

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Restauración de áreas degradadas mediante la aplicación de la Forestería Análoga en la provincia de Guantánamo, Cuba Restoration of degraded areas by the application of Analog Forestry in the province of Guantánamo, Cuba <i>Dr. C. Wilmer Toirac-Argüelles, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Dra. C. Orliida Hechavarría-Kindelán, Ing. Adalberto Matos-Leyva, Ing. Arlety Ajete-Hernández, Esp. Víctor M. Fuentes-Utría, Téc. Eider Suárez-Ramos, M. Sc. Lourdes Sordo-Oliviera, M. Sc. Abilio O'Farrill-Colebrook y Téc. Porfirio Villamet-Pineda</i>	3
2	Autoecología de las plantaciones de <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland en el río Cuyaguajeje, Pinar del Río Autoecology of the plantations of <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland in the river Cuyaguajeje, Pinar del Río province <i>Dra. C. Elsa M. Cordero-Miranda, Dr. C. Yudel García-Quintana, Dr. C. Antonio Escarré-Estévez, Esp. Miguel Á. Betancourt-Riquelme, Ing. Miguel Álvarez-González, Ing. Juan M. Montalvo-Guerrero, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Dr. C. Arnaldo Álvarez-Brito, Ing. Mario J. Cordero-Collado y M. Sc. Yoslaidy Cordero-Miranda</i>	9
3	Estructura poblacional de <i>Magnolia cubensis</i> Urb. subsp. <i>cubensis</i> en la Reserva Ecológica El Gigante <i>Magnolia cubensis</i> Urb. subsp. <i>cubensis</i> population structure in the Ecological Reservation El Gigante <i>M. Sc. Yenia Molina-Pelegri, Lic. William Santos-Chacón, M. Sc. Adonis Sosa-López, M. Sc. Magalys Arcia-Chávez, Dra. C. Orliida Hechavarría-Kindelán y Téc. Marcial Rosales-Rodríguez</i>	15
4	Mejoramiento de las propiedades físicas de los sustratos con biocarbón Improving the physical properties of substrate with biochar <i>Dr. C. Yasiel Arteaga-Crespo, Dra. C. Gretel Geada-López, Dr. C. Yudel García-Quintana, M. Sc. Marilyn Alonso-López y Dra. C. Iris Castillo-Martínez</i>	25
5	Restauración ecológica según mecanismos funcionales de algunos ecosistemas boscosos y arbustivos costeros del norte de Camagüey, Cuba Ecological working of some forest and shrub coast of northern Camagüey, Cuba, according functional working <i>Dr. C. Everardo Pérez-Carreras, Dr. C. Roberto Vázquez-Montes de Oca y M. Sc. Rafael Martín-Palacios</i>	33
6	Contenido de carbono en algunos suelos forestales de Cuba: pardo con carbonatos Carbon content in some Cuban forest soils: brown soil type carbonates <i>Ing. Arsenio Renda-Sayoux, M. Sc. Yolani Rodríguez-Gil y Dra. C. Alicia Mercadet-Portillo</i>	43
7	Resultados de la implementación del manejo agrosilvopastoril en la Finca Forestal Integral La Esperanza Results of the implementation of agrosilvopastoral management in the Integral Forestry Farmer La Esperanza <i>M. Sc. Gardenis Merlan-Mesa, M. Sc. Liliana Caballero-Landín, M. Sc. Andrés Hernández-Riquene, Ing. Josvel Hernández-Pérez e Ing. Yobany Benítez Martínez</i>	49
8	Diversidad de especies leñosas en poblaciones de <i>Picea martinensis</i> T. F. Patterson en México Woody plant diversity in natural population of <i>Picea martinensis</i> T. F. Patterson <i>Ing. Celestino Flores-López, Dra. C. Gretel Geada-López e Ing. Ricardo E. Villalba-Lugo</i>	55
9	Impactos del aumento del nivel medio del mar en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa Impacts of the mean increase of sea level in forest patrimony of The Integral Forest Enterprise Baracoa <i>Ing. Arlety Ajete-Hernández, Dr. C. Arnaldo Álvarez-Brito, Ing. Fernando Jimenéz, Ing. Wilmer Toirac-Arguelle e Ing. Pedro E. Rodríguez-Cuevas</i>	61
10	Influencia del diámetro de la estaca y el uso del cobertor en el establecimiento en vivero de <i>Trichanthera gigantea</i> (Humboldt & Bonpland) nees Influence of the diameter of the stake and use of cover in the establishment of nursery <i>Trichanthera gigantea</i> (Humboldt & Bonpland) nees <i>Ing. Alquilio M. Mosquera-Figueroa, Ing. Yudit Morales-Pato, Lic. Marta A. González-Hernández, M. Sc. Andrés Hernández-Riquene e Ing. Armando Solano Cabrera</i>	67
11	Hacia la sostenibilidad ecológica y económica de las fincas forestales en la zona de Paraguay, municipio de Guantánamo Toward the ecological and economic sustainability of the forestry farms in the zone Paraguay, municipality of Guantánamo <i>Dra. C. Orliida Hechavarría-Kindelán, Ing. Wilmer Toirac-Arguelle, M. Sc. Lourdes Sordo-Oliviera, Ing. Porfirio Villamet-Pineda, Ing. Adalberto Matos-Leyva, M. Sc. Adela Frómata-Cobas, Esp. Víctor Fuentes-Utría, Téc. Eider Suárez-Ramos, Ing. Juan M. Montalvo-Guerrero y Obr. Víctor Silot-Sanamé</i>	75
12	Retención de carbono por la Empresa Forestal Integral Baracoa y su evaluación futura Carbon retention by Integral Forest Enterprise Baracoa and its future evaluation <i>Ing. Arlety Ajete-Hernández, Dr. C. Arnaldo Álvarez-Brito, Ing. Wilmer Toirac-Arguelle, Téc. Víctor M. Fuentes-Utrías e Ing. Pedro E. Rodríguez-Cuevas</i>	83

La agricultura familiar alimenta al mundo y cuida el planeta.

El año 2014 fue declarado oficialmente por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como el Año Internacional de la Agricultura Familiar, con el objetivo de «aumentar la visibilidad de la agricultura familiar y la agricultura a pequeña escala al centrar la atención mundial sobre su importante papel en la mitigación del hambre y la pobreza, para mejorar los medios de vida, garantizando el desarrollo de acciones de conservación de nuestra biodiversidad y manteniendo la sostenibilidad de los recursos naturales para las generaciones futuras». Es, además, una oportunidad para dinamizar las economías locales, especialmente cuando se combina con políticas específicas destinadas a la protección social y al bienestar de las comunidades. Se ponen de relieve todas las actividades agrícolas familiares y a pequeña escala, entre ellas las relacionadas con las comunidades forestales, los propietarios de pequeños bosques y el importante papel que desempeñan en el desarrollo sostenible.

La FAO señala que más del 80 % de las explotaciones agrícolas de la región de América Latina y el Caribe corresponden a la agricultura familiar, que produce la mayor parte de los alimentos de consumo interno, y cerca del 70 % del empleo agrícola a nivel de los países.

La *Revista Forestal Baracoa*, desde sus páginas, se une a esta labor mundial indisolublemente ligada a la seguridad alimentaria mundial.

Lic. Humberto García Corrales
Director General

RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FORESTERÍA ANÁLOGA EN LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO, CUBA

RESTORATION OF DEGRADED AREAS BY THE APPLICATION OF ANALOG FORESTRY IN THE PROVINCE OF GUANTÁNAMO, CUBA

DR. C. WILMER TOIRAC-ARGUELLE,¹ DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,² DRA. C. ORLIDIA HECHAVARÍA-KINDELÁN,²
ING. ADALBERTO MATOS-LEYVA,¹ ING. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ,¹ ESP. VÍCTOR M. FUENTES-UTRÍA,¹ TÉC. EIDER
SUÁREZ-RAMOS,¹ M. SC. LOURDES SORDO-OLIVERA,² M. SC. ABILIO O'FARRILL-COLEBROOK² Y TÉC. PORFIRIO
VILLAMET-PINEDA³

¹ Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Paso de Cuba, carretera a Guantánamo, Baracoa, Guantánamo, Cuba, wilmer@forestales.co.cu

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

³ Empresa Forestal Integral Guantánamo. Carretera a Bayate, km 2½, Montesano, Guantánamo, Cuba

RESUMEN

El estudio se realizó en áreas degradadas por la acción antrópica en las Fincas Forestales Integrales 1 y 2, pertenecientes a la Empresa Forestal Integral Guantánamo, en la localidad de Paraguay, provincia de Guantánamo, donde se establecieron parcelas demostrativas y se aplicó para su restauración la Forestería Análoga (FA) como herramienta silvicultural para diseñar y crear ecosistemas estables que sostengan y aumenten los recursos naturales y los servicios ecológicos de un ecosistema. Se obtuvo como resultado que las especies plantadas en las parcelas demostrativas *Prosopis juliflora* (Sw.), *Swietenia mahagoni* L. Jacq., *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Azadirachta indica* A. Juss., *Conocarpus erectus* L., *Guaiacum officinale* L., *Moringa oleifera* Lam., *Simarouba laevis* Griseb. y *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd. pueden ser utilizadas en la restauración de estas áreas.

Palabras claves: Forestería Análoga, parcelas demostrativas, ecosistemas, restauración, fincas forestales

INTRODUCCIÓN

La protección y conservación de los recursos naturales, como el suelo, el agua y la biodiversidad proporcionan un equilibrio y mejoramiento del

ABSTRACT

The study was conducted in areas degraded by human action in the Integrated Forest Farms No. 1 and 2, belonging to Forest Enterprise Integral Guantanamo, in the village Paraguay, Guantanamo province, where demonstration plots were established and applied for restoration Analog Forestry (AF) as a silvicultural tool to design and create stable ecosystems that sustain and enhance natural resources and ecological services of an ecosystem. The results was that planted species in the demonstration plots *Prosopis juliflora* (Sw.); *Swietenia mahagoni* L. Jacq.; *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg; *Azadirachta indica* A. Juss.; *Conocarpus erectus* L.; *Guaiacum officinale* L.; *Moringa oleifera* Lam.; *Simarouba laevis* Griseb.; *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd., can be used in the restoration of these areas.

Key words: Analog Forest, demonstrative parcel, ecosystems, restoration, forest farm

medio ambiente, al ser funciones insustituibles de los ecosistemas forestales [Rodríguez *et al.*, 2011]. La degradación actual de los ecosiste-

mas a nivel mundial se ha intensificado y está generando no solo la pérdida de los recursos naturales que los componen, sino también una disminución en la disponibilidad de elementos de la biodiversidad [Ranganathan y Daily, 2008]. Específicamente, la transformación de los bosques húmedos tropicales que resulta de las actividades humanas es una de las principales causas directas de la pérdida de la biodiversidad en el mundo [Kattan, 2002].

