitats muy vulnerables y estar amenazados por acciones antrópicas drásticas, requieren especial atención. En este grupo deben incluirse *Hydrocotyle pygmaea* C. Wright y *Galactia herraduraensis* Urb. que aunque se consideran En Peligro el primero, y Vulnerable el segundo, al ser una hierba helo-hidrófita y

liana, respectivamente, pueden desaparecer con facilidad por las acciones antrópicas que inciden sobre ellos. La nanofanerófito *Ayenia euphrasifolia* Griseb. subsp. *euphrasifolia* y la mesofanerófito *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiqui* también deben tenerse en consideración. Un profundo estudio de estas especies en cuanto a su ciclo biológico, poblaciones, capacidad y tipo de propagación permitiría establecer adecuados planes de manejo y conservación.

## CONCLUSIONES

- El patrón ecológico de los taxones identifica como muy amenazados los humedales, ecosistemas acuáticos de agua dulce, márgenes de los sistemas lacustres, herbazales de ciénaga y costeros.
- El territorio más vulnerable se localiza en la zona costera al sur de la península desde cabo San Antonio hasta cabo Corrientes.
- Se destacan por su vulnerabilidad *Lachnocaulon ekmanii* Ruhl., *Tetraperone bellioides* (Griseb.) Urb., *Bacopa longipes* (Pennell) Standl., *Turnera acaulis* Griseb., *Hydrocotyle pygmaea* C. Wright, *Galactia herraduraensis* Urb., *Ayenia euphrasifolia* Griseb. subsp. *euphrasifolia* y *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiqui*.
- Potencian las amenazas a la diversidad florística 45 combinaciones de acciones negativas antrópicas y naturales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Rodríguez, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington D.C., 1193 pp.
- Berazaín, R.F., Areces, J.C., González, Lazcano et L.R. 2005. Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) 4:1-86.
- Borhidi, A., Muñiz, O. 1983. Catálogo de plantas cubanas amenazadas o extinguidas. La Habana. Editorial Academia. 85 p.
- González Torres, L.R., Leiva, A.T., Palmarola, A., Rankin, R. 2008. Categorías de amenaza y hojas del taxón. Jardín Botánico Nacional. Universidad de La Habana. Editorial Feijóo.
- González Torres, L.R., Leiva, A.T., Rankin, R., Palmarola, A. (Eds.). 2007. Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba. Jardín Botánico Nacional. Universidad de La Habana, La Habana. Editorial Feijóo.
- González Torres, L.R., et al. 2009. Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba. Bissea (CU) 3: Número Especial. Diciembre.
- IUCN (Internacional Union of Conservation of Nature). 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja. Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, U.K.
- IUCN (Internacional Union of Conservation of Nature). 2003. Directrices para emplear los criterios de la Lista Roja de la IUCN a nivel regional. Versión 3.0. Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- IUCN. Red List of Threatened Species. Website. web <http://www.iucnredlist.org/>
- Lazcano, J.C., et al. 2005. Memorias del Taller de Categorización de Árboles Cubanos. Grupo de Especialistas de Plantas de Cuba, Flora y Fauna Internacional. Jardín Botánico Nacional, Mayo 11-13, 2004.
- Lazcano, J.C., Leiva, A.T., Matamoros, Y. (ed.). 2004. Memorias del Tercer Taller para la Conservación, Análisis y Manejo planificado de Plantas Silvestres Cubanas, CAMP III. 16-18 de enero del 2003. IUCN/SSC. Conservation Breeding Specialist Group. Apple Valley, MN. USA. La Habana, Cuba.
- Urquiola, A., González-Oliva, L., Novo, R., Acosta, Z. 2010. Libro rojo de la flora vascular de la provincia de Pinar del Río. Jardín Botánico de Pinar del Río, Cuba. Publicaciones Universidad de Alicante. Alicante. 457 p.

## RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Nancy Esther Ricardo Nápoles.

Investigadora titular, doctora en Ciencias Biológicas, especializada en Ecología, labora en el Centro Nacional de Biodiversidad del Instituto de Ecología y Sistemática.

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

# MODELACIÓN DEL CARBONO RETENIDO EN PLANTACIONES DE *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET Y GOLFARI EN LA UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE SILVÍCOLA SAN VICENTE, VIÑALES, PROVINCIA DE PINAR DEL RÍO, CUBA

## MODELING OF RETAINED CARBON ON PLANTATIONS OF *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR *CARIBAEA* BARRET AND GOLFARI AT THE SAN VICENTE SILVICULTURAL ENTREPRENEURIAL UNIT BASE, VIÑALES, PINAR DEL RÍO PROVINCE, CUBA

ING. ISNAUDY GARCÍA-RODRÍGUEZ,<sup>1</sup> DR.C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,<sup>2</sup> DRA.C. JUANA T. SUÁREZ-SARRÍA,<sup>2</sup>  
ING. YOSNIEL PEÑA-HERNÁNDEZ,<sup>2</sup> ESP. MANUEL VALLE-LÓPEZ<sup>2</sup> E ING. ROBERTO VALDÉS-ROJA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km. 1 ½, La Soledad, Guisa, provincia Granma, Cuba. igarcia@guisa.inaf.co.cu

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C. Rpto. Siboney, Playa, La Habana, Cuba.

<sup>3</sup> Empresa Forestal Integral La Palma. Carretera. La Jibara. Km. 1<sup>1/2</sup>. Pinar del Río, Cuba.

### RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de estimar el carbono retenido por hectárea a partir de la edad en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. Barret y Golfari en la Unidad Empresarial de Base San Vicente. Se evaluaron siete modelos de regresión no lineal, siendo Terazaki el modelo que mejor bondad de ajuste presentó, con un coeficiente de determinación del 70,7 % y dos parámetros de alta significación ( $p < 0,001$ ). Se presentan las curvas que describen la evolución en el tiempo del incremento medio anual (IMA) y el incremento corriente anual (ICA) de dicha variable.

*Palabras claves:* modelación, carbono retenido, *Pinus caribaea*.

### ABSTRACT

This study was performed with the aim of estimate the retained carbon per hectare from the age of the plantations of *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. Barret y Golfari at the "San Vicente", Silvicultural Entrepreneurial Unit Base. Seven models of non-linear regression were assessed, being Terazaki the model of best goodness of fit, with a coefficient of determination of 70,7 % and two parameters of high significance ( $p < 0.001$ ). The curves that describe the evolution in time of the annual mean increment (IMA), and the annual periodical increment (ICA) of this variable are provided.

*Key words:* modelling, retained carbon, *Pinus caribaea*.

### INTRODUCCIÓN

Investigaciones científicas sobre las emisiones de gases de efecto invernadero durante los últimos diez años predicen que el cambio climático tendrá impactos negativos ambientales, sociales y económicos a nivel global [Roy y Castellanos, 2000]. Los

impactos pueden incluir aumento del nivel de los mares, erosión costera, cambios dramáticos en patrones climáticos, aumento de enfermedades tropicales, la pérdida acelerada de biodiversidad y la desertificación [Stuart y Moura Costa, 1998].

Los bosques desempeñan una función importante en la mitigación del cambio climático al actuar como sumideros que absorben el carbono de la atmósfera y almacenarlo en la biomasa y los suelos; sin embargo, cuando se desbrozan o se degradan, también son una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero. Por ello, los bosques son un componente importante en la estrategia de adaptación al cambio climático. Sin intervenciones de manejo directas el cambio climático puede resultar peligroso para la salud del ecosistema forestal, la resiliencia, la productividad, la biodiversidad y el almacenamiento de carbono, y la degradación del bosque y su pérdida seguirán contribuyendo al cambio climático (FAO, 2013)

El objetivo de este trabajo fue obtener la estimación del carbono retenido por las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en la Unidad Empresarial de Base Silvícola San Vicente y su evolución en el tiempo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Empresarial de Base Silvícola San Vicente, del municipio de Viñales, Pinar del Río, perteneciente a la Empresa Forestal Integral La Palma. Los tipos de suelos presentes son ferralítico rojo lixiviado, ferralítico cuarcítico amarillento lixiviado, ferralítico cuarcítico amarillento rojizo lixiviado y esquelético. La temperatura media es de 25,5 °C y con una precipitación anual de 1857,8 mm [Ministerio de la Agricultura, 2009].

Se muestrearon rodales en un rango de edad entre 5-32 años. Se levantaron 108 parcelas temporales de 500 m<sup>2</sup>, tomándose los diámetros de todos los árboles a 1, 30 m sobre el nivel del suelo, y las alturas de dos árboles por cada clase diamétrica con esta información se calculó el diámetro medio, la altura media y el volumen por hectárea para cada rodal. A continuación se procedió a la determinación del carbono retenido por el fuste sin considerar la corteza, mediante la fórmula:

$$Cr = V \times D \times Cc$$

donde:

Cr: Carbono retenido (t/ha)  
 V: Volumen por hectárea (m<sup>3</sup>/ha)  
 d: Densidad básica (t/m<sup>3</sup>)

Cc: Coeficiente de carbono de la madera para la especie

Se utilizó la densidad básica de 0,614 t/m<sup>3</sup> determinada por Ibáñez, Manzanares y Sosa (1978) y el coeficiente de carbono de 0,4753 obtenido por Mercadet *et al.* (2011).

Para el levantamiento del área y toma de los datos dasométricos se utilizó la cinta métrica de 50 m, cinta diamétrica, brújula, hipsómetro de Suunto, GPS y machete.

Se evaluaron siete modelos de crecimiento reportados por la literatura [Prodan *et al.*, 1997; Casañas, 2000; Sánchez Rodríguez, 2001 y Kiviste *et al.* 2002].