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

La aplicación de la fórmula para la descripción ecológica de bosques o fórmula fisionómica de la vegetación permite obtener de una manera fácil y rápida una descripción simbólica de la estructura del componente vegetal presente en el área de tratamiento [FRBT, 2001].

El perfil de vegetación es un método de representación gráfica de la distribución de las plantas (principalmente del componente arbóreo) a lo largo de un trayecto en sentido vertical. Este perfil posee la fisionomía de la asociación que representa, y además permite generalizar la estructura básica del bosque [Jiménez, 2008].

Este trabajo tiene como objetivo comparar la diversidad arbórea a partir del perfil de vegetación lateral y la fórmula fisionómica de la vegetación antes y después de cinco años de la aplicación de la FA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las parcelas demostrativas de FA existentes en las Fincas Forestales Integrales 1 y 2, perteneciente a la Empresa Forestal Integral Guantánamo, en la localidad de Paraguay, ubicadas en la faja costera sur de la provincia, específicamente en el Valle de Guantánamo.

Según Sánchez (2008), el suelo existente es clasificado como aluvial (fluvisol), diferenciado, sobre material transportado, carbonatado, me-

dianamente profundo (20-50 cm), humificado, poca erosión, medianamente salino, topografía casi llana.

Se utilizó el mapa forestal 1:25 000 para el levantamiento de las parcelas demostrativas, seleccionándose una parcela por finca de 500 m² (10 m x 50 m).

Se determinó la fórmula fisionómica de la vegetación a partir de la metodología de la RIFA (2008) y el perfil de vegetación lateral, siguiendo los criterios de Jiménez (2008).

En la restauración de las parcelas con FA se manejaron las especies *Prosopis juliflora* (Sw.), *Swietenia mahagoni* L. Jacq., *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Azadirachta indica* A. Juss., *Conocarpus erectus* L., *Guaiacum officinale* L., *Moringa oleifera* Lam., *Simarouba laevis* Griseb. y *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd.

A los cinco años se evaluó el comportamiento del componente arbóreo en las parcelas demostrativas mediante la comparación de la fórmula fisionómica antes y después de aplicada la FA.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

La Fig. 1 muestra la fórmula fisionómica de la vegetación y el diagrama de perfil de vegetación lateral en la Finca 1, generado a partir de la información capturada en la parcela demostrativa antes de aplicar la restauración mediante la técnica de FA, donde se registraron todos los individuos arbóreos, compuestos por *Leucaena leucocephala* (Lam.), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. var. *africana* Brenan & Brummitt(y *Samanea saman* (Jacq.) Merr.

La fórmula fisionómica muestra la existencia de dos doseles de especies arbóreas caducifolias, el primero con una altura entre 2-5 m, con una cobertura de casi ausente menor que un 1 %; el segundo presenta una altura 0,5-2 m clasificado como esporádico por presentar una cobertura que varía desde el 1-6 %, compuestos con especies de hojas suaves y pequeñas.

En la Fig. 2 se muestra la fórmula fisionómica de la vegetación y el diagrama de perfil de vegetación lateral en la Finca 1, generado a partir de la información capturada en la parcela demostrativa a los cinco años de aplicada la FA, mostrando una composición

arbórea de *Leucaena leucocephala* (Lam.), *Coccoloba erectus* L., *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Azadirachta indica* A. Juss, *Prosopis*

juliflora (Sw) DC., *Casuarina equisetifolia* L., *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd. y *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg.

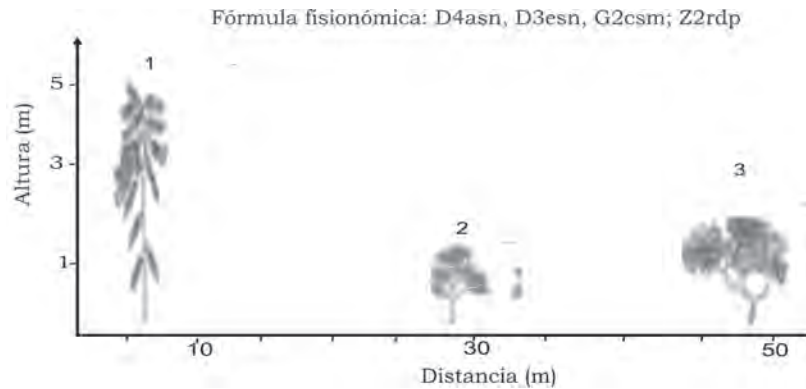


Figura 1. Diagrama de perfil lateral de la vegetación arbórea y fórmula fisionómica de la vegetación en la parcela demostrativa antes de iniciar la FA en la Finca 1.

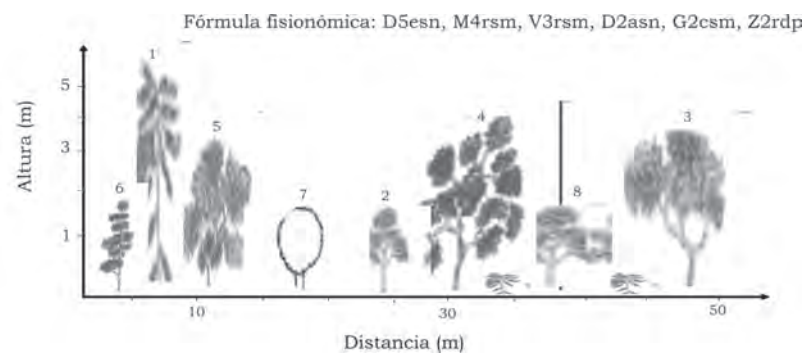


Figura 2. Diagrama de perfil lateral de la vegetación arbórea y fórmula fisionómica de la vegetación en la parcela demostrativa cinco años después de iniciar la FA en la Finca 1.

La fórmula fisionómica describe lo observado en el perfil de vegetación lateral, mostrando los cambios en el paisaje en la parcela demostrativa a los cinco años de aplicada la FA; se observa la existencia de cuatro doseles de especies arbóreas. El primer dosel dominado por especies caducifolias con una altura entre 5-10 m, con una cobertura entre el 1-6 %; las hojas que componen estas especies son suaves y muy pequeñas (< 2,5 cm); el segundo dosel compuesto por especies mixtas entre deciduo y siempre verdes con altura entre 2-5 m, caracterizado por una cobertura rara de un 6 % a un 25 %; las

hojas son suaves, pero en tamaño pueden variar, predominando las micrófilas de 7,5-2,5 cm de largo; el tercer dosel caracterizado por especies siempreverdes de una altura entre 0,5-2 m, una cobertura entre el 6-25 % conocida como *rara*, compuesto por hojas suaves de tamaño entre 7,5-2,5 cm; el último dosel compuesto por especies caducifolias de 0,1-0,5 m de altura, una cobertura casi ausente menor que el 1 % de hojas suaves y muy pequeñas, infiriendo a partir del perfil lateral la existencia de regeneración natural de *Leucaena leucocephala* (Lam.).

La Fig. 3 muestra la fórmula fisionómica de la vegetación y el diagrama de perfil de vegetación lateral en la Finca 2, generado a partir de la información capturada en la parcela demostrativa

antes de aplicar la restauración mediante la FA, donde se registraron todos los individuos arbóreos, compuestos por *Coulteria linnaei* (Griseb.) Acev.-Rodr.

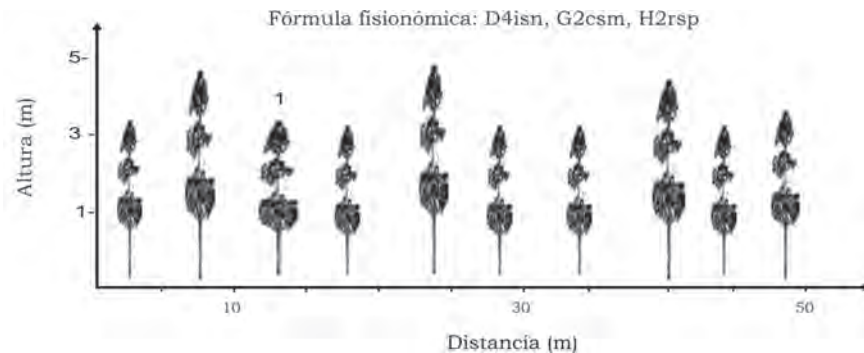


Figura 3. Diagrama de perfil lateral de la vegetación arbórea y fórmula fisionómica de la vegetación en la parcela demostrativa antes de iniciar la FA en la Finca 2.

La fórmula fisionómica muestra la existencia de un dosel compuesto por especies leñosas caducifolias, con altura entre 2-5 m; por su cobertura se clasifica como interrumpida por presentar una cobertura entre un 50 y un 75 %, y son de hojas suaves y pequeñas.

En la Fig. 4 se muestra la fórmula fisionómica de la vegetación y el diagrama de perfil de vegetación lateral en la Finca 2, generado a par-

tir de la información capturada en la parcela demostrativa a los cinco años de aplicada la FA, donde se registraron todos los individuos arbóreos compuestos por *Coulteria linnaei* (Griseb.) Acev.-Rodr., *Prosopis juliflora* (Sw) DC., *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Azadirachta indica* A. Juss., *Conocarpus erectus* L., *Guaiacum officinale* L., *Moringa oleifera* Lam. y *Simarouba laevis* Griseb.

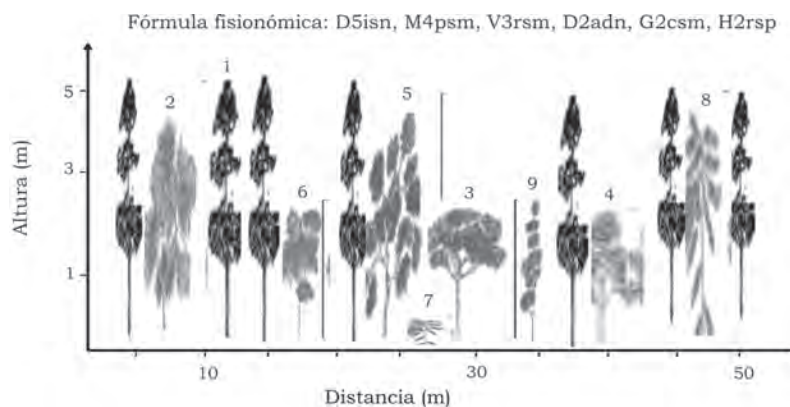


Figura 4. Diagrama de perfil lateral de la vegetación arbórea y fórmula fisionómica de la vegetación en la parcela demostrativa de la Finca 2 a los cinco años de iniciada la FA.

La fórmula fisionómica describe lo observado en el perfil de vegetación lateral, mostrando los cambios en el paisaje en la parcela demostrativa a los cinco años de aplicada la FA. Se observa la existencia de cuatro doseles, el primero domi-

nado por especies caducifolias con una altura entre 5-10 m, de cobertura interrumpida entre el 50-75 %; las hojas que componen estas especies son suaves y muy pequeñas (< 2,5 cm); el segundo dosel compuesto por especies mixtas

entre deciduo y siempreverdes con altura entre 2-5 m, caracterizado por una cobertura en parche de un 25-50 %; las hojas son suaves, pero en tamaño pueden variar, predominando las de 2,5-7,5 cm de largo; el tercer dosel caracterizado por especies siempreverdes de una altura entre 0,5-2 m, una cobertura rara entre 6-25 %, compuesto por hojas suaves de tamaño entre 2,5-7,5 cm, y el cuarto dosel compuesto por especies siempreverdes de 0,1-0,5 m de altura, una cobertura casi ausente menor que el 1 % de hojas duras y muy pequeñas.

CONCLUSIONES

- La comparación de los perfiles de vegetación antes y después de la aplicación de la técnica de Forestería Análoga mostró en las parcelas demostrativas la adaptabilidad de las especies *Prosopis juliflora* (Sw.), *Swietenia mahagoni* L. Jacq., *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Azadirachta indica* A. Juss., *Conocarpus erectus* L., *Guaiacum officinale* L., *Moringa oleifera* Lam., *Simarouba laevis* Griseb. y *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd utilizadas en la restauración.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Wilmer Toirac Arguelle

Doctor en Ciencias, investigador agregado, profesor adjunto del IPA Limbano Sánchez, es miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado de Técnico Medio Forestal. Se encuentra vinculado a varios proyectos de investigación-desarrollo en el tema de Biomasa Forestal y Forestería Análoga. Es miembro del Grupo de Gestión Ambiental del INAF y de la Red Internacional de Forestería Análoga (RIFA). Participó como miembro del equipo cubano de Forestería Análoga en el proyecto internacional Restauración de la Biodiversidad y Desarrollo Comunitario en la Provincia de Guantánamo, auspiciado por la Agencia Internacional para el Desarrollo Canadiense (ACDI) en el que obtuvo la certificación de Capacitador Internacional desde 2009 por la RIFA. Es autor y coautor de varias publicaciones. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

BIBLIOGRAFÍA

- FRBT (Fundación Rescate del Bosque Tropical). 2001. Manual práctico de Forestería Análoga. 2 ed. Rimana. Quito, Ecuador. 38 p.
- JIMÉNEZ, J.U. 2008. Estructura, composición y diversidad en bosques naturales y con forestería análoga en Londres, Cantón de Aguirre, Costa Rica. Tesis (en Opción al grado de *Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad). Turrialba, Costa Rica.
- KATTAN, G.H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguta, M. y G. Kattan, eds. Ecología y conservación de bosques neotropicales. LIL. San José, Costa Rica. p. 561-590.
- RIFA (Red Internacional de Forestería Análoga). 2008. Manual de valoración ecológica. Ecuador. 44 p.
- RANGANATHAN, J., DAILY, G.C. 2008. La biogeografía del paisaje rural: oportunidades de conservación en paisajes de Mesoamérica manejados por humanos. En: Harvey, C; Sáenz, J. eds. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. p. 15 - 30.
- RODRÍGUEZ, Y., et al. 2011. Efecto de la aplicación de productos biológicos a la especie *Albizia cubana* Britton. Revista Forestal Baracoa (CU) 30(2): 43-50.
- SÁNCHEZ, R. 2008. Informe de suelo realizado a tres Fincas Forestales Integrales (1, 2, 3) de Paraguay, Guantánamo. Cuba. Centro Provincial de Suelos. 10 p.
- SENANAYAKE, R., BEEHLER, B.M. 2000. Forest Gardenis: Sustaining Rural Communities Around the World Through Holistic AgroForestry. 2nd ed., Sustainable Development International, IGC publi., Londres, p. 95-98.

***Cedrela cubensis* Bisse (Meliaceae) endémica**



NOMBRE VULGAR: Cedro hembrita

No: 305

Distribución geográfica: en toda Cuba e Isla de la Juventud en montes secos; endémica.

Caracteres macroscópicos: color rojizo claro uniforme; textura media, grano recto y zonas de crecimiento visibles.

Densidad: 0,390 g/cm³

Caracteres microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: semianular; poros mayormente solitarios, ovales, múltiples radiales de 2 a 3 células orientados en ocasión tangencialmente.

φ (μm): 86-137-162

No./mm²: 6

Pared (μm): 8

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas, diminutas, circulares con poros como fisuras extendidas.

Contenidos: naranja-carmelitosos

Longitud (μm): 255-447-618

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal vasicéntrico, apotraqueal difuso y p. marginal.

φ (μm): 20

No. células la serie: 2-4-8

Contenidos: no

Long. serie (μm): 320-475-492

C. Parénquima radial:

Distribución: irregular

Composición: heterogéneos

No./mm: 43-68-82

Contenidos: carmelitosos

Ancho (μm): 43-68-82

No. células: 2-3-4

Alto (μm): 26-179-299

No. células: 5-11-15

D. Fibras:

Tipo: libriformes, rectangulares a ovales.

Distribución: radial

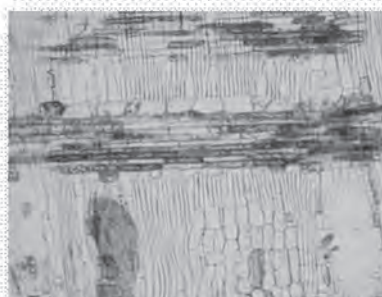
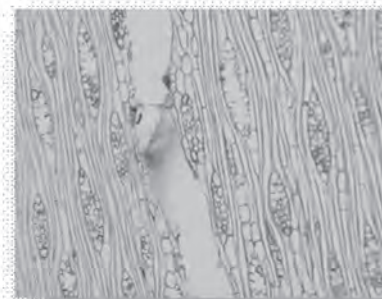
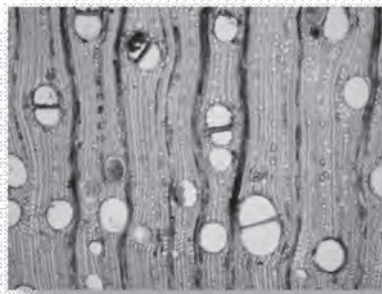
φ (μm): 20

Grosor de pared (μm): 8

Longitud (μm): 1000-1260-1600

E. Caracteres especiales:

No



AUTOECOLOGÍA DE LAS PLANTACIONES DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND EN EL RÍO CUYAGUATEJE, PINAR DEL RÍO

AUTOECOLOGY OF THE PLANTATIONS OF *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND IN THE RIVER CUYAGUATEJE, PINAR DEL RIO PROVINCE

DRA. C. ELSA M. CORDERO-MIRANDA,¹ DR. C. YUDEL GARCÍA-QUINTANA,⁴ DR. C. ANTONIO ESCARRÉ- ESTÉVEZ,⁵ ESP. MIGUEL Á. BETANCOURT-RIQUELME,¹ ING. MIGUEL ÁLVAREZ-GONZÁLEZ,¹ ING. JUAN M. MONTALVO-GUERRERO,¹ DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,¹ DR. C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO,¹ ING. MARIO J. CORDERO-COLLADO³ Y M. SC. YOSLAIDY CORDERO-MIRANDA²

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

² Facultad Ciencias Médicas. Km 89, Carretera Central, Pinar del Río, Cuba

³ ECOAI 1 Pascual Martínez, Pinar del Río, Cuba

⁴ Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Calle Martí Final, Pinar del Río, Cuba

⁵ Universidad de Alicante, España

RESUMEN

De las especies de bambú, *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland es la más distribuida a lo largo de todo el país, fundamentalmente en orillas de los ríos en forma de plantones. Es conservadora de los suelos, tiene gran uso en la alimentación, en construcciones, entre otros. Este trabajo se realizó en diferentes condiciones ecológicas a lo largo del río Cuyaguaje para plantaciones de *Bambusa vulgaris*. Se evaluaron tres sitios: consejo popular Los Portales, consejo popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, pertenecientes al municipio de Guane, provincia de Pinar del Río. Para ello se hicieron medidas de intercambio gaseoso, potencial hídrico y transpiración. Los resultados indican que los potenciales hídricos reflejan diferencias entre épocas estacionales, obteniéndose valores menos negativos en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, donde la especie se desarrolla sobre suelos arcillosos, facilitando mayor retención de humedad y siendo además el de mayores tasas de transpiración, con el objetivo de caracterizar su autoecología.

Palabras claves: *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, intercambio gaseoso, retención, transpiración, épocas estacionales.

ABSTRACT

Of the bamboo species, *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland is the species mostly distributed along the whole country, fundamentally in banks of the rivers, in form of grafts. The same one is conservative of the floors, he has great use in the feeding, constructions among others. This work was carried out under different ecological conditions along the river Cuyaguaje for plantations of *Bambusa vulgaris*. Three places were evaluated: Consejo Popular los Portales, Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado la Güira, belonging to the municipality Guane, Pinar del Rio province. For they became it measures of exchange gassy, potential hídrico and perspiration. The results indicate that the potential hídricos reflects differences among seasonal times, obtaining you less negative values in the place Asentamiento Humano Rural Concentrado la Güira, where the species is developed on loamy floors facilitating bigger retention of humidity, being also that of more rates of perspiration. With the objective of characterizing the autoecology of the same one.

Key words: *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, exchange gassy, retention, perspiration, seasonal times.

INTRODUCCIÓN

La autoecología es la ciencia que estudia las adaptaciones de las especies individuales a su ambiente y las relaciones que mantienen con el medio ambiente [Costas, 2007]. A ella se le realizan a todas las plantas, incluyendo las denominadas C_4 que han mediado desde la década de los sesenta. Korschack y Hart advirtieron que el producto inicial de la fijación de CO_2 era por ácidos dicarboxílicos de cuatro carbonos [Vázquez y Torres, 1995]. Las concentraciones de CO_2 atmosférico se están elevando y existe un consenso general de que se duplicarán durante el próximo siglo. Un aumento en el CO_2 ha mostrado, por lo menos temporalmente, que aumenta la tasa de crecimiento en plántulas de árboles forestales; también puede alterar los componentes de procesos fisiológicos de la productividad. Se ha mostrado que un aumento en el CO_2 incrementa la fotosíntesis neta y la eficiencia de uso de agua, aumenta la capacidad fotosintética, altera la distribución de biomasa y la fenología de crecimiento del brote, y disminuye la tolerancia al frío [Johnsen y Major, 2004].