Hossfeld I 
$$y = \frac{t^2}{(a + bt + ct^2)}$$

Strand 
$$y = \left[ \frac{t}{a + bt} \right]^3$$

Hossfeld IV 
$$y = \frac{t^c}{(a + bt^c)}$$

Yoschida I 
$$y = \frac{t^c}{a + bt^c} - d$$

Terazaki 
$$y = e^{(a - \frac{b}{t})}$$

Hossfeld (Modificado) 
$$y = \frac{t^2}{(a + bt)^2}$$
 I

Smalian 
$$y = \frac{t}{(a + bt + ct^2)}$$

donde:

a, b, c y d: Parámetros a estimar  
 t: Tiempo o edad de los rodales

Se consideraron algunos de los criterios estadísticos desarrollados por Kiviste *et al.* (2002), Guerra *et al.* (2003) y Torres y Ortiz (2005) para la selección del modelo de mejor ajuste: coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), coeficiente de determinación ajustado (R<sup>2</sup>aj), sesgo, error medio cuadrático (CME), error medio en valor absoluto (EMA) y estadístico d, de Durbin-Watson, error estándar de los estimadores de los parámetros del modelo, significación estadística de los parámetros de los modelos.

Se calculó el incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA), según Prodan *et al.* (1997). El análisis de la información se realizó con ayuda de los programas estadísticos Statgraphics Plus versión 5.1 e InfoStat (2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores estadísticos que se observan en la *Tabla 1*, son similares para todos los modelos,

con coeficientes de determinación y coeficientes de determinación ajustado por encima de 70%. Los modelos Hossfeld I, Hossfeld IV, Yoschida I y Smalian presentaron parámetros no significativos.

Se seleccionó el modelo Terazaki por mostrar un menor desvío respecto a los valores observados, todos sus parámetros significativos y menor varianza.

**TABLA 1**

**Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros de los modelos para el carbono retenido por hectárea**

Modelo	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aj	Sesgo	CME	EMA	Durbin-Watson	a	b	c	d
Hossfeld I	70,8	70,3	-0,0324	12,0514	2,8753	1,96	1,6616 ±0,8909 NS	0,0897 ±0,1032 NS	0,0196 ±0,0029 ***	---
Hossfeld I (Modificado)	70,3	70,1	-0,0170	12,1109	2,9130	1,94	0,8127 ±0,0635 ***	0,1280 ±0,0033 ***	---	----
Hossfeld IV	70,8	70,3	-0,0398	12,0392	2,8742	1,96	1,2537 ±0,9844 NS	0,0207 ±0,0019 ***	1,7080 ±0,3463 ***	----
Strand	70,6	70,3	0,0009	12,0286	2,9223	1,95	0,9647 ±0,0745 ***	0,2569 ±0,0039 ***	---	---
Terazaki	70,7	70,5	0,0004	11,9645	2,8820	1,95	4,0179 ±0,0367 ***	9,0883 ±0,6864 ***	---	---
Yoschida I	70,8	70,0	-0,0081	12,1621	2,8765	1,97	0,6250 ±2,3445 NS	0,0185 ±0,0125 NS	1,5039 ±1,1352 NS	4,0006 ±26,1922 NS
Smalian	70,8	70,2	0,1974	12,0391	2,8707	1,97	0,4274 ±0,0753 ***	-0,011 ±0,0077 NS	0,0001 ±0,0002 ***	---

\*\*\* 0,001

\*\* 0,01

\* 0,05

NS- no significativo

En la *Fig. 1* refiere el comportamiento de los datos ajustado por el modelo de Terazaki se observa una alta dispersión de los valores observados por edad, mostrándose en la variabilidad explicada por el modelo. Según Peña *et al.* (2013), esto puede estar dado a la diversidad de ambientes, especialmente los suelos, por lo que pudiera pensarse en la hipótesis de que la cantidad de carbono retenido por la especie influye el tipo de suelo, además de su expresión fenotípica y de los manejos silvícolas.

En la *Fig. 2* se muestran el comportamiento del incremento corriente anual (ICA) e incremento medio anual (IMA). A través del modelo Terazaki

se observa una retención acelerada del carbono en las primeras edades. A partir de los siete años de edad se produce un punto de inflexión la velocidad de retención de carbono comienza a disminuir paulatinamente, por lo que los valores del ICA dentro del período de un año comienzan a descender, siendo a los 9,1 años donde se igualan el ICA e IMA, con una tasa de carbono retenido de 2,25 t/ha/año. Peña *et al.* (2013), para esta especie en el municipio de La Palma, Pinar del Río, obtuvieron una tasa de retención de carbono de 2,53 t/ha/año a los 10 años de edad, y Rodríguez *et al.* (inédito), en la Unidad Empresarial Base Silvícola Los Jazmines, 2,05 t/ha/año a los 13 años de edad.

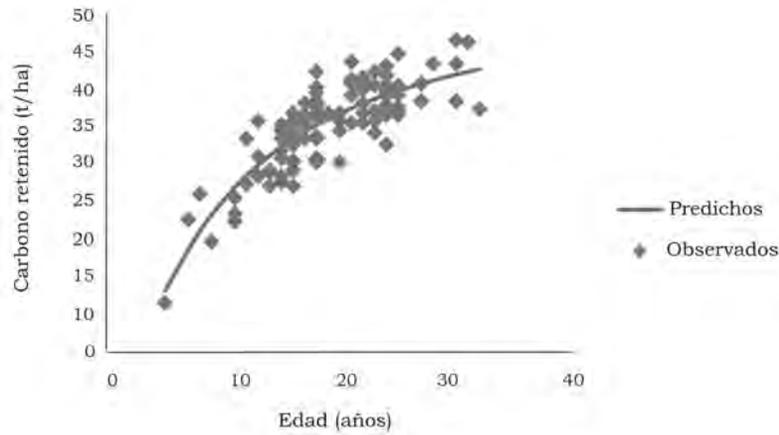


Figura 1. Modelo Terasaki ajustado al carbono retenido.

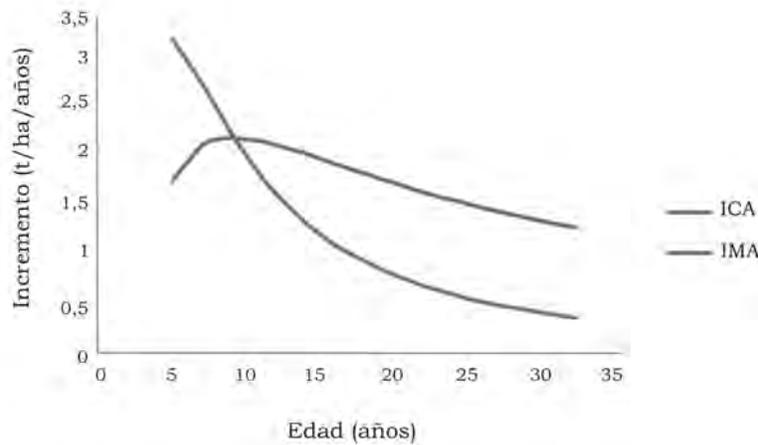


Figura 2. Incrementos en carbono retenido por el modelo de Terazaki

## CONCLUSIONES

- Se describió la dinámica del carbono retenido en el fuste de las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. Barret y Golfari en la Unidad Empresarial de Base Silvícola San Vicente a través del modelo Terazaki.
- La evaluación en el tiempo del ICA e IMA mostró que estos se igualan a los 9,1 años con una tasa de crecimiento de 2,25 t/ha/año.

## BIBLIOGRAFÍA

- Casañas, N. 2000. *Pinus pinea* L. en el Sistema Central (Valles del Tiétar y del Alberche): Desarrollo de un modelo de gestión y producción de piña. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad de Madrid. España. 356 p.
- FAO. 2013 Directrices sobre el cambio climático para los gestores forestales. Estudio FAO Montes 172. 110 p.
- Ibáñez, A., Manzanares, K., Sosa, M. 1978. Compendio de 56 especies maderables cubanas, africanas y otras regiones tropicales. Centro de Investigación Forestal. Departamento de Tecnología y Aprovechamiento de la Madera. s/n. Cuba.

- InfoStat. 2012. InfoStat, versión 2012. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Kiviste, A., Álvarez, J.G., Rojo, A., Ruiz, A.D. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. España. 190 p.
- Mercadet, A., Álvarez, A., Escarré, A., Ortiz, O. 2011. Coeficientes de carbono y nitrógeno en la madera y corteza de especies forestales arbóreas cubanas. Disponible en: <http://bva.fao.org/pubdoc/Reposit/cuf0337s.pdf> [Consulta 30 de abril 2012]
- Ministerio de la Agricultura. 2009. Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal de la Empresa Forestal Integral Viñales. Provincia Pinar del Río. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. Cuba.
- Peña, Y., et al. 2013. Modelación del carbono retenido en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en municipio La Palma. Revista Forestal Baracoa (CU) 32 (2): 47-51
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P. 1997. Mensura Forestal. Proyecto IICA BMZ / GTZ, Sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. Costa Rica. Editorial IICA. 561 p.
- Rodríguez, L., et al. Modelación del carbono retenido en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en la Unidad Empresarial de Base Silvícola "San Vicente". En Prensa. Inédito.
- Roy, A., Castellanos, E. 2000. Elementos técnicos para inventario de carbono en uso de suelos. Guatemala. Fundación Solar. 31 p.
- Sánchez Rodríguez, F. 2001. Estudio de calidad de estación, crecimiento, producción y silvicultura de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela. 356 p. España.
- Software estadístico Statgraphics *Plus* versión 5.1 sobre Windows, 1995.
- Stuart, M.D., Moura Costa, P. 1998. Climate Change Mitigation by Forestry: a Review of International Initiatives. Policy that works for forests and people series No. 8. Discussion paper. International Institute for Environment and Development, London.
- Torres, V., Ortiz, J. 2005. Aplicaciones de la modelación y simulación en la producción y alimentación de animales de granja. Revista Cubana Ciencia Agrícola (CU) 3(Número Especial): 397-405.

## RESEÑA CURRICULAR:

Autor principal: Isnaudy García Rodríguez

Ingeniero Forestal, se ha vinculado a proyectos de investigación-desarrollo relacionados con la temática de silvicultura, aplicando modelos matemáticos para predecir crecimiento y rendimiento de variables dasométricas, además de realizar estudios sobre secuestro de carbono. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes tales como el VI Encuentro de Jóvenes Investigadores, alcanzando el premio al mayor impacto ambiental.