Según Johnsen y Major (2004), el agua es un factor predominante que determina la distribución geográfica de la vegetación y de los árboles. Las medidas de potencial hídrico de una planta reflejan el balance entre la captación de agua por las raíces y la pérdida de agua por las hojas. El potencial hídrico evalúa la cantidad de agua en la planta. Es la fuerza con que un cuerpo es capaz de absorber agua del ambiente. El potencial hídrico de la planta está determinado por dos factores importantes: la humedad del suelo, que controla el suministro de agua, y la transpiración, que gobierna la pérdida de agua [Medina, 2006b]. La transpiración es la pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas de las hojas principalmente, debido al proceso de evaporación [Medina, 2006b], y según Vázquez y Torres (1995). Este trabajo tiene como objetivo general caracterizar la autoecología de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en tres sitios donde se encuentra la especie *Bambusa vulgaris*, pertenecientes al consejo popular Los Portales, con suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado,

al consejo popular Punta de la Sierra, presentando suelo pardo, y al Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo), suelo carbonatado [Hernández *et al.*, 1999], distribuidos geográficamente en el municipio de Guane, región occidental de la provincia de Pinar del Río que abarca una superficie total de 72 532 ha [Fernando, 1986], con los siguientes datos climáticos: temperatura media anual de 25,7 °C y una precipitación de 1312 mm, a partir de los registros brindados por la estación meteorológica de Isabel Rubio. Además, se tomó la altitud de cada uno de los sitios: 176 m en el consejo popular Los Portales, 113,5 m en el consejo popular Punta de la Sierra, y 93 m en Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo).

El irgaporómetro (LI-6400) controla tanto las concentraciones de CO_2 como las intensidades radiación fotosintéticamente activa (PAR). Para realizar las medidas de intercambio gaseoso en la especie se realizó una campaña de campo en julio de 2002, como estudio de caso, en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, con el objetivo de construir curvas de CO_2 . Para ello se hicieron estimaciones de la fotosíntesis y concentración intercelular, expresadas en $\mu\text{moles } CO_2 \times m^2 \text{ hoja/s}$ y en PPM respectivamente, utilizando el irgaporómetro.

En el primer día se realizaron medidas puntuales de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y fotosíntesis, expresados en $\mu\text{Ecm}^2 \times s$ y $\mu\text{moles } CO_2 \times m^2 \text{ hoja/s}$, respectivamente, con el objetivo de construir curvas de saturación de luz. Se realizó otra campaña de campo en el sitio de estudio consejo popular Los Portales el 8 de abril de 2006, realizando un seguimiento de la transpiración ($\text{mmol de } H_2O \times m^2 \text{ hoja/s}$) a lo largo del día, donde se estimaron los valores cada dos horas, a las ocho, diez, doce, dos y cuatro horas solares.

Para realizar las mediciones se procedió de la siguiente manera: se seleccionó un plantón teniendo en cuenta su estado sanitario, fenotipo, expuestos a la luz y a la sombra, y se tomó una muestra de hojas a la sombra y a la luz en el mismo plantón. El potencial hídrico se determinó con la cámara de Scholander o cámara de presión en horas de la madrugada y al mediodía, en épocas estacionales correspondientes al período de sequía y lluvioso, durante marzo

y mayo, en cada uno de los sitios de estudio (consejo popular Los Portales, consejo popular Punta de la Sierra, Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, adaptando la metodología descrita por Oliet (2001)).

La transpiración se determinó de la siguiente manera: se tomaron siete muestras de hojas en plántones al azar por cada sitio, las cuales fueron cortadas con una tijera durante la madrugada y trasladadas al laboratorio en las épocas estacionales del período de sequía y lluvioso durante marzo y mayo, conservándolas en una nevera durante todo el viaje. En la mañana se pesaron en una balanza técnica digital Sartorius BL 1 500, con un error de 0,1 g. Después de haberse pesado cada muestra fueron colocadas en bolsas de polietileno y puestas en la oscuridad, y se hicieron pesadas cada una hora, durante cuatro y ocho horas hasta lograr su peso constante. Al día siguiente fueron puestas en la estufa a una temperatura de 100 °C durante cuatro horas aproximadamente hasta lograr que perdieran toda el agua, y se tomó su peso seco. Finalmente se calculó la transpiración por la metodología de Oliet (2001), como se expresa a continuación:

$$T = \frac{P_i - P_f}{P_s}$$

donde:

- T: Transpiración
- Pi: Peso inicial (g)
- Pf: Peso final (g)
- Ps: Peso seco (g)

Con los valores de pesadas se realizaron curvas de pérdidas de peso, con la ayuda del procesador electrónico Excel.

Para estimar intercambio gaseoso se realizó un análisis de regresión no lineal, donde se construyeron curvas de saturación de CO₂, curva de luz (hojas al sol) y curva de luz (hojas a la sombra). Las medidas de potencial hídrico y transpiración fueron procesadas mediante un análisis de varianza de clasificación simple y pruebas de comparación de rangos múltiples de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig. 1 refleja el comportamiento de las curvas de CO₂ de *Bambusa vulgaris* en el sitio muestreado, donde se observa un coeficiente de determinación fuerte (R = 0,82) entre la concentración intercelular (Ci) y la fotosíntesis

neta. Se observa que a medida que aumenta la concentración intercelular (Ci) se incrementan las tasas de fotosíntesis neta, y mientras menor sea menos fotosintetiza, reportándose tasas de fotosíntesis en la especie con cifras superiores a los 10 μmoles CO₂ x m²hoja/s.

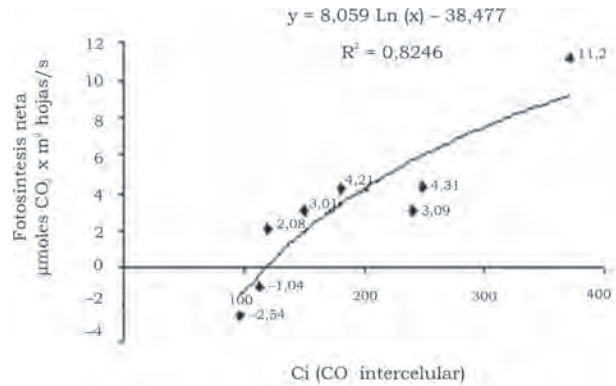


Figura 1. Curva de saturación de CO₂ en *Bambusa vulgaris*.

La Fig. 2 muestra la curva de saturación de luz (hojas al sol) a las tres de la tarde, así como la relación existente entre la radiación fotosintéticamente activa y la fotosíntesis neta, con un coeficiente de determinación fuerte (R = 0,96), lo cual indica que a medida que aumenta el PAR aumenta la fotosíntesis neta, con una tendencia creciente hasta alcanzar tasas de fotosíntesis neta de 18,4 y 20 μmoles CO₂ x m²/hoja/s. Estos resultados se corresponden con lo reportado por Vázquez y Torres (1995). Por su parte reportan tasas de fotosíntesis en *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) y con hojas al sol de 5,5 μmoles CO₂ x m²/hoja/s, valores estos muy inferiores a los obtenidos con la especie en estudio.

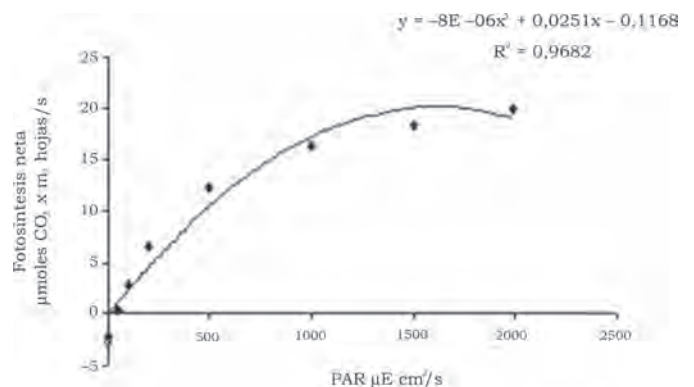


Figura 2. Curva de saturación de luz (hojas al sol) de *Bambusa vulgaris*.

En la Fig. 3 se aprecia la curva de saturación de luz para hojas a la sombra con un coeficiente de determinación fuerte (0,81). Estos resultados muestran que en el caso de hojas a la sombra los valores de fotosíntesis son inferiores a los obtenidos en hojas al sol, alcanzando valores desde $-0,64$ hasta $9,07 \mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{s}$, debido fundamentalmente a que en esa hora ese lado el plantón está más expuesto a la sombra. En este sentido Forset y Norman (1991) plantean que la probabilidad del paso del rayo solar a través de los elementos del dosel sin ser interceptados es una función del ángulo entre las hojas y la luz solar directa y el grado de dispersión del follaje; agrega Begon *et al.* (1995), que los efectos de sombra y el diámetro del disco foliar pueden provocar agrupaciones de haces luminosos separados por intervalos de baja iluminación. También Orellana y Escanilla (1991); plantean que la dirección natural de la radiación fotosintéticamente activa complica la intercepción del coeficiente de absorción foliar íntimamente relacionado con la arquitectura de la planta. Vázquez y Torres (1995), por su parte, reportan tasas de fotosíntesis en *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) con hojas a la sombra de $3,1 \mu\text{moles CO}_2 \times \text{m}^2/\text{hoja}/\text{s}$.

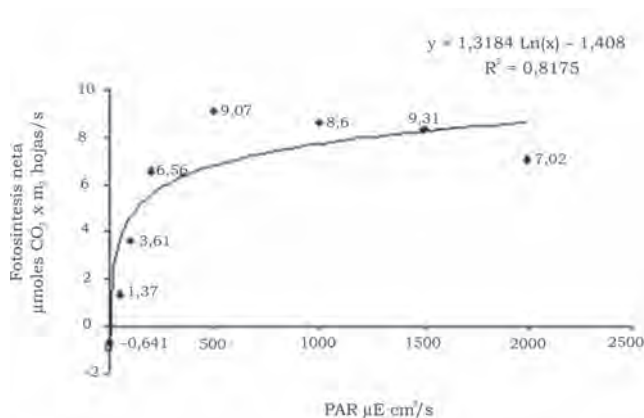


Figura 3. Curva de saturación de luz (hojas a la sombra) de *Bambusa vulgaris*.

Existen diferencias significativas entre las medidas de potenciales hídricos para las dos épocas estacionales en cada uno de los sitios de estudio, obteniendo valores superiores en la época lluviosa.

En las medidas del potencial hídrico al alba el sitio consejo popular Los Portales muestra diferencias significativas con los restantes en la

época de sequía; sin embargo, en época lluviosa no se presentan niveles de significación a esta hora, observándose que alcanzan los máximos valores al alba y los mínimos (más negativos) al mediodía. Esto se debe a que la salida del sol estimula la apertura de los estomas en la planta, lo cual indica las pérdidas por transpiración y provoca el descenso del potencial, coincidiendo con lo planteado por Oliet (2001), donde manifiesta que la mayor parte de los procesos fisiológicos que va a realizar la planta están relacionados con su estado hídrico al alba.

En los valores obtenidos en la transpiración para la época de sequía y lluviosa se observa que no existen diferencias significativas entre los sitios de estudio en época de sequía; en cambio, en época lluviosa sucede lo contrario, obteniéndose para ambas épocas estacionales la más alta tasa de transpiración en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, debido a lo planteado anteriormente, pues este sitio, por las características edáficas y las adaptaciones de esos plantones, va a tener siempre el recurso disponible; le sigue en orden descendente el sitio consejo popular Punta de la Sierra y después el sitio consejo popular Los Portales, cada uno en niveles de significación diferentes.

Estos resultados se corresponden con lo descrito anteriormente, por lo que se puede decir que uno de los factores que afecta la transpiración es el contenido de agua en el suelo asociado a características morfológicas que desarrollan. Estos criterios coinciden con lo obtenido por García *et al.* (2008), Fernández (2008) y Frinza (2008), donde analizan el comportamiento de las tasas de transpiración cuticular, así como los factores que la afectan en especies de coníferas en diferentes ambientes.

CONCLUSIONES

- Existen diferencias notables en las curvas de saturación de CO_2 y luz.
- Los potenciales hídricos reflejan diferencias entre épocas estacionales, obteniéndose valores menos negativos en el sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira (Sabino Pupo), donde la especie se desarrolla sobre suelos arcillosos, facilitando mayor retención de humedad y siendo además el de mayores tasas de transpiración.

- Los aspectos de autoecología de la especie manifiestan diferencias en épocas estacionales, y favorables tasas de transpiración y fotosíntesis.

BIBLIOGRAFÍA

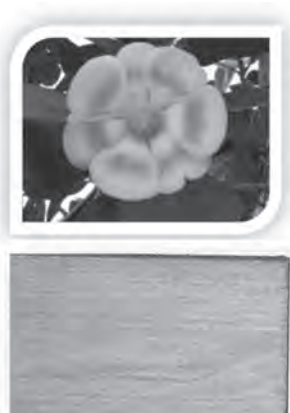
- BEGON, M., HARPER, J.L., TOWNSEND, C.R. 1995. Ecología. Barcelona. Ediciones Omega, S.A. p 76-79.
- COSTAS, R. 2007. Proyectos y asesoramiento en medio ambiente. Disponible en: <http://www.Cienciaybiologia.com/ecologia/autoecologia.htm>. (Consultado 3 de abril, 2008).
- FERNÁNDEZ, A. 2008. Estrategia de conservación para *Pinus tropicalis* Morelet en Viñales, Alturas de pizarras. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Universidad de Pinar del Río. 26p.
- FERNANDO, F., VALENTÍN, D., OBUJOV, S., CARRILES, C. 1986. Proyecto de ordenación de bosques. MINAG. Ciudad de La Habana. 602 p.
- FORSET, I.N AND NORMAN, J.M. 1991. Modeling of solar irradiance, leaf energy budget and Canopy photosynthesis in: Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A field and Laboratory Manual D.O Mall, J.M.O. Scurlock, H. Bolhar, R.C leegood, S.P. Long (eds) London in Press.
- FRINEZA, A. 2008. Bases ecológicas para el manejo y conservación de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Viñales, Alturas de pizarras. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Universidad de Pinar del Río. 30p.
- GARCÍA, Q.Y. 2006. Estrategia de conservación intraespecífica para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante. Cuba. p 150.
- GARCÍA, Q.Y., GEADA, L.G., GUIZAR, N.E. 2008. Autoecología de una conífera endémica de la zona más occidental de Cuba: *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. Memorias del 5to simposio del manejo sostenible de los recursos forestales. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- HERNÁNDEZ, A., ET AL. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos. Cuba. 64 p.
- JOHNSON, K.H., MAJOR, J.E. 2004. Técnicas ecofisiológicas en la evaluación de germoplasma. Manejo de Recursos genéticos forestales. Documentos presentados en el segundo Seminario Taller sobre Manejo de Recursos Genéticos Forestales realizado los días 11 y 12 de Abril de 1995 en la Universidad Autónoma de Chapingo. Segunda Edición. Comisión Nacional Forestal. p 159.
- LÓPEZ, R.G. 2006. Ecofisiología de árboles. México: Universidad Autónoma de Chapingo. 484 p.
- MEDINA, M. 2006a. Principales atributos fisiológicos que se utilizan en el análisis de calidad de las plantas. Documento preparado para el Diplomado de Reforestación. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. (Documento inédito). p 2.
- OLIET, P.J. 2001. Aplicaciones de la medida del estado hídrico en el viverismo. España. Universidad de Córdoba, Dpto. Ingeniería Forestal. 17 p.
- ORELLANA, R., ESCANILLA, J.A. 1991. Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. CICY. 250 p.
- VÁZQUEZ, E.B., TORRES, S.G. 1995. Fisiología Vegetal I. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 443 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Elsa María Cordero Miranda

Ingeniera Forestal, doctora en Ciencias Ecológicas, investigadora agregada del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, labora en la temática de Bambú y el Cambio Climático. Es miembro del grupo de Silvicultura. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Clusia rosea Jacq. (Clusiaceae)



NOMBRE VULGAR: Copey

No: 86

Distribución geográfica: en toda Cuba e Isla de Pinos, Florida y América tropical continental.

Caracteres macroscópicos: corazón y albura no diferenciados de color pardo claro a rosáceo. Lustre opaco, textura fina, grano recto. Zonas de crecimiento presentes.

Densidad: 0,898 g/cm³

Principales usos: se puede emplear general tablas y tablonnes, cabos de herramientas, construcciones.

Caracteres microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa. Poros solitarios, grupos radiales de 2 a 3 células.

Φ (μm): 98-125-150

No./mm²: 8

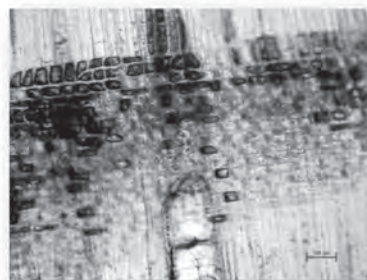
Pared (μm): 5,6

Placa perforada: escaleriforme

Punteaduras: escaleriformes

Contenidos: carmelitosos y tilides

Longitud (μm): 220-754-1300



B. Parénquima axial:

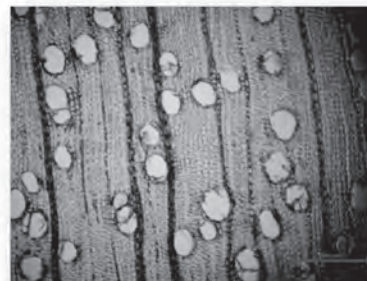
Distribución: paratraqueal escaso

ϕ (μm): 20-27-40

No. células la serie: 4-6-9

Contenidos: carmelitosos

Long. serie (μm): 660-816-1000



C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogéneos

No./mm: 5

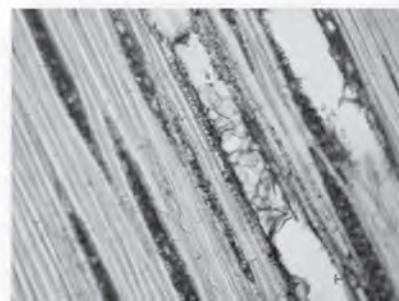
Contenidos: carmelitosos

Ancho (μm): 25-40-50

No. células: 1 a 3

Alto (μm): 800-973-1040

No. células: 37-47-56



D. Fibras:

Tipo: libriformes, septadas

Distribución: tendencia a la orientación radial.

ϕ (μm): 14

Grosor de pared (μm): 6,5

Longitud (μm): 1275-2137-2250

E. Caracteres especiales:

Tilides

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *MAGNOLIA CUBENSIS* URB. SUBSP. *CUBENSIS* EN LA RESERVA ECOLÓGICA EL GIGANTE

MAGNOLIA *CUBENSIS* URB. SUBSP. *CUBENSIS* POPULATION STRUCTURE IN THE ECOLOGICAL RESERVATION EL GIGANTE

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

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

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Reserva Ecológica El Gigante, con el objetivo de determinar la estructura poblacional de la especie *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis*. Se partió de la prospección de poblaciones e individuos, identificándose siete subpoblaciones dispersas, agrupadas en parches aislados, a partir de 1100 msnm, el total de individuos asciende a 62, para el taxón. El monitoreo realizado a las poblaciones, a través de la estructura poblacional, estadios de desarrollo y estado fitosanitario de las masas, arrojó que estas muestran una agrupación de los individuos en clases intermedias de la altura, y para el diámetro, se agrupan en las clases menores. Se observó la inexistencia de plántulas, lo que denota problemas en la regeneración natural de la especie, asociada a las condiciones del ambiente y la incidencia de insectos barrenadores de los frutos. El estado fitosanitario es regular, mostrado por las afectaciones de agentes patógenos a las subpoblaciones.

Palabras claves: *Magnolia cubensis*, abundancia, regeneración natural, reserva.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los bosques tropicales sigue una tasa creciente a medida que pasa el tiempo; esta situación, producto de diversas

ABSTRACT

This research was developed in the Ecological reservation El Gigante, with the objective to determine the population structure of the species *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis*. It started from the prospection of the populations and individuals, identifying seven scattered sub populations, grouped in isolated patches, from 1100 msnm, the total of individuals reaches 62, for the taxon. A monitoring to the populations was executed, through the population structure, development stages and phytosanitary status of the mass, resulted in a grouping of the individuals in intermediate height classes. According to their diameter, they are grouped into minor classes. It was noted the non existence of seedlings, which denotes problems in relation to the natural regeneration of the species, associated to the environmental conditions and the influence of fruit borers. The phytosanitary status is average, identified by the pathogens affectations of subpopulations.

Key words: *Magnolia cubensis*, abundance, natural regeneration, reservation.

causas, ha traído como consecuencia la desaparición de muchas especies tropicales [Hechavarría, 2009].

Cuba, al igual que otros estados insulares comprendidos dentro de la región tropical, manifestó una disminución de la superficie boscosa debido a la fuerte acción antrópica. En tal sentido, señalan Borhidi & Herrera (1977) que, antes del descubrimiento de la Isla, se calcula que el territorio cubierto de bosques era, aproximadamente, de un 97 %. En 1959 las áreas boscosas se habían reducido al 13 % del territorio nacional. Estas afectaciones a la vegetación natural provocaron que casi el 14 % de la flora quedara constituida por especies extintas o en proceso de extinción [Cuevas & García, 1982].

La Sierra Maestra ha sufrido una explotación irracional en los dos últimos siglos antes del triunfo de la Revolución, lo que ha ocasionado un descenso notable del valor cualitativo del suelo, la flora, la fauna, el agua y los paisajes montañosos. Se encuentran áreas desprovistas de vegetación arbórea como consecuencia de la tala indiscriminada, la agricultura migratoria y otras prácticas inadecuadas de uso del suelo. Los bosques que aún quedan han perdido en alto grado su valor económico y protector, por lo que el proceso de erosión en sus cimas y laderas es sumamente grave, y la pérdida de suelo causada por los arrastres alcanza proporciones considerables [Santos *et al.*, 2010].