## Centro de Documentación José Gómez Ricano



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

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

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

Sus servicios abarcan:

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

Y entre sus productos:

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

# REPETIBILIDAD DE PARÁMETROS GENÉTICOS DEL BANCO CLONAL DE *CEDRELA ODORATA* L. EN GUISA, GRANMA

## REPETITIVE OF GENETIC PARAMETERS OF THE CLONAL BANK OF *CEDRELA ODORATA* L. IN GUISA, GRANMA

ING. WILDEN LAHERA-FERNÁNDEZ,<sup>1</sup> ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA,<sup>1</sup> ING. ELIER C. RIQUENES-VALDÉS<sup>1</sup>  
Y LUIS M. ÁLVAREZ-CÉSPEDES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, wlaheraf@guisa.inaf.co.cu, teléf.: 023 391387 y 023 392511

<sup>2</sup> Centro Universitario Contramaestre. Agronomía, Universidad de Oriente, Cuba

### RESUMEN

Se presenta los resultados del estudio de repetibilidad clonal para las variables diámetro (1,30 m), altura total, altura comercial y volumen total con corteza a la edad de 39 años, realizado en el banco clonal de *Cedrela odorata* L., ubicado en la localidad La Escondida, Guisa, Granma. Fueron seleccionados los clones con un 70 % de supervivencia como mínimo, totalizando 32 de ellos. Las citadas variables de crecimiento se procesaron estadísticamente mediante un diseño completamente aleatorio, y se aplican los procedimientos de la genética cuantitativa clonal clásica, obteniéndose los siguientes valores de repetibilidad:  $R = 0,39$ ;  $R = 0,80$ ;  $R = 0,88$  y  $R = 0,66$  para la altura total, diámetro 1,30 m; altura comercial y volumen total con corteza, respectivamente, evidenciándose la existencia de un control genético fuerte para estas variables, con posibilidades de tener éxitos en la mejora genética de la especie para los rendimientos maderables.

**Palabras claves:** *Cedrela odorata* L., genética forestal, repetibilidad clonal, Cuba.

### INTRODUCCIÓN

El programa para el mejoramiento genético de *Cedrela odorata* L. comenzó en Cuba en la década de 1970, momento en que se seleccionaron los fenotipos superiores (*árboles plus*) en todo el país, llegándose a completar 222 de ellos. A partir de este material selecto y de gran importancia, se estableció el Banco de Germoplasma en la localidad de Guisa,

### ABSTRACT

It is presented the results of the study of repetibilidad clonal for the variable diameter (1.30 m), total height, commercial height and total volume with bark to the 39 year-old age, carried out in the bank clonal of *Cedrela odorata* L., located in the town The Escondida, Guisa, Granma. The clones were selected with 70 % of survival like minimum, totalling 32 of them. Those mentioned variables of growth, were processed statistically by means of a Totally Random design, being applied the procedures of the genetics quantitative classic clonal, being obtained the following repetibilidad values:  $R = 0.39$ ;  $R = 0.80$ ;  $R = 0.88$  and  $R = 0.66$  for the total height, diámetro 1,30 m; commercial height and total volume with bark respectively. Being evidenced the existence of a strong genetic control for these variables, with possibilities of being successful in the genetic improvement of the species for the yields maderables.

**Key words:** *Cedrela odorata* L., forest genetics, clonal repetitive, Cuba.

Granma, que consta de seis rametos por clon, espaciados a 3 m x 4 m, distribuidos en una superficie de 3,6 ha. Actualmente los árboles tienen una edad promedio de 39 años con promedio general de diámetro y altura de 23,6 cm y 19,5 m, respectivamente, según consignan los datos de las evaluaciones de campo de 2014 realizadas por Lahera (inédito).

El archivo de clones objeto de estudio es de considerable extensión, y garantiza una base genética amplia en el programa de mejora de los rendimientos maderables iniciado con la especie. Es por ello que su preservación y mantenimiento es de interés no solo por el material vegetativo que aporta, sino también por otros aspectos como los estudios clonales, fenológicos de Hechavarría *et al.* (2001), estudios florales (dentro de las actividades del proyecto «Diagnóstico y manejo de *Hypsipyla grandella* Zeller mediante métodos biológicos y silvícolas»), entre otros.

Según Gálvez (1985), la repetibilidad es el límite superior que puede alcanzar la heredabilidad en sentido amplio, ya que contiene toda la variación genética entre individuos más un componente del ambiente general.

En base a este criterio, se estima el control genético total de las variables de crecimiento en estudio a partir de la evaluación estadístico-genética del material clonal representativo de la especie *Cedrela odorata* L. en Guisa, aun cuando el mejorador solo tenga la posibilidad de influir sobre la varianza genética aditiva.

La presente investigación tuvo como objetivo estimar la repetibilidad de las variables diámetro a 1,30 m sobre el suelo, altura total, altura comercial y volumen total con corteza de los clones del banco de cedro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el banco clonal de *Cedrela odorata* L. ubicado en la localidad La Escondida, Guisa Granma, plantado sobre un suelo pardo con carbonato [Hernández *et al.*, 1999]. El clima local, según registros climatológicos del Centro Provincial de Meteorología, perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en la última década, presentó el siguiente comportamiento: promedio de la temperatura media del aire, 25,3 °C; promedio de precipitaciones anuales acumuladas, 1422 mm, y promedio de la humedad relativa del aire, 84,5 %.

Para las estimaciones de los parámetros clonales se tomaron los clones con no menos del 70 % de supervivencia, totalizando 32 de ellos, material que sirvió de base para realizar el estudio clonal.

La repetibilidad se estimó a partir de mediciones de  $d_{1,30\text{ m}}$ , medido con cinta diamétrica ( $\pm 1,0$  cm de precisión), altura total y altura comercial medida con hipsómetro Blume Leiss ( $\pm 0,5$  m de precisión), volumen total con corteza, estimado mediante la fórmula general del volumen  $V = (\pi/4)(d^2)(h)(f)$ , empleándose como coeficiente mórfoico  $f = 0,36$ , según MINAG (1982), tomadas a los 39 años de edad en mediciones repetidas en el espacio de diferentes individuos de un mismo genotipo (clon), utilizando el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_{ij}$$

donde:

$e_{ij}$ : Error de observación en la  $j$ -ésima medida del  $i$ -ésimo individuo

$\mu + g_i$ : Verdadero valor del  $i$ -ésimo individuo

La estructura general del ANOVA para determinar la repetibilidad en el espacio en nuestras condiciones se presenta a continuación:

FV	GL	CM	$CM_{(E)}$
Clones	(n-1)	$CM_1$	$s_e^2 + r s_i^2$
Error	n(r-1)	$CM_2$	$s_e^2$
Total	(nr)-1		

El componente de varianza  $\sigma_i^2$  = valor originado por la diferencia genética entre individuos más un componente no genético, pero que es inherente a cada individuo, denominado ambiente general del individuo, mientras que  $\sigma_e^2$  estima la varianza particular, o específica de cada individuo [Falconer, 1975, citado por Gálvez, 1985].

donde:

$CM_1$ : Cuadrado medio entre individuos (clones)

$CM_2$ : Cuadrado medio entre mediciones = componente de varianza del error  $\sigma_e^2$

$r$ : Número de medidas en cada clon; número igual para cada clon

$n$ : Número de individuos

Una vez estimados los componentes de varianza de este modelo, se calculó el cociente:

$$R = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

donde:

$R$ : Repetibilidad clonal

$\sigma_i^2$ : Componente de varianza entre clones  
 $\sigma_e^2$ : Componente de varianza dentro de los clones  
 $\sigma_i^2$ :  $(CM_1 - CM_2)/\text{no. de medidas en cada individuo}$

Expresión que refleja la correlación entre mediciones de un mismo individuo y se define como repetibilidad de la medición.

El Error Standard de la repetitividad ( $ES_r$ ) se estimó considerando un número igual de mediciones por individuos, mediante la fórmula propuesta por Becker (1986).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en los análisis de varianza para las cuatro variables en estudio (altura total, altura comercial, diámetro del fuste a 1,30 m sobre el nivel del suelo y volumen total con corteza), de los 32 clones del banco de cedro, mostraron diferencias significativas con los testigos, al 5 % de probabilidad de error.

Si consideramos la repetibilidad clonal como el límite superior que pudiera alcanzar la heredabilidad en sentido amplio, ya que contiene toda

la variación genética entre individuos más un componente del ambiente general, según Gálvez (1985), el control genético total de estas variables bajo estas condiciones ambientales estaría por encima del 38 %, valores que reflejan un potencial genético utilizable en la mejora de los rendimientos maderables de *Cedrela odorata* L.

En evaluaciones efectuadas a partir del estudio de 100 clones en el banco de germoplasma de *C. odorata* L. realizado por Lahera *et al.* (1994), a los 14 años de edad, fueron encontradas repetibilidades de 0,85 y 0,62 para altura total y diámetro a 1,30 m, respectivamente, valores que comparados con los estimados actuales, para altura (0,39), queda por debajo, y el diámetro a 1,30 m (0,80), es aún más elevado, comportamiento que pudiera explicarse por irregularidades en los patrones de crecimiento primario y secundario de la especie en edades tempranas y por las variaciones principalmente del clima registradas entre aquel momento y el presente.

Los valores actuales de repetibilidad de las cuatro variables en estudio se muestran en la *Tabla 1*.