La Reserva Ecológica El Gigante, comprendida dentro de este macizo montañoso, posee importantes recursos forestales que están amenazados como consecuencia de la tala indiscriminada y la pérdida de recursos genéticos, entre los que se puede citar a *Magnolia cubensis*

Urb. subsp. *cubensis* (marañón de Sierra Alta), valiosa especie, endémica de la región oriental del país.

En los últimos años sus poblaciones naturales se han visto afectadas por diferentes causas, fundamentalmente por el aprovechamiento maderero y los eventos meteorológicos que afectan esta región, y aunque se han iniciado una serie de actividades encaminadas a fortalecer su conservación y utilización sostenible, aún se reporta como amenazada según Berazaín *et al.* (2005) en la Lista Roja de la Flora Vascular Cubana y de acuerdo con Palmarola (2007a).

La importancia de conservar la especie, su protección y cuidado resulta una necesidad en los momentos actuales.

El objetivo del trabajo es determinar la estructura poblacional de la especie *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis* en la Reserva Ecológica El Gigante, Sierra Maestra, que permita potenciar su conservación *in situ* en el área.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

El estudio se desarrolló en la Reserva Ecológica El Gigante, área protegida de significación local, provincia de Granma; se encuentra dentro del macizo montañoso Sierra Maestra, en el municipio de Guisa, en los 20° 08' de latitud norte y los 76° 28' de longitud oeste (en la hoja cartográfica Victorino 1:25 000), con una extensión superficial de 1500 ha (Fig. 1).

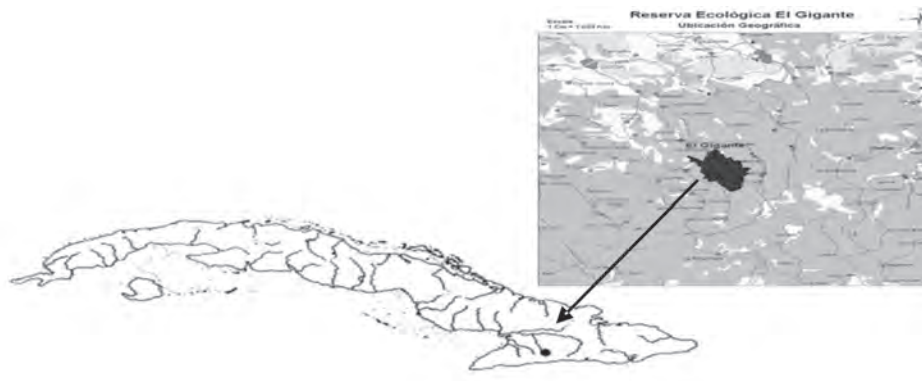


Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Ecológica El Gigante.

Esta área protegida presenta como accesos la carretera de Guisa a Victorino, realizándose el ascenso por varios caminos que existen al sur de la comunidad de Victorino.

El relieve de la Reserva Ecológica El Gigante es montañoso con pendientes abruptas en forma de crestas. La altura máxima (1332,4 msnm) corresponde a la elevación del mismo nombre [Informe para el proceso de compatibilización de las áreas protegidas de Granma (2001), citado por Santos (2010). Predomina el suelo ferralítico amarillento y en menor extensión se manifiestan los suelos pardos y rojo amarillento típico [Renda *et al.*, 1981].

Estudio sobre biología poblacional

La información de biología poblacional constituye un elemento indispensable en el planeamiento de la conservación de especies silvestres amenazadas, considerando que cada grupo de estudio puede constituir una unidad de conservación [Meffe & Carrol, 1997].

Para la localización e identificación de las áreas con potencial para la investigación se tuvo en cuenta la información recopilada en el herbario del Jardín Botánico Nacional (HAJB) Johannes Bisse, además de la información existente de estudios realizados por Santos (2010).

Se realizaron visitas al área de estudio en las siguientes fechas: noviembre de 2009, marzo de 2010, septiembre de 2010, noviembre de 2010.

En cada subpoblación se realizó un censo de los individuos de *Magnolia cubensis* Urb., a cada individuo se le determinó altura, diámetro, reproducción, evidencia de daños mecánicos, estado fitosanitario.

Estructura poblacional

Debido a que resulta difícil estimar la edad de los individuos de *Magnolia cubensis* Urb., la altura y diámetro de las plantas puede utilizarse como un indicador que refleja el grado de desarrollo de los individuos.

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

Para los grupos de estudio de *Magnolia cubensis* Urb. se realizaron las mediciones correspondientes a:

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

Se confeccionaron las escalas en cuanto a la estructura vertical y horizontal, teniendo en cuenta las clases de altura y las clases diamétricas para *Magnolia cubensis* Urb., como se muestran en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Escala de las clases de altura y clases diamétricas para *Magnolia cubensis* Urb.

Clases de altura	Altura (m)	Clases diamétricas	Diámetro (cm)
1	1,1-4	1	4,0-16,0
2	4,1-7	2	16,1-28,0
3	7,1-10	3	28,1-40,0
4	10,1-13	4	40,1-52,0
5	13,1-16	5	52,1-64,0
6	16,1-19	6	64,1-76,0
7	19,1-22	7	76,1-88,0
8	22,1-25	8	88,1-100,0
		9	100,1-112,0

Los datos de la estructura poblacional se evaluaron con la estadística descriptiva, teniendo en cuenta, esencialmente, los porcentajes de representatividad de los individuos para cada clase de altura y clase diamétrica determinada para la especie. Se confeccionaron los histogramas poblacionales para el área de estudio de manera general.

Estructura poblacional según los estadios de desarrollo

La caracterización de la estructura poblacional de un taxón, según los estadios de desarrollo, ofrece la oportunidad de evaluar las posibilidades de supervivencia de una especie en diferentes períodos de tiempo [Lazcano, 2004]. Los árboles, en el bosque, según Malleux (1982), se encuentran desde su primer estadio de crecimiento (plántulas) hasta el estado de total

madurez; por lo tanto, se decidió analizar la estructura poblacional de *Magnolia cubensis* Urb., considerando tres estadios de desarrollo:

Plántula: ejemplares con altura menor de 1 m.

Juvenil: con alturas entre 1,1 m y 7,9 m.

Adulto: con altura mayor de 8 m.

Se observaron las manifestaciones del tipo de reproducción de la especie y la presencia de regeneración natural.

Presencia de daños mecánicos

Se consideraron como daños mecánicos las evidencias de cortes en ramas y troncos e individuos talados.

Estado fitosanitario

El estado fitosanitario se evaluó de acuerdo con la metodología desarrollada por López *et al.* (2003) en cuanto a la incidencia de agentes dañinos que afecten la especie en el área. Se clasificó de *bueno*, *regular* y *malo*, considerando bueno aquellos grupos en que no se detectó agente dañino alguno o solo con una intensidad ligera, y presentan menos del 5 % de la masa con afectación; regular, cuando se observen de ligeras a moderadas afectaciones en el arbolado en el rango entre el 5-30 %, y malo cuando gran parte de la población se encuentre fuertemente afectada, hallándose en un rango mayor del 30 %.

Flora y vegetación

Se listaron los taxones que habitan junto con *Magnolia cubensis* Urb., los que fueron identificados en el lugar o colectados e identificados posteriormente con la ayuda documental (literatura).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Trabajo de prospección

La exploración del área de estudio permitió localizar un total de 62 ejemplares de *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis* pertenecientes a las fases de juvenil hasta adultos reproductores. Los individuos fueron asignados a siete grupos de estudio como se muestra en la *Tabla 2*. La especie se localizó en el bosque pluvial montano a partir de los 1200 msnm. Según Bisse (1988) e Imchanitskaya (1991), reportan la especie en esta misma formación vegetal por encima de los 700 msnm. En similares condiciones ecológicas viven las magnolias de La Española y

Puerto Rico [Alain, 1983, 1985], mientras que para Jamaica no se reportan magnolias nativas [Adams, 1972].

La especie se distribuye a través de parches aislados o pequeños grupos, lo que provoca que sea más vulnerable a eventos catastróficos y la acción antrópica. La existencia de cinco subpoblaciones de la especie cercanas a los senderos constituye un factor de riesgo, teniendo en cuenta que la acción deliberada del hombre puede ocasionar daños sobre los individuos más pequeños cuando no están previamente identificados. Según Primack *et al.* (2001), esta distribución, caracterizada por poblaciones pequeñas y con una formación a través de parches aislados en el territorio, es característico de especies de plantas amenazadas.

Las amenazas potenciales para la población de *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis* debido a su distribución en el área pueden resultar de la ocurrencia de incendios forestales, eventos meteorológicos, ataque de plagas y la acción antrópica que ejerce el hombre sobre los recursos naturales. Estos resultados son corroborados por los estudios teóricos realizados por Shaffer (1981) y Wilcox (1986), los que predicen que las poblaciones pequeñas estén sometidas a un mayor riesgo de regresión y extinción como consecuencia de su mayor vulnerabilidad ante problemas genéticos, fluctuaciones demográficas y ambientales.

La prospección de la especie en la reserva contribuye de manera significativa a la conservación de la especie en la región. La cantidad de plantas encontradas, la altura, pendiente y exposición fue variable para cada grupo de estudio, lo cual permitió abarcar un rango amplio de condiciones ecológicas (*Tabla 2*).

TABLA 2
Caracterización general de los grupos de estudios

Grupo	Número total de individuos	Altura (msnm)	Pendiente (°)	Exposición
I	5	1242	60	NE
II	7	1237	65	W
III	6	1231	65	W
IV	18	1225	70	NE
V	18	1218	75	E
VI	5	1200	70	SE
VII	3	1215	40	NW

Estructura poblacional de la especie

De acuerdo con lo planteado por García (2002), la agrupación de los individuos por clases de altura puede ofrecer una buena descripción de la estructura poblacional de la especie.

Estructura vertical

En el área de estudio la especie *Magnolia cubensis* Urb. se caracteriza por presentar un 91 % de los individuos agrupados en las alturas entre 1,1 m y 13 m; de estos, el 31 % está comprendido en el rango de 1,1 m y 4 m, el 9 % entre 4,1 m y 7 m. El 18 % de la población registra valores entre 7,1 m y 10 m, mientras que el 24 % ingresa en la clase de 10,1 m y 13 m, y

el 9 % entre 13,1 m y 16 m. El restante 9 % presenta una altura mayor de 16 m. Se puede apreciar que es una población relativamente joven (Fig. 2).

Se muestra una agrupación de alta densidad de individuos en clases de alturas menores e intermedias. Roig (1975) plantea que la especie presenta un tamaño de mediano a grande pudiendo alcanzar la altura de 15 m, oscilando dentro del rango donde existe una abundancia de ejemplares. Estos resultados coinciden con los obtenidos por May (2001) en *Magnolia pallenscens*; no obstante, en el área de estudio se encontraron individuos con alturas superiores, exhibiendo valores de hasta 25 m.

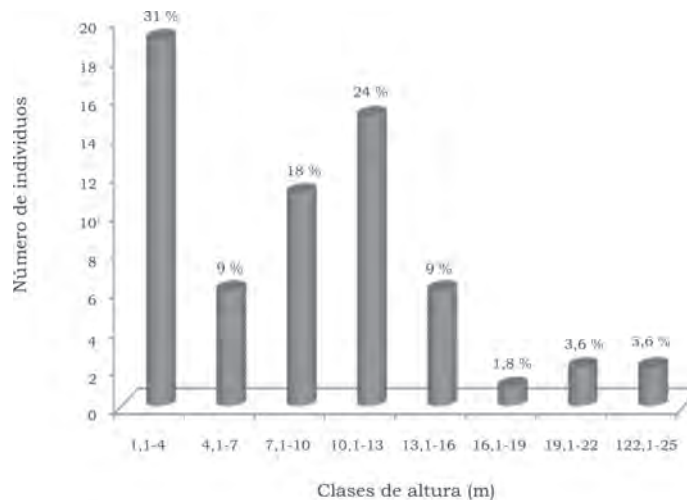


Figura 2. Estructura vertical de *Magnolia cubensis* Urb. en el área de estudio.

La población revela que no existen individuos con alturas menores de 1 m y sí en clases de altura menores de 4 m, lo que indica que los valores de regeneración o la supervivencia son muy bajos, característica propia de algunas magnoliáceas.

Estructura horizontal

La población de *Magnolia cubensis* Urb. se estructura en nueve categorías diamétricas, la cual se caracteriza por presentar un 56,25 % de los individuos, con un diámetro entre 4-16 cm y se puede apreciar que existe una mayor cantidad de individuos en este rango. El 29,17 % presenta entre 16,1 y 28 cm de diámetro. El resto de los ejemplares muestran diámetros entre 28,1-40 cm, entre 40,1-52 cm, entre 52,1-64 cm, entre 90,1-112 cm para un

6,25 %; 2,08 %; 4,17 % y 2,08 %, respectivamente (Fig. 3).

Se observó una disminución de los individuos en las clases diamétricas superiores a 28 cm, y el 91,67 % de los individuos se encuentran situadas en las dos primeras clases (Fig. 3). Existe una mayor proporción de ejemplares en las jerarquías diamétricas pequeñas, lo que genera una gráfica en forma de J invertida, que indica un mayor agrupamiento de individuos en las clases menores, disminuyendo la densidad de individuos hacia las clases diamétricas mayores.

Según Malleux (1982), en un bosque natural la curva de distribución de frecuencias de clases diamétricas de los árboles es semejante a una J invertida, que significa un alto número de in-

individuos por clases diamétricas pequeñas y un bajo número por clases grandes. Esta situación, abordada anteriormente, indica que la población de *Magnolia cubensis* Urb. en el escenario estudiado es relativamente joven.

Se estima que la especie pudiese haber sido explotada intensamente debido a la baja presencia de individuos en las clases mayores, sobre todo en tres clases, correspondientes desde 64,1 hasta 100,0 cm.

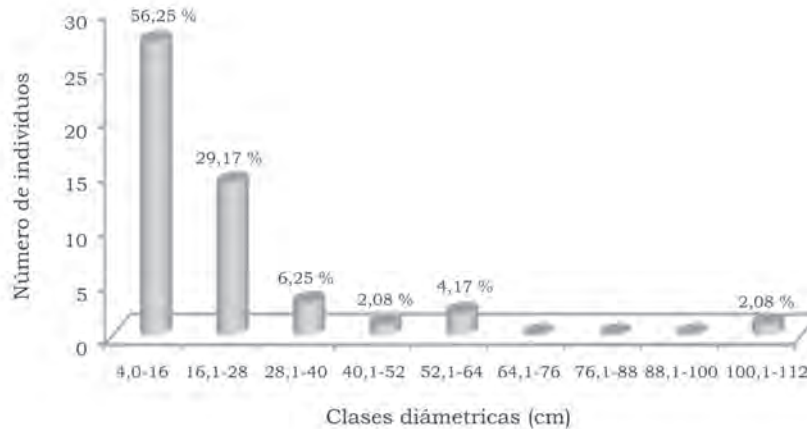


Figura 3. Estructura horizontal de *Magnolia cubensis* Urb. en el área de estudio.

Estructura poblacional según los estadios de desarrollo

En el área de estudio la especie *Magnolia cubensis* Urb. se caracteriza por presentar 36

individuos en el estadio de desarrollo adulto representado en un 58 %. Los restantes individuos se encuentran en el estadio juvenil para un 42 % (Fig. 4).

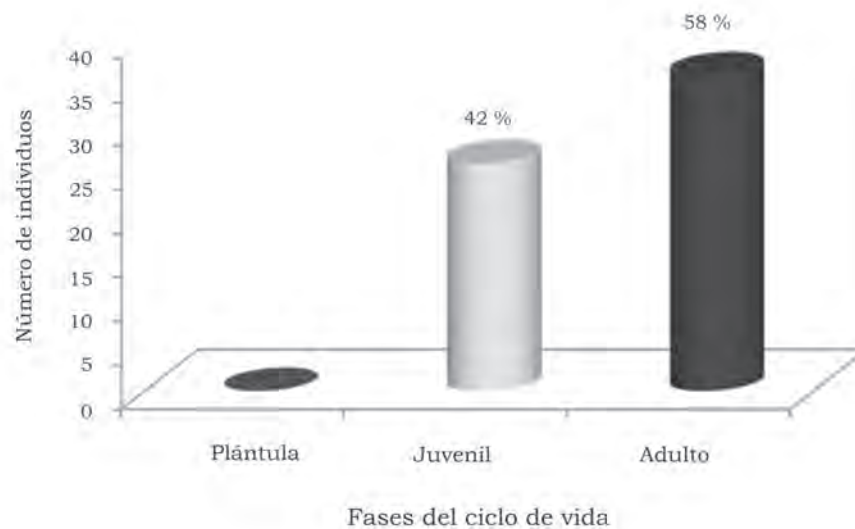


Figura 4. Estructura poblacional de *Magnolia cubensis* Urb. en el área de estudio según los estadios de desarrollo.

El histograma poblacional obtenido a partir de las 62 plantas muestreadas presentan forma de J (Fig. 4), debido a que los individuos aumentan al incrementar su tamaño vertical. Existen, por tanto, menos cantidad de individuos de pequeño que de gran tamaño, situación que revela una escasa regeneración natural o la supervivencia de la población en la locación.

Según Clapham (1973) y Primack *et al.* (2001), una población típicamente estable posee una distribución de edades con una relación característica de juveniles, adultos jóvenes y adultos viejos. La ausencia o baja representatividad de cualquier clase de edad, especialmente juveniles, señala hacia potenciales poblaciones en contracción o declive, mientras que un número de juveniles y adultos jóvenes puede ser indicativo de una población estable e incluso en expansión.

La estructura piramidal de la población bien estructurada o estable debe presentar una mayor proporción de clases juveniles que de adultas, representando una distribución de J invertida. En el caso de *Magnolia cubensis* Urb. presenta una mayor proporción de individuos adultos, siendo este aspecto un factor de amenaza para la especie en algunas subpoblaciones. La nula presencia de plántulas en altitudes menores de 1250 m, con una gruesa capa orgánica, indica que la especie, además de sombra, necesita algunas otras condiciones ambientales para su reproducción, que probablemente sean determinadas por el régimen de temperatura o humedad, o por las condiciones del suelo, resultados que concuerdan con los realizados por May (2001) en la especie *Magnolia pallescens* (ébano verde), en bosques nublados de

República Dominicana con un altitud menor de 1400 msnm.

Oostermeijer *et al.* (1994) plantean que una baja frecuencia de plántulas indica que podría existir un problema de regeneración natural, como ocurre en el área de estudio con la especie *Magnolia cubensis* Urb., donde la regeneración natural es escasa.

Sin embargo, Santos *et al.* (2010) reportaron que en el Parque Nacional La Bayamesa las poblaciones de *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis* se encontraban a una altura superior a los 1350 m, con excelente regeneración natural y numerosos ejemplares juveniles.

Durante las expediciones se observó la floración y fructificación en los individuos fértiles de la población. El 40,32 % de los individuos muestreados resultaron ser reproductores, por lo que la mitad de los individuos pueden estar generando semillas.

Estado fitosanitario

El estado fitosanitario es regular, ya que se observan afectaciones de agentes dañinos de ligeras a moderadas en los individuos de la población de *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis*. La especie muestra algunas incidencias de defoliadores que ocurren a pequeña escala, y además se ha observado parasitismo en sus frutos, así como la influencia de insectos barrenadores de semillas (Fig. 5), causa a la que se atribuye en gran medida la presencia de muy pocos ejemplares juveniles en la naturaleza. Álvarez *et al.* (2006) y Castillo (1997) reportan la presencia de larvas de insectos en los frutos de *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *acunae* en Topes de Collantes, y plantean que ocasionan grandes daños, ya que se alimentan del endospermo de las semillas.

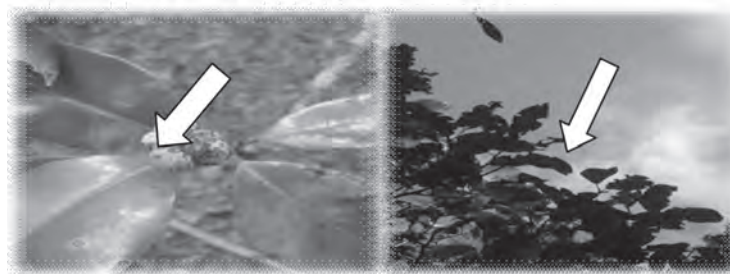


Figura 5. Evidencia de ataques de plagas a la especie *Magnolia cubensis* Urb.

Presencia de daños mecánicos

En los recorridos por el área se pueden apreciar los daños mecánicos en ejemplares de *Magnolia cubensis* Urb., tales como cortes en ramas, tronco y un individuo talado. Se observó además la existencia de espacios claros debajo de los árboles adultos, realizados por los obreros de la ENPFF en las actividades de manejo del área, lo cual puede estar afectando la regeneración natural de la especie.

Flora y vegetación asociada a *Magnolia cubensis* Urb.

La flora y vegetación asociada a la especie en el área de estudio está compuesta por 42 taxones, distribuidos en 22 familias y 27 géneros. Las familias mejor representadas son Bromeliaceae, Orchidaceae, Aspleniaceae y Bignoniaceae.

CONCLUSIONES

- La estructura poblacional se caracteriza por presentar una agrupación de individuos en las clases de alturas intermedias y en las clases menores del diámetro. La especie presenta inestabilidad en su estructura piramidal debido a la no presencia de individuos con altura menor de 1 m y la escasa regeneración natural en el área.
- Por la importancia de la especie y los resultados, la especie debe ser analizada para su inclusión dentro de la Resolución 160/ 2011 del CITMA.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, C. D. 1972. *Flowering Plants of Jamaica*. Jamaica. University of the West Indies, Mona, 317 pP.