**TABLA 1**  
**Repetibilidad estimada, error estándar y límites de confianza**

Carácter	Repet.	E. Est. Rep.	Límites de confianza
Altura total (m)	0,39	0,19	Pr (0,25 ≤ 0,39 ≤ 0,56) = 0,95
Diámetro 1,30 (m)	0,80	0,14	Pr (0,71 ≤ 0,80 ≤ 0,89) = 0,95
Altura comercial (m)	0,88	0,20	Pr (0,50 ≤ 0,88 ≤ 0,91) = 0,95
Volumen Tcc (m <sup>3</sup> )	0,66	0,15	Pr (0,54 ≤ 0,66 ≤ 0,82) = 0,95

Si aceptamos la repetibilidad como equivalencia de la heredabilidad en sentido amplio, entonces la máxima expresión del control genético total lo alcanzó la altura comercial con valor de  $R = 0,88$ , y la mínima la altura total con  $R = 0,39$ . El primer caso tiene importancia práctica, ya que la altura comercial de los árboles define en gran medida la calidad del producto en las industrias de transformación primaria de la madera. No obstante, esta variable presentó el mayor error estándar para la repetibilidad, situación que un tanto favorece su mejora genética, ya que según Palmberg (1987), citado por Pérez (2008), la variación genética proporciona los elementos básicos para la selección y mejora genética.

En el sureste de México, Sánchez *et al.* (2004) establecieron un ensayo clonal con el objetivo de determinar el nivel de control genético en el crecimiento temprano de clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake y la repetibilidad de parámetros genéticos en los sitios de evaluación. El análisis de los 66 clones mostró un control genético fuerte para la media de los clones  $R \geq 0,88$  para altura, diámetro y volumen del tronco, cifra algo similar a la obtenida en este trabajo para las mismas variables, a excepción de la altura comercial del fuste.

Zobel y Talbert (1984) refieren que el éxito de cualquier programa de mejoramiento genético forestal depende del conocimiento y uso que se tenga de la variación. Esto corrobora lo plantea-

do por Gálvez (1985) sobre la equivalencia entre repetibilidad y heredabilidad en sentido amplio ( $R \approx h_a$ ); así, al comparar estos resultados, las diferencias no son muy marcadas. La *Tabla 2* muestra los valores promedio de las variables en estudio de los 32 clones seleccionados.

**TABLA 2**  
**Promedio de las variables en estudio correspondientes a cada clon**

Clon	$D_{1,3}$ Prom	Ht Prom	Hc Prom	Vtcc Prom
3	33	13	4	0,3558
4	39	14	4	0,5352
5	28	11	1	0,2167
25	33	11,5	2	0,3148
38	39	12	1	0,4587
42	12	10	4	0,0362
48	50	11	2,5	0,6912
49	36	14	2	0,456
61	29	13,5	3,5	0,2853
65	37	13	5	0,4473
78	44	11,5	0	0,5596
79	21	9	3	0,0998
83	44	12	2,5	0,5839
85	33	10	5	0,2737
86	34	11	5	0,3196
95	28	9	1	0,1773
104	24	9	3	0,1303
107	27	8	3	0,1466
114	48	10	2	0,5791
122	28	8	2	0,1576
123	28	10	3	0,197
126	41	12	4	0,507
127	12	6	3	0,0217
132	23	9,5	5,5	0,1263
145	30	6	1,6	0,1357
146	24	7,5	4	0,1086
147	26	7	2	0,1189
149	21	9	3	0,0998
178	23	7	3	0,0931
184	31	10,5	5	0,2536
192	20	8,5	4,5	0,0855
223	35	9	6	0,2771

$D_{1,30}$  Prom: Diámetro a 1,30 m promedio

Ht Prom: Altura total promedio (m)

Hc Prom: Altura comercial promedio (m)

Vtcc Prom: Volumen total con corteza promedio (m<sup>3</sup>/año)

## CONCLUSIONES

- Los resultados del estudio clonal de *Cedrela odorata* L. mostraron un control genético elevado para los caracteres de crecimiento evaluados: altura total, altura comercial, diámetro a 1,30 m y volumen total del fuste con corteza. Aun cuando se hayan estimado valores alentadores de repetibilidad clonal y estos sean equivalente a la heredabilidad en sentido amplio, estos deben tenerse solo como un indicador, ya que no es posible afirmar que pueda desarrollarse un programa exitoso de mejora genética de los rendimientos maderables por selección fenotípica bajo las condiciones ambientales ensayadas, ya que la varianza aditiva susceptible a ser manejada por el mejorador está ligada a la varianza no aditiva y su interacción con el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Becker, W. 1986. Manual de genética cuantitativa. Washington. Publication Academic Enterprises. Editora Pulman. 175 p.
- Falconer, D.S. 1975. Introducción a la genética cuantitativa. México. Editorial Continental S.A. 430 p.
- Gálvez, G. 1985. Parámetros y estadísticos en genética cuantitativa: Diseños genéticos estadísticos para la descomposición de la varianza genética. Repetibilidad. En *Genética Vegetal y Fitomejoramiento*. p. 208-214.
- Hechavarría, O.Y, et al. 2001. Fenología de especies de interés económico. Informe de proyecto. Ciudad de la Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 50 p.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L. 1999. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos. 64 p.
- Lahera, W., Álvarez, A., Gámez, S. 1994. The genetic improvement programme in *Cedrela odorata* L. in Cuba. En: *Forest Genetic Resources*. FAO. No. 22. p. 27-28.
- Lahera, W., Rodríguez, J., Riquenes, E. 2014. Trabajos de evaluación del Banco clonal de *C. odorata* L. en el proyecto 1007. Manejo de *Hypsipilla grandella* Zeller. INAF. Inédito.
- MINAG. 1982. Norma Ramal 595 Silvicultura. Tratamientos silviculturales coníferas y latifolias, Raleos en plantaciones y bosques naturales. 26 p.
- Pérez, M. 2008. Avances y Perspectivas en el Mejoramiento Genético de *Pinus occidentalis* Swartz. *Revista Plan Sierra* (DO). 50 p.
- Proyecto 1007. Manejo integral de *Hypsipilla grandella* Zeller. INAF.
- Sánchez, V.A., Debligs, N. 2004. Repetibilidad de parámetros genéticos en un ensayo clonal. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. IRENAT. Texcoco, México. *Agrociencia* (MX) 38(4): 11, Julio-Agosto.
- Zobel, B., Talbert, J. 1984. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Universidad Carolina del Norte. Editorial Limusa. S. A. De C. V. México. D.F. 545 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, profesor auxiliar de la Universidad de Oriente, ha desarrollado investigaciones relacionadas con la conservación y el mejoramiento genético de especies forestales, con mayor énfasis en la zona montañosa (suroriental) de la Sierra Maestra. Es autor y coautor de varias publicaciones y resultados científico-técnicos relacionados con el mejoramiento genético forestal y la silvicultura. Tiene participación en múltiples eventos científico-técnicos regionales, nacionales e internacionales.

---

---

## XILOTECA DE MADERAS CUBANAS JULIAN ACUÑA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES



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

**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,<sup>1</sup> el *grado científico* y la *dirección completa del autor principal* (ej.: Dra. en Ciencias Forestales, Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 el 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana), mercadet@forestales.co.cu, teléf.: 208 2554, fax.: 208 21 89. Los autores que proceden de la misma institución tendrán el mismo número.

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

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

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

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

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

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

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

# USOS POTENCIALES DE LA FLORA DEL BOSQUE SEMIDECIDUO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROFORESTAL GUISA

## FLORA USES OF THE FOREST TO THE GUISA AGRO FORESTRY EXPERIMENTAL STATION

M.Sc. William Santos-Chacón

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1 ½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, director@guisa.inaf.co.cu

### RESUMEN

Los bosques son importantes fuentes de recursos que aportan subsistencia a las cadenas tróficas que en ellos se desarrollan, y posibilitan al hombre bienestar y calidad de vida. En la presente investigación se realiza un estudio acerca de las potencialidades utilitarias de la flora del bosque semideciduo de la Estación Experimental Agroforestal Guisa, del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Se emplearon diferentes criterios para la determinación de los usos potenciales y atribuidos, como los de Roig (1974) y entrevistas no estructuradas realizadas a pobladores cercanos al área y a los auxiliares de la investigación que laboran en la misma. Se registran 97 especies con propiedades medicinales, 81 melíferas, 53 maderables, como alimento para la fauna silvestre se detectaron 14 especies; en la alimentación humana se usan ocho taxones; en la categoría de ornamentales se determinaron 13. Se demuestra el alto potencial en fitorrecurso que posee el área, los cuales manejados correctamente pueden beneficiar la relación comunidad-bosque.

**Palabras claves:** flora, potencialidades, medicinal, melífera, maderable.

### ABSTRACT

The forests are important sources of resources that contribute subsistence to the alimentary chains, that are developed in them and they facilitate to the man well-being and quality of life. In the present investigation we was studied about the utilitarian potentialities of the flora of the typical forest of the Guisa Agroforestry Experimental Station, of the Agroforestry Research Institute, different approaches were used for the determination of the potential and attributed uses, as those of Roig (1974) and as well as you not interview structured carried out near residents to the area and the assistants of the investigation that work in the same one. They register 97 species with medical properties, 81 melliferous, woods species area 53, like food for the wild fauna 14 species were detected; in the human feeding 8 species is used; in the category of ornamental 13 were determined. The high potential is demonstrated in use of plant that possesses the area, those which managed correctly they can benefit the relationship community - forest.

**Key words:** flora, potentiality, medical, melliferous, woods.

### INTRODUCCIÓN

Los bosques semideciduos, según Capote y Berazaín (1984), se caracterizan por la presencia de elementos caducifolios del 40-65 %. Generalmente en el estrato arbóreo superior presenta arbustos y herbáceas escasas, poco desarrollo de las epífitas y abundancia de lianas. En su variante mesófilos existen árboles

con hojas de aproximadamente 13-26 cm de longitud, con dos estratos arbóreos; el superior de 15-20 hasta 25 m, formado mayormente por árboles deciduos; pueden presentarse emergentes y palmas de más de 25 m de altura. En el estrato arbóreo inferior se encuentran árboles deciduos y siempreverdes esclerófilos. Entre las

especies se destacan *Adelia ricinella*, *Alvarodoa amorphoides*, *Allophyllus cominia*, *Amyris balsamifera*, *A. elemifera*, *Andira inermis*, *Bursera simaruba*, *Casearia hirsuta*, *C. spinescens*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Celtis trinervia*, *Erythroxylon havanense*, *Eugenia axillaris*, *Gymnanthes lucida*, *Samanea saman*, *Savia sessiliflora*, *Tabebuia* spp. y *Trichilia glabra*, siendo muchas de estas especies muy valiosas por sus usos.

Cuba cuenta con 2621 especies útiles, cifra que representa el 43,51 % de su flora total; estas pertenecen a 190 familias y 1644 géneros. De ellas, 691 son endémicas, 353 cultivadas y 229 introducidas [Fuentes *et al.*, 1997].

Fuentes (1981) señala para Cuba 883 especies medicinales; 77 de ellas constituyen elementos endémicos; en total se agrupa en 570 géneros y 157 familias, perteneciendo la mayor parte a Magnoliophytina. Este autor refiere que las familias con mayor número de especies medicinales son Asteraceae (géneros 36, especies 56, endemismos 10); Caesalpinaceae (géneros 13, especies 29, endemismos 5); Euphorbiaceae (géneros 19, especies 41, endemismos 8) y Rubiaceae (géneros 24, especies 37, endemismos 6). El número de especies puede ser mayor, ya que el uso de la medicina natural contra diversas dolencias es cada vez más amplio, así como el uso variado de numerosas especies de plantas para resolver problemas domésticos o de la actividad artesanal.

El patrimonio boscoso de la Estación Experimental Agroforestal Guisa se tipifica por la presencia de un bosque semideciduo mesófilo, el cual atesora numerosas especies vegetales, de las cuales, en muchos casos se desconoce su potencial utilitario. Rodríguez y col. (2004) señalan la necesidad de completar los estudios sobre los usos múltiples de las especies del bosque natural de la mencionada entidad, por lo cual la presente investigación tiene como objetivo evaluar las potencialidades utilitarias de la flora del bosque semideciduo mesófilo de la Estación Experimental Agroforestal Guisa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el bosque semideciduo mesófilo sobre roca caliza de la Estación Experimental Agroforestal Guisa, el cual posee más

de 300 ha, cuyo principal fin es la investigación y la protección de suelos y agua; presenta un índice de pluviosidad por encima de 1300 mm/año y una temperatura promedio de 30 °C.

Para el análisis florístico se realizaron muestreos por transeptos lineales de vegetación. Las muestras fueron tomadas siguiendo líneas imaginarias de la base a la cima de la elevación, mayormente de norte a sur.

Para la determinación de los usos de las especies se tuvo en cuenta los criterios de Acuña (1970), Fuentes (1981), Ortega y col. (1997), Roig (2012), Roig (2014), así como el Catálogo de Plantas Silvestres Comestibles (1987), complementado con el empleo de entrevistas no estructuradas realizadas a pobladores cercanos al área y a los auxiliares de la investigación que laboran en la misma.

En todos los casos se valoraron las siguientes potencialidades: medicinales, maderables, melíferas, alimento de la fauna silvestre, alimento al hombre, ornamental y energético. La actualización de la nomenclatura se realizó consultando a Acebedo y Strong (2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se listaron un total de 196 especies de plantas, de ellas 141 poseen o se les atribuyen 334 usos diversos, resultado superior al obtenido por Rodríguez *et al.* (2004), los que reportan 108 taxones totales para el área de estudio. Las familias más representadas son leguminosae (Fabaceae) con 13 especies, Euphorbiaceae 7, Rubiaceae 7, Sapindaceae 7, Meliaceae 6 y Myrthaceae 6 (Fig. 1., Anexo).

### Uso medicinal

El uso potencial más difundido es el medicinal, estando representado por 107 taxones (76 %), siendo superior al reporte de Rodríguez y col. (2004), quienes solo reportan 43 especies con estas propiedades. Dentro de las especies más usadas con este fin se encuentra *Crescentia cujete* L. conocida como güira, de la cual se obtiene una miel con propiedades depurativas de amplio uso en las poblaciones locales.

Muy recolectadas con este fin son *Bidens pilosa*, conocido como romerillo, usado para combatir estados gripales y afecciones de la garganta.

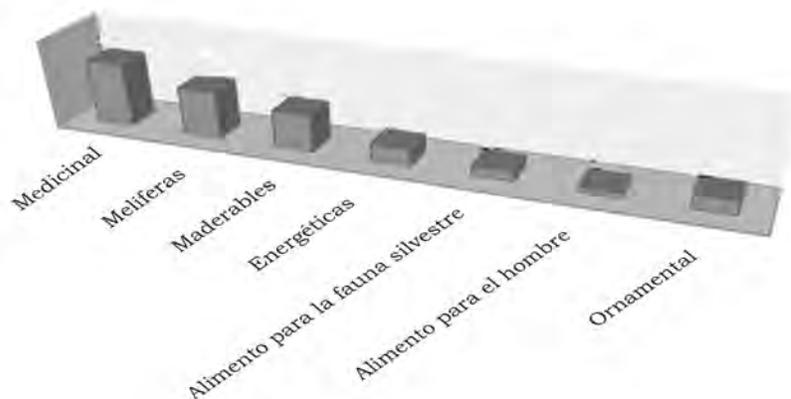


Figura 1. Usos potenciales de la flora del bosque semideciduo de la Estación Experimental Agroforestal Guisa.

*Canella winteriana*, denominada cùrbana, la parte más empleada es su corteza; sus aplicaciones son diversas. Figura como droga oficial con el nombre de canela blanca. Los comunitarios usan su corteza macerada en alcohol, en fricciones contra el reumatismo; también se emplea el cocimiento de la corteza para el estómago y contra el espasmo de las mujeres que están de parto.

A *Rheedia aristata*, llamada vulgarmente como manajú, se le reportan usos como laxante, antihemorrágico, antitetánico, antirreumático y anticatarral; la parte más empleada son sus raíces, de las cuales se extrae una resina amarilla.

A *Momordica balsamina*, balsamillo, cundeamor (Fig. 2) se le reportan diversos usos etnomédicos como son antidiabética, abortifaciente, emenagoga, antihelmíntica, antimicótica, antirreumática, afrodisiaca, antihipertensiva, colerética, antipirética, antiflatulenta. Se ha reportado un efecto hipoglucémico de la pulpa del fruto, semillas y planta entera, mostrando actividad para disminuir los niveles de glucosa. El cocimiento de sus hojas es bueno para abrir el apetito, para contrarrestar las enfermedades del hígado y para curar la colitis y combatir úlceras malignas; la decocción de las hojas se usa para las enfermedades del tracto digestivo; el cocimiento de las hojas en las erupciones cutáneas

y enfermedades del hígado y las fiebres. Curan heridas los frutos y las semillas maceradas en aceite. Las partes empleadas son las hojas, los frutos y las semillas.



Figura 2. Fruto maduro de *Momordica balsamina*.

*Tragia urens*, pringamoza o lindamoza, se usa como diurético, astringente, tónico, nutritivo, antihemorrágico, antidiabético, antiinflamatorio, antirreumático, antihemostático, pectoral, depurativo, galactógeno, para prevenir el escorbuto, eliminar el ácido úrico, favorecer los in-

tercambios metabólicos, estimular la actividad de las glándulas endocrinas y la producción de glóbulos rojos, estimulante circulatorio, contra la anemia y las afecciones de las vías urinarias, del aparato respiratorio, artritis, hidropesía, flujos blancos y diarrea.

*Morinda citrifolia*, denominado noni, especie a la que se le reportan numerosos usos en la medicina tradicional. Muchas personas han reportado distintos beneficios que ha causado en su salud; dentro de estos para combatir úlceras, adicciones, quemaduras de sol, alergias, artritis, resfriados, asma, constipación, tos, diabetes, depresión, hipertensión y distintos tipos de cáncer.

### Melíferas

Se encontraron un total de 81 especies frecuentadas por las abejas (57 %), dato este superior al reportado por Álvarez (2015), quien refiere un inventario de 62 especies melíferas en esta misma localidad. Este resultado reafirma el potencial melífero de esta formación vegetal, y a su vez la importancia que poseen en la obtención de productos con valioso potencial medicinal y con un alto valor económico. Dentro de ellas las más importantes resultaron *Spondias mombin*, *Bidens pilosa*, *Cordia collococca*, *Calophyllum antillanum*, *Andira inermis*, *Brya microphylla*, *Gouania lupuloides*, *Gouania poligama*, *Melicocca bijuga*, *Cissus sicyoides* y *Vitis tiliaefolia* (Fig. 3).



Figura 3. *Gouania poligama*. Hojas.

### Maderables

En la categoría de maderable fueron registradas 63 especies (45 %), 26 más que las inventaria-

das por Rodríguez y col. (2004). Muy usadas por la calidad de la madera se encuentran *Hibiscus elatus*, *Cedrela odorata*, *Swietenia mahagoni*, *Swietenia macrophylla* y *Sideroxylum salicifolium*, acotando que todas ellas se encuentran dentro del programa de manejo y conservación del bosque. Resulta importante el hecho que *C. odorata*, *S. mahagoni* y *H. elatus* son manejadas de forma especial, ya que sus poblaciones constituyen sustanciales reservorios para la recolección de semillas para las labores de reforestación y enriquecimiento de bosques en la zona oriental de Cuba (Figs. 4 y 5).



Figuras 4 y 5. *Swietenia mahagoni*, planta y madera.

### Energéticas

Existen 29 especies usadas para la obtención de energía (21 %), incrementando en cinco las reportadas por Rodríguez y col. (2004), ya sea como leña o en la producción de carbón. Se significa que las especies *Nectandra coriacea*, *Oxandra lanceolata*, *Leucaena leucocephalla* (Fig. 6), *Samanea saman*, *Cupania americana*, *Melicocca bijuga*, *Guazuma tomentosa* y *Tectona grandis* son las más empleadas con este fin.



Figura 6. *Leucaena leucocephalla*. Rama con flores.

### Alimento para la fauna silvestre

Como alimento para la fauna silvestre se registraron 17 (12 %) especies, siendo *Mangifera indica*

*Roystonea regia*, *Bromelia pinguin*, *Selenicereus grandiflorus*, *Persea americana*, *Malpighia puniceifolia*, *Psidium guajava*, *Melicocca bijuga*, *Chrysophyllum cainito* y *Chrysophyllum oliviforme* donde se apreciaron más ejemplares de diferentes grupos de animales alimentándose de las mismas. Los frutos de *Calophyllum antillanum* sirven de alimento a murciélagos, los cuales juegan un importante papel en su diseminación.

### Alimento para el hombre

Varias especies que sustentan la vida animal silvestre en esta localidad también pueden ser empleadas por el hombre en su alimentación. Los frutos de *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Melicocca bijuga*, *Chrysophyllum cainito*, *Chrysophyllum oliviforme* y *Manilkara zapota*, son de los más consumidos, y aparecen otras que tienen amplio uso en la región como es *Smilax domingensis*, conocida como raíz de China, usada como ingrediente especial en la elaboración del pru; *Acrocomia crispa*, denominada corajo, posee frutos muy ricos en grasas, la cual es extraída por medios artesanales y empleada en la cocina tradicional.

### Ornamental

Se detectaron 24 especies con uso potencial como ornamental (17 %), cifra ligeramente superior a la reportada por Rodríguez y col. (2004). Se destacan en esta lista las familias Araceae y Bromeliaceae, las cuales poseen varias especies con posibilidades de ser empleadas como ornamentales. El caso de *Rheedea aristata* es un arbolito muy atractivo, el cual por sus propiedades y apariencia pudiese ser domesticado para su uso a mayor escala como ornamental en ciertos sitios de ciudades y parques.

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: William Santos Chacón

Biólogo, director de la UCTB Estación Experimental Agroforestal Guisa, profesor auxiliar, su labor investigativa ha estado dirigida a estudios de flora y vegetación de importantes áreas protegidas, conservación de ecosistemas y de especies amenazadas de la Sierra Maestra, productos forestales no maderables, actividades de extensionismo y educación ambiental. Ha publicado varios artículos científicos sobre las líneas de investigación que desarrolla, y ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

## CONCLUSIONES

- En el bosque semidecíduo mesófilo de la Estación Experimental Agroforestal Guisa existe un elevado potencial en fitorecursos, demostrado en los 334 usos determinados o atribuidos, lo que evidencia que es un área que se le puede dar un uso sostenible a través de un correcto manejo.
- Los usos más generalizados de la flora de este bosque están referidos en las categorías de medicinal, melífero, maderable y energético, en ese mismo orden.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Rodríguez, P., M. T. Strong: *Catalogue of Seed Plant of the West Indies*. Smithsonian Contributions to Botany 98, Washington DC, Smithsonian Institution Scholarly Press. Washington DC, 2012.
- Acuña, J.: *Plantas melíferas de Cuba*, Serie Agrícola 14, La Habana, 1970.
- Catálogo de plantas silvestres comestibles*, Imprenta Central de las FAR, La Habana, 1987.
- Capote y Berazaín: *Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba*, Jardín Botánico Nacional, 1984.
- Fuentes, V. R.: «Recursos cubanos de plantas medicinales. I», *Revista Cubana de Farmacia*, 15 (3):146-163, 1981
- Fuentes, V. R.; M. Granda: *Conozca las plantas medicinales*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1997.
- Ortega y col.: *Prontuario de plantas medicinales*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1997.
- Rodríguez, J. y col.: «Caracterización de la flora del bosque natural de la Estación Experimental Forestal Guisa», en *Revista Tatascán (HN)* 16(1):11-22, 2004.
- Roig, J. T.: *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*, tt. I y II, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 2012.
- Roig, J. T.: *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*, tt. I y II, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 2014.

**ANEXO****Lista de plantas útiles del bosque semidecuido mesófilo de la Estación Experimental Agroforestal Guisa**

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Usos
1	Acanthaceae	<i>Ruellia simplex</i> C. Wright	Salta Perico	Me, Ml
2	Anacardiaceae	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Guao	Me
3	Anacardiaceae	<i>Comocladia platyphylla</i> A. Rich. ex Griseb.	Guao blanco	Me
4	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Ah, Af, Ma, Me, Ml
5	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	Af, Ma, Me, Ml
6	Annonaceae	<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill.	Yaya hembra	Ma, Me, Ml, E
7	Apocynaceae	<i>Rauwolfia nitida</i> Jacq.	Malambo, sucheli	Me
8	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i> L.	Maboa	Ma, Me
9	Araceae	<i>Anthurium cubense</i> Engl.	Anturio	Me, O
10	Araceae	<i>Philodendron consanguineum</i> Schott	Filodendro	O
11	Araceae	<i>Philodendron radiatum</i> Schott	Filodendro	O
12	Araceae	<i>Philodendron lacerum</i> (Jacq.) Schott	Filodendro	O
13	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Vibona	Ma
14	Arecaceae	<i>Acrocomia crispa</i> (Kunth) C.F. Baker ex Becc.	Corojo	Ah, Me, Ml
15	Arecaceae	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	Palma real	Af, Ma, Me, Ml, O
16	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Romerillo	Me, Ml
17	Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	Rompesaragüey	Me, Ml
18	Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Güira	Me, Ml
19	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caerulea</i> (L.) Juss.	Abey	Me, O
20	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Ceiba	Ma, Me, Ml
21	Boraginaceae	<i>Bourreria virgata</i> (Sw.) G. Don	Raspalengua	Ml
22	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	Ateje rojo	Ma, Ml
23	Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Baría	Ma, Me, Ml, E
24	Boraginaceae	<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	Cayaya, nigua	Me
25	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Piña de ratón	Af, Me
26	Bromeliaceae	<i>Hohenbergia penduliflora</i> (A. Rich.) Mez	Curujey	O
27	Bromeliaceae	<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.	Curujey	O
28	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Curujey	Me, O
29	Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Guajaca	Me, O
30	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Almácigo	Ma, Me, Ml
31	Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J. S. Muell.) Stearn	Disciplinilla	Me, O
32	Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose	Pitahaya	Af, Me, O
33	Caesalpinia- ceae	<i>Poeppigia procera</i> C. Presl	Tengue	Me, Ml, E

34	<i>Calophyllaceae</i>	<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	Ocuje	Ma, Af, Me, MI,
35	<i>Canellaceae</i>	<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	Cúrbana	Ma, Me, MI
36	<i>Cannabaceae</i>	<i>Celtis trinervia</i> Lam.	Hueso	Ma, MI
37	<i>Combretaceae</i>	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R. A. Howard	Júcaro	Ma
38	<i>Clusiaceae</i>	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Cupey o copey	Ma, Me, MI, O
39	<i>Clusiaceae</i>	<i>Garcinia aristata</i> (Griseb.) Borhidi	Manajú	Ma, Me, MI, O
40	<i>Clusiaceae</i>	<i>Garcinia cincta</i> (Urb.) Borhidi	Manajú	Ma, Me, MI
41	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Momordica balsamina</i> L.	Cundeamor	Me, MI
42	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus involucratus</i> Rottb.	Sombrillita	Me
43	<i>Ehretiaceae</i>	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Roble prieto	Ma MI
44	<i>Erythroxylaceae</i>	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	Jibá macho	MI
45	<i>Erythroxylaceae</i>	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Jibá	Me, MI
46	<i>Erythroxylaceae</i>	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	Yarúa	Ma, MI, E
47	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Adelia ricinella</i> L.	Jía blanca	Ma
48	<i>Euphobiaceae</i>	<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb.	Cueriduro	MI
49	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Hura crepitans</i> L.	Salvadera	Ma, Me
50	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	Lechero	Ma, Me, MI
51	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Platygyne hexandra</i> (Jacq.) Müll. Arg.	Pringamosa	Me
52	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Tragia volubilis</i> L.	Ortiga	Me
53	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	Yaitima	Ma, Me
54	<i>Lauraceae</i>	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.	Sigua	Ma, Me, E
55	<i>Lauraceae</i>	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Ah, Af, Me, MI
56	<i>Leguminosae</i>	<i>Abrus precatorius</i> L.	Peonía	Me
57	<i>Leguminosae</i>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC.	Yaba	Ma, Me, MI
58	<i>Leguminosae</i>	<i>Brya microphylla</i> Bisse	Granadillo	Ma, MI
59	<i>Leguminosae</i>	<i>Hebestigma cubense</i> (Kunth) Urb.	Frijolillo	MI
60	<i>Leguminosae</i>	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Guamá	Ma, Me, MI, E
61	<i>Leguminosae</i>	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Guamá candelón	Ma, MI
62	<i>Leguminosae</i>	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Aroma amarilla	Me, MI
63	<i>Leguminosae</i>	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	Marabú	Me, MI, E
64	<i>Leguminosae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit subsp. <i>Leucocephala</i>	Leucaena	Ma, Me, MI, E
65	<i>Leguminosae</i>	<i>Lysiloma sabicu</i> Benth.	Jigüe	Ma, MI
66	<i>Leguminosae</i>	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	Moruro rojo	Ma, Me, MI, E
67	<i>Leguminosae</i>	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Algarrobo	Ma, Me, MI, E
68	<i>Leguminosae</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Búcaro	O

69	Malpighiaceae	<i>Malpighia velutina</i> Ekman & Nied.	Palo bronco	Af, Me, Ml
70	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon sagranum</i> A. Juss.	Bejuco San Pedro	Me, Ml
71	Malvaceae	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	Majagua azul	Ma, Me, Ml
72	Malvaceae	<i>Carpodiptera cubensis</i> Griseb. subsp. <i>ophitcola</i> (Bisse) A. Rodr.	Majagüilla	Ma
73	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Ma, Me, Ml
74	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Yamagua	Ma, Me, Ml, E
75	Meliaceae	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Caoba	Ma, Me, Ml
76	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	Caoba hondureña	Ma, Me, Ml
77	Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.	Jubabán	Ma, Me, Ml, E
78	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Yamagua	Ma, Me
79	Moraceae	<i>Ficus combsii</i> Warb.	Jagüey	Me, O
80	Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Ramón de caballo	Ma, Me, Ml, E
81	Myrtaceae	<i>Eugenia aeruginosa</i> DC.	Comecará	Af, Ma, Me, Ml, E
82	Myrtaceae	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Guairaje macho	Ml, E
83	Myrtaceae	<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	Arraiján	Me, Ml, E
84	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Ah, Af, Me, Ml, E
85	Myrtaceae	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	Eucalipto	Me, Ma
86	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa	Af
87	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Zarza	Me, Ml
88	Orchidaceae	<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W. E. Higgins	Cañuela	Me
89	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Guataca de vaca	O
90	Orchidaceae	<i>Trichocentrum undulatum</i> (Sw.) Ackerman & M.W. Chase	San Pedro	O
91	Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews	Vanilla	Me, O
92	Passifloraceae	<i>Passiflora rubra</i> L.	Pasiflora	Me, M, O
93	Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Periquillo	Me, E
94	Picramniaceae	<i>Picramnia pentandra</i> Sw.	Aguedita	Me, Ml
95	Piperaceae	<i>Piper obtusum</i> C. DC.	Platanillo de Cuba	Me
96	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L. var. <i>aduncum</i>	Canilla de muerto	Me
97	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. var. <i>Dactylon</i>	Hierba fina	Me
98	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.	Tibisí	Me
99	Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs	Hierba de guinea	Me
100	Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Bijaragua	Ma, Me, Ml, E
101	Rhamnaceae	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.	Jaboncillo	Me, Ml
102	Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i> (Jacq.) Urb.	Bejuco leñatero	Me, Ml
103	Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Pitajoní	Me

104	<i>Rubiaceae</i>	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Bejuco de verraco	Me, MI
105	<i>Rubiaceae</i>	<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	Ma, Me, MI
106	<i>Rubiaceae</i>	<i>Psychotria domingensis</i> Jacq.	Tapa camino	Me
107	<i>Rubiaceae</i>	<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.	Dagame cimarrón	Me
108	<i>Rubiaceae</i>	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	Me
109	<i>Rubiaceae</i>	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Dagame	Me, Ma, E
110	<i>Rutaceae</i>	<i>Amyris elemifera</i> L.	Cuaba amarilla	Ma, E
111	<i>Rutaceae</i>	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	Bayúa, ayúa	Ma, Me, MI
112	<i>Rutaceae</i>	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Amoroso	Ma, Me, MI, E
113	<i>Rutaceae</i>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Ayúa	Ma, Me, MI
114	<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	Jía peluda	MI
115	<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	Jía amarilla	Ma, MI, E
116	<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia hirsuta</i> Sw.	Raspalengua	Me, MI, E
117	<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Aguedita macho	Me
118	<i>Salicaceae</i>	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	Guaguasí	Ma, Me, MI
119	<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania americana</i> L.	Guáranos	Ma, Me, MI, E
120	<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guarano hembra	Ma, Me, MI, E
121	<i>Sapindaceae</i>	<i>Hypelate trifoliata</i> Sw.	Cuaba de ingenio	Ma, MI
122	<i>Sapindaceae</i>	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo	Ah, Af, Ma, Me, MI, E
123	<i>Sapindaceae</i>	<i>Serjania caracasana</i> (Jacq.) Willd.	Yaguajiro blanco	MI
124	<i>Sapindaceae</i>	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Palo de caja	Me
125	<i>Sapindaceae</i>	<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.	Yaicaje	Ma, me
126	<i>Sapotaceae</i>	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito	Ah, Af, Me
127	<i>Sapotaceae</i>	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	Caimitillo	Ah, Af, Me
128	<i>Sapotaceae</i>	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Nispero	Ah, Af, Me
129	<i>Sapotaceae</i>	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	Cuyá	Ma, MI, E
130	<i>Solanaceae</i>	<i>Espadaea amoena</i> A. Rich.	Rascabarriga	Af
131	<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax domingensis</i> Willd.	Raíz de China	Me, Ah
132	<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Alambrillo	Me
133	<i>Sterculiaceae</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásima	Ma, Me, MI, E
134	<i>Sterculiaceae</i>	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Anacahuita	Ma
135	<i>Lamiaceae</i>	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Teca	Ma, Me, MI, E
136	<i>Urticaceae</i>	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq. subsp. <i>antillarum</i> (Snehl.) C.C. Berg & P. Franco	Yagruma	Ma, Me
137	<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana camara</i> L.	Filigrana	Me, MI, O
138	<i>Vitaceae</i>	<i>Cissus quadrangularis</i>	Cisus	MI

139	<i>Vitaceae</i>	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis subsp. <i>micrantha</i> (Poir.) Lombardi	Bejuco ubí	Me, M1
140	<i>Vitaceae</i>	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Parra cimarrona	Af, Me, M1
141	<i>Zamiaceae</i>	<i>Zamia angustifolia</i> Jacq.	Zamia	Me, O

O: Ornamental; Me: Medicinal; Ma: Maderable; M1: Melífera; Af: Alimento para la fauna silvestre; Ah: Alimento para el hombre;  
E: Energética

# **CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y PRIMEROS ESTADIOS DE PLÁNTULAS DE RATÁN (*CALAMUS TETRADACTYLUS HANCE*) EN LAS CONDICIONES DE TOPES DE COLLANTES, SANCTI SPÍRITUS, CUBA**

## **REPRODUCTIVE CHARACTERISTIC AND FIRST STADIUMS OF SEDLINGS OF RATTÁN (*CALAMUS TETRADACTYLUS HANCE*) UNDER THE CONDITIONS OF TOPES DE COLLANTES, SANCTI SPÍRITUS, CUBA**

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

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

### **RESUMEN**

Se realizaron observaciones con el objetivo de conocer las características reproductivas y primeros estadios de plántulas de *Calamus tetradactylus Hance*. Se siguió el método de la organización Danida Forest Seed Centre. La primera floración se observó a cuatro años de plantada la especie con un desarrollo de los frutos entre marzo y junio. El diámetro de los frutos y semillas mostró valores medios de 9,067 mm y 6,93 mm, respectivamente. La cantidad de frutos por kilogramo fue de 2405, y la cantidad de semillas por kilogramo de 5494. Se alcanzó un 86,9 % de germinación de las semillas a los 66 días de sembradas. Se obtuvo una media para la altura de las plántulas de 2,24 cm, y para la longitud de las raíces de 3,08 cm. La especie mostró, en las etapas iniciales de su desarrollo, buenas posibilidades adaptativas a las condiciones de Topes de Collantes.

**Palabras claves:** *Calamus tetradactylus Hance*, características reproductivas, desarrollo de plántulas, Cuba.

### **INTRODUCCIÓN**

Los ratanes son, en su mayoría, especies de plantas dioicas, que florecen y fructifican en estructuras racimosas. *Calamus tetradactylus Hance* es una de las tres especies de ratán introducidas en Cuba en los primeros años de la década de 1990, con semillas procedentes de la República Socialista de Vietnam.

### **ABSTRACT**

It's offer the results of some of the first carried out observations in Cuba to the characteristic reproductive y first stages of seedlings of the *Calamus tetradactylus Hance* specie under the conditions of Topes of Collantes, Municipality of Trinidad in Sancti Spiritus province. The importance of the species is explained like raw material in the market of the factory, basketwork and furniture in Cuba and in the Asian Southeast. The observations were carried out and registered following the general methods for the conduction of this experiment type, obtaining similar results to those reported by other authors about these characters under the conditions of their natural habitat. The obtained results show positive aspects as for the adaptability from the species to the conditions of the mentioned place.

**Key words:** *Calamus tetradactylus Hance*, reproductive characteristic, Seedlings, Cuba .

Su área de distribución natural comprende la isla de Hainan y el sur de las provincias de Guandong, Guanxi y Fujian, al sur de la latitud 23°30' en la República Popular China.

En China, *Calamus tetradactylus Hance* es la principal especie comercial entre las denomi-

nadas de pequeño diámetro (8 mm) y una de las más importantes fuentes de materia prima para la industria de manufacturas, cestería y muebles [Dransfield y Manokaran, 1993].

En China y países del sudeste asiático se ha convertido en una especie cultivada por su alto potencial productivo. Sus tallos pueden crecer hasta 2,3 m/año. A los siete años de plantado en condiciones favorables, un plantón puede tener alrededor de 30 tallos de 15 m de longitud cada uno [Dransfield y Manokaran, 1993]. Según los mismos autores, en 1980, en la Isla de Hainan fueron plantadas 20 millones de posturas, principalmente de esta especie, en 30 000 ha de bosques.

A partir de su introducción en Cuba, la especie ha mostrado una buena adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de Topes de Collantes, alcanzando parámetros de crecimiento y desarrollo similares a los que manifiesta en sus áreas de distribución natural, por lo que se realizó la siguiente investigación con el objetivo de conocer la manifestación de los caracteres reproductivos y las particularidades de los primeros estadios de las plántulas en nuestras condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Desde el momento en que se recibieron las semillas en 1993 y comenzó el procedimiento de siembra, trasplante al vivero y posterior plantación, según las indicaciones metodológicas del Ministerio de Recursos Forestales (1992) y recomendaciones de la especialista vietnamita Bui Kim Binh [comunicación personal, 1993], se realizó la observación y medición de las características reproductivas y primeros estadios de las plántulas, obteniéndose un conjunto de resultados.

Como parte de las evaluaciones realizadas en la fase de introducción, se incluyen las observaciones fenológicas sobre la floración y fructificación, medición en milímetros de las características de los frutos y semillas, estudio sobre la dinámica de germinación de las semillas y medición en centímetros de la altura de las plántulas y la longitud de sus raíces.

En las parcelas establecidas en áreas de la antigua Estación Experimental Forestal de Topes de Collantes, en los 21°51' de latitud norte y

80° 02' de longitud oeste, a 808 msnm, sobre un suelo ferralítico rojo amarillento típico de montaña [Calzadilla, 1986], con un promedio de precipitación anual de 2095,9 mm, temperatura media promedio anual de 20,6°C; temperatura mínima promedio anual de 17,4°C; temperatura máxima promedio anual de 25,2 °C y humedad relativa promedio anual del 84 % [datos de la Estación Meteorológica de Topes de Collantes, período 1980-2008]. En las dos parcelas que totalizan 1413 m<sup>2</sup> se observó el momento de la primera floración y fructificación; se cosecharon los frutos y se realizaron mediciones de su diámetro en milímetros a una muestra aleatoria de 100 frutos; se determinó su peso en gramos en una muestra aleatoria de 3180 frutos. Estas mediciones se realizaron a los frutos recién cosechados. A los frutos muestreados se les desprendió el pericarpio mediante maceración manual, para lo cual los frutos fueron colocados en agua durante 3 h, procediéndose a su frotación con ambas manos. Después de 6 h de secado al aire, a las semillas limpias se les determinó su diámetro en milímetros y su peso en gramos.

El método de muestreo y su intensidad, así como las pruebas, se realizaron siguiendo las metodologías simples propuestas por Schmidt (2000).

Una muestra aleatoria de 750 de estas semillas se sometió a un tratamiento pregerminativo consistente en inmersión en agua tibia (40-50 °C) durante 12 h. Posteriormente se sembraron en 10 bandejas con un sustrato de arena de río a razón de 75 semillas en cada una, y se realizaron observaciones sobre la dinámica de germinación, anotando diariamente la cantidad de plantas germinadas; además, se realizaron mediciones de longitud en milímetros desde el cuello al ápice de la hoja primaria, y la longitud de la raíz a 100 de estas plántulas tomadas al azar a los 60 días de nacidas e inmediatamente antes de su trasplante a los envases.

A los datos obtenidos se les determinó la media ( $X$ ), desviación estándar ( $S$ ) y error típico de la media utilizando el sistema Excel incluido en el paquete Office 2003.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Floración y fructificación

La primera floración se observó a los cuatro años de la plantación, coincidentemente con lo

expresado por Dransfield y Manokaran (1993), aunque difiere de lo manifestado por otros autores [Ministerio de Recursos Forestales de Vietnam, 1992], que plantean el inicio de la floración a los cinco o seis años después de la plantación.

En la primera floración no ocurrió la fecundación de las flores femeninas, por lo que no se obtuvieron frutos hasta dos años después, en agosto, a los seis años de plantadas en que se observó la completa maduración de estos (Fig. 1).



Figura 1. Racimo de frutos de *C. tetradactylus* en completo estado de maduración.

### Características de los frutos y semillas

El desarrollo de los frutos ocurre entre marzo y junio, iniciando su desarrollo con una coloración verde intensa hasta blanco-amarillenta cuando están maduros.

Los frutos maduros tienen forma redondeada con un pequeño pico, y cubiertos por 21-23 hileras verticales de escamas blanco-amarillentas. Generalmente tienen una semilla, de forma globosa y con el embrión en la base (Fig. 2).



Figura 2. Frutos de *C. tetradactylus*.

La medición del diámetro de los frutos mostró un valor medio de  $9,07 \pm 0,051$  mm con una desviación estándar de 0,51, que demuestra una débil dispersión de los datos alrededor de la media [Lerch, 1977]. Dransfield y Manokaran (1993) expresan que generalmente los frutos maduros oscilan entre 7 y 10 mm de diámetro.

En la determinación de la cantidad de frutos por kilogramo se obtuvo un valor de 2405. Este valor no concuerda con lo reportado por el Ministerio de Recursos Forestales (1992), que expresa que cada 3200 o 3500 frutos hay 1 kg.

En la evaluación del diámetro de las semillas se obtuvo un valor de  $6,93 \pm 0,075$  mm con una desviación estándar de 0,53, que demuestra una débil dispersión de los datos alrededor de la media [Lerch, 1977]. Este valor coincide con el reportado por Dransfield y Manokaran (1993), que es de 7 mm de diámetro para la semilla.

Se estimó la cantidad de semillas por kilogramo obteniéndose un valor de 5494, cifra que tampoco es coincidente con lo expresado por el Ministerio de Recursos Forestales (1992) que plantea 8000 u 8500 semillas/kg.

Esta diferencia en los datos sobre la cantidad de frutos y semillas por kilogramo se debe al contenido de humedad de las mismas, pues, en nuestro caso, tanto los frutos como las semillas se encontraban recién cosechados, y por tanto húmedos.

Los autores vietnamitas citados [Ministerio de Recursos Forestales, 1992] explican que cuando brotan los frutos por primera vez, el racimo es, por lo general, corto y poco abundante, y que la planta tiene mayor cantidad de frutos cuando tiene ocho o diez años de edad.

### Dinámica de germinación

En la Fig. 3 se muestra gráficamente la dinámica de germinación de las semillas, y en la Tabla 1 los porcentajes alcanzados durante el transcurso de la prueba.

Según los documentos técnicos citados [Ministerio de Recursos Forestales, 1992] y Dransfield y Manokaran (1993), el comienzo de la germinación ocurre entre los 25 y 30 días posteriores a la siembra, y puede extenderse hasta tres meses, aunque pocas semillas germinan después de los 60 días de sembradas, opinión coincidente con los resultados en que la germinación comenzó a los 25, y a los 66 días se alcanzó un 86,9 %.

Dinámica de germinación de semillas de *C. tetradactylus*

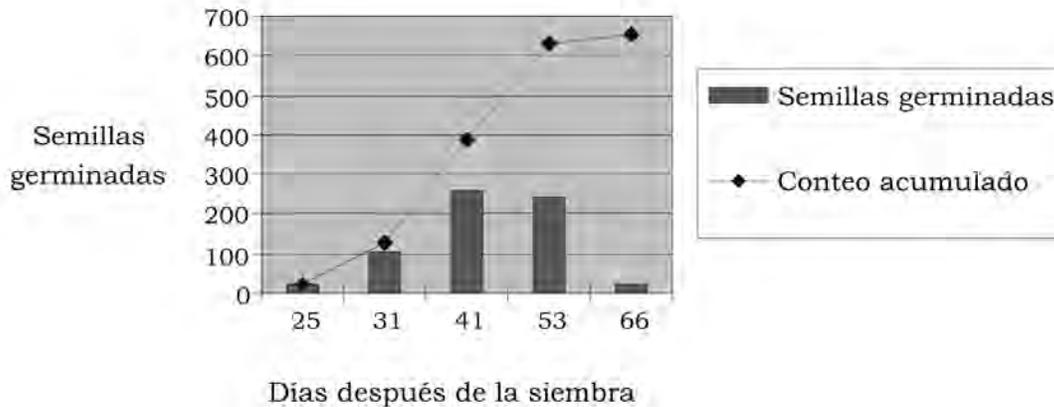


Figura 3. Gráfico de la dinámica de germinación.

**TABLA 1**  
**Porcentajes de la dinámica de germinación**

Días después de la siembra	Cantidad de semillas germinadas	Porciento del total
25	24	3,2
31	102	13,6
41	259	34,5
53	244	32,5
66	23	3,0

Total semillas sembradas	Total de semillas germinadas	Porciento de germinación
750	652	86,9

**Mediciones de las plántulas obtenidas**

Según Dransfield y Manokaran (1993), las plántulas obtenidas con la hoja primaria en forma de aguja pueden ser trasplantadas a los envases después de los 50 días de germinada la semilla.

En las mediciones a las plántulas se obtuvo una media para la altura de  $224 \pm 0,047$  mm con una desviación estándar de 0,49 y una media para la longitud de las raíces de  $308 \pm 0,106$  mm, con una desviación estándar

de 1,11. Ambas desviaciones muestran una débil dispersión de los datos. El Ministerio de Recursos Forestales (1992) plantea que las posturas a los 60 días de nacidas tienen una longitud entre 15 y 25 mm, coincidente con los resultados de este trabajo.

**CONCLUSIONES**

- La primera floración se observó a los cuatro años de plantada la especie con un desarrollo de los frutos entre marzo y junio.
- La medición del diámetro de los frutos y semillas mostró valores medios de 9,07 mm y 6,93 mm, respectivamente.
- En la determinación de la cantidad de frutos por kilogramo se obtuvo un valor de 2405 y se estimó la cantidad de semillas por kilogramo, obteniéndose un valor de 5494.
- Se alcanzó un 86,9 % de germinación de las semillas a los 66 días de sembradas.
- En las mediciones realizadas a las plántulas a los 60 días de nacidas se obtuvo una media para la altura de 224 mm y una media para la longitud de las raíces de 308 mm.
- Los parámetros determinados en las observaciones realizadas permiten conocer la manifestación de los caracteres reproductivos y las particularidades de los pri-

meros estadios de las plántulas de *Calamus tetradactylus* Hance en el ambiente de Topes de Collantes, y se corresponden con los reportados por la literatura consultada para la especie en las condiciones de su hábitat natural, por lo que se concluye que la especie mostró, en las etapas iniciales de su desarrollo, buenas posibilidades adaptativas a las condiciones del área en que se estudió.

## BIBLIOGRAFÍA

Bui Kim Binh. 1993. Comunicación personal.

Calzadilla Zaldívar, E., Rubio Pereira, M. 1986. Mapa de Suelos escala 1:50000. Escambray. Provincia de Sancti Spiritus. MINAG. Instituto de Investigación Forestal.

Dransfield, J. and N. Manokaran (ed.). 1993. Plant Resources of South – East Asia. Nº 6 Rattans. Pudoc Scientific Publisher, Wageningen. p. 123-124

Lerch, G. 1977. La Experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. La Habana. Editorial Científico – Técnica. 452 p.

Ministerio de Recursos Forestales. 1992. Instrucción Técnica de la siembra del mimbre. *Calamus tetradactylus* Hance. Ha Noi, Vietnam, (Documento mecanografiado). 10 p.

Schmidt, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Denmark. Danida Forest Seed Centre. p. 329-360

## RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Jorge León Acosta

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

**AQUÍ CUPÓN**