ALAIN, H. 1983. *La Flora de la Española II*. Serie Científica XV, vol. 44. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, R. D., 347 pp.

ALAIN, H. 1985. *Descriptive Flora of Puerto Rico and adjacent islands* (Spermatophyta Volumen I: Casuarinaceae to Connaraceae). Puerto Rico. Edi. Universidad de Puerto Rico, 352 pp.

ÁLVAREZ, A., CASTILLO, E., HECHAVARRÍA, O. 2006. *Especies Protegidas por la Ley Forestal de Cuba*. Ciudad de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales, 343 pp.

BERAZAÍN, R., F. ARECES., J. C. LAZCANO Y L. R. GONZÁLEZ. 2005. Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. Documentos del Jardín Botánico (Gijón) 4: 1-86.

BISSE, J. 1988. *Árboles de Cuba*. Ciudad de La Habana. Ed. Científico-Técnica, 384 pp.

BORHIDI, A., HERRERA, R. 1977. Génesis, características y clasificación de los ecosistemas de sabana de Cuba, *Ciencias Biológicas* (CU) 1: 115-130.

CASTILLO, E. 1997. Manejo de frutos, semillas y plantas de dos taxas forestales amenazadas de la familia Magnoliaceae en Cuba. Tesis (en opción al título de Máster en Ecología). Instituto de Investigaciones Forestales.

CIPS-CIGEA. 2000. Metodología para el estudio de las percepciones ambientales. Ciudad de La Habana, 4 pp. (inédito).

CLAPHAM, W. B. 1973. *Natural Ecosystems*. New York. The Macmillan Company, 248 pp.

CUEVAS, J., GARCÍA, F. 1992. *Los recursos naturales y su conservación: en defensa del medio ambiente*. La Habana. Ed. Pueblo y Educación, pp. 23-67.

GARCÍA, M. B. 2002. Conservación de especies en Aragón. En Bañares, A. (eds): *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, España, Ministerio del Medio Ambiente, pp. 15-76.

HECHAVARRÍA, O. 2009. Contribución de la fenología a la conservación de tres especies forestales en Topes de Collantes. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.

IMCHANITZKAJA, N. 1991. Genus *Magnolia* L. (Magnoliaceae) in flora cubae. *Novosti sistematiki b'isichih rastenii* 28: 58-77.

LAZCANO, J. C. 2004. Biología poblacional y aspectos ecológicos de *Micocycas calocoma* (Miq.) A. DC. en la Sierra de la Caoba, Viñales. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencia en Botánica). Universidad de La Habana.

LÓPEZ R., GUERRA, C., DUARTE, A., CRUZ, H. 2003. Actualización del inventario de insectos y microorganismos nocivos a las especies forestales de Cuba. *Fitosanidad* (CU) 7(22): 8.

MALLEUX, O. J. 1982. *Inventarios forestales en bosques tropicales*. Perú. UNA, pp. 37-89.

MAY, T. 2001. Estructura poblacional y reproducción natural de diez especies de un bosque nublado en República Dominicana. *Revista Forestal Centroamericana* (CR) 35: 45-50. Julio-septiembre.

MEFFE, G. K., CARROLL, C. R. 1997. *Principles of Conservation Biology*. Massachusetts. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, 729 pp.

OOSTERMEIJER, J. G. B., VAN'T, R., NIJS, J. C. M. 1994. Population structure of the rare, long-live perennial *Gentiana pneumonanthe* in the relation to vegetation and management in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* (GB) 31: 428-438.

PALMAROLA, A. 2007a. Magnoliaceae. En: *Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba*. La Habana. Ed. Feijóo, 25 pp.

PRIMACK, R. ET AL., 2001. *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. México. Fondo de Cultura Económica, 797 pp.

RENDA, A. ET AL., 1981. Estudio sobre las condiciones edafológicas, fisiográficas y agrosilviculturales de la Sierra Maestra, municipio de Guisa. Informe inédito. La Habana. Centro de Investigaciones Forestales, 90 pp.

ROIG, J. T. 1975. *Compendio de las obras de Juan Tomás Roig*. Ciudad de La Habana. Ed. Científico-Técnica, 188 pp.

SANTOS, W. 2010. Estado de conservación de la Reserva Ecológica El Gigante. *Revista Forestal Baracoa* (CU) 29(2): 25-32, julio-diciembre.

SANTOS, W. ET AL., 2010. Flora forestal amenazada de la Sierra Maestra. Informe de proyecto, Instituto de Investigaciones Forestales, Cuba (inédito).

SHAFFER, M. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience* (US) 31: 131-134.

WILCOX, B. A. 1986. Extinction models and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* (NL) 1: 46-48.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Yenia Molina Pelegrín

Ingeniera Forestal, máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, investigadora aspirante de la Estación Experimental Forestal Guisa, profesora instructora adjunta de la Universidad de Granma, Sede Universitaria Municipal Guisa, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Conservación de Especies Amenazadas de la Sierra Maestra, Productos Forestales no Maderables y Silvicultura Urbana. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.



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.



CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGRO-FORESTAL

La Habana, Cuba

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

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

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

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

Entrega de resúmenes: **30 de noviembre de 2014**

Entrega de trabajos en extenso: **31 de enero de 2015**

Para mayor información:

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



MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS CON BIOCARBÓN

IMPROVING THE PHYSICAL PROPERTIES OF SUBSTRATE WITH BIOCHAR

DR. C. YASIEL ARTEAGA-CRESPO, DRA. C. GRETTEL GEADA-LÓPEZ, DR. C. YUDEL GARCÍA-QUINTANA,
M. SC. MARILYN ALONSO-LOPEZ Y DRA. C. IRIS CASTILLO-MARTÍNEZ

Universidad de Pinar del Río, Facultad de Forestal y Agronomía. Calle Martí 270, Pinar del Río,
Cuba, C. P. 20100, teléf.: 53-048-779363, yasiel@af.upr.edu.cu

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar las propiedades físicas de sustratos orgánicos en mezclas con biocarbón como acondicionador. Los sustratos independientes empleados fueron cachaza, turba, biocarbón y mezclas volumétricas de cachaza-biocarbón, y turba-biocarbón en un experimento completamente aleatorio con nueve tratamientos y diez réplicas. Se demostró la influencia positiva del biocarbón en las propiedades físicas de los sustratos dados por la disminución de la densidad aparente, diámetro medio de partículas y aumento de la retención de humedad de las mezclas en relación con los componentes individuales. El análisis de correspondencia mostró una correlación significativa ($p \leq 0,05$) entre los sustratos y las variables destubetado, estabilidad del cepellón y arquitectura radical.

Palabras claves: *biocarbón, propiedades físicas, sustratos.*

INTRODUCCIÓN

La importancia del conocimiento de las propiedades de los materiales usados para producir plantas forestales resulta necesario dado sus requerimientos para su desarrollo; de ahí que para el logro de un sustrato con características adecuadas, generalmente se requiera de la combinación de dos o más componentes. En la actualidad se continúa la búsqueda de nuevas combinaciones de materiales que garanticen las propiedades deseadas y minimizar las actividades de preparación del sustrato.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the physical properties of organic substrates in mixtures with biocharcoal as substrate-conditioner. The substrates used were sugar cane straw, peat, biocharcoal and volumetric mixtures with biocharcoal under a completely randomized treatment and ten replicates. We demonstrate the positive influence on the physical properties biocharcoal the substrates given by the decrease in soil density, average particle diameter and moisture retention of the blends relative to the individual components. Correspondence analysis shows a significant correlation ($p \leq 0,05$) between the substrates and three nominal such as container removal capacity, stability and radical architecture of the root.

Key words: bio charcoal, physical properties, substrate.

El biocarbón ha sido ampliamente empleado en suelos agrícolas, atribuyéndosele propiedades que contribuye al mejoramiento de su fertilidad y sustentabilidad, a la vez que mejora sus propiedades químicas, físicas y biológicas; proporciona retención de nutrientes y mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC), y participa en los procesos biogeoquímicos del suelo, así como reacciones de absorción de nutrientes [Glaser *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2010; Durenkamp *et al.*, 2010; Graber *et al.*, 2010].

El tipo de superficie encontrada en el biocarbón con gran cantidad de grupos aromáticos se informa que pudiera ser responsable de los aumentos de la CIC [Schmidt *et al.*, 1999]; dicha propiedad lo hacen un material bueno para la retención y disponibilidad de nutrientes en el suelo, reciclaje de nutrientes, lo cual mejora el crecimiento y aumento en la productividad de los cultivos [Steiner *et al.*, 2007, Madari, 2009; Novak *et al.*, 2010]. La aplicación de biocarbón en suelos ejerce también una influencia en el propio suelo, mejorando su calidad al disminuir las pérdidas de nutrientes por lixiviación [Laird *et al.*, 2010].

Sin embargo, el efecto de las aplicaciones de biocarbón en el sector forestal ha estado poco documentado, y su potencial uso en la producción

de plantas en viveros forestales con tecnología de tubetes representa una oportunidad escasamente estudiada, por lo que el objetivo de la presente investigación consistió en determinar las propiedades químicas de los sustratos en mezclas con biocarbón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sustratos empleados y tipo de envase

Se utilizaron diferentes sustratos: cachaza, turba y biocarbón. Se emplearon además mezclas volumétricas de cachaza-biocarbón y turba-biocarbón (4:1, 1:1, 1:4). El envase empleado fue el tubete plástico de color negro de 90 cm³ de capacidad. La composición de los sustratos se muestra en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Composición de los sustratos empleados en el experimento

<i>Sustrato</i>	<i>Variante</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Composición (v/v)</i>
Biocarbón	BC	BC	100
Turba	T	T	100
Cachaza	C	C	100
Turba + biocarbón	T + BC	T20	20 + 80
Turba + biocarbón	T + BC	T50	50 + 50
Turba + biocarbón	T + BC	T80	80 + 20
Cachaza + biocarbón	C + BC	C20	20 + 80
Cachaza + biocarbón	C + BC	C50	50 + 50
Cachaza + biocarbón	C + BC	C80	80 + 20

Determinación de las propiedades físicas de los sustratos

Se determinaron propiedades físicas a partir de las metodologías descritas por Ansorena (1994) (densidad aparente y retención de humedad) y el diámetro medio de las partículas (D_{mp}) con la consiguiente distribución granulométrica, por el método de tamizado para la serie de tamices ASTM [ASTM E-29, 1972].

La densidad aparente se determinó por el método del cilindro, calculándose mediante la expresión:

$$da = \frac{M}{V}$$

donde:

M: Masa del sustrato (g)

V: Volumen del cilindro (cm³)

Destubetado, estabilidad del cepellón y arquitectura radical

Para las variables destubetado, estabilidad del cepellón y arquitectura radical se analizaron niveles del grado de complejidad como se indica en la *Tabla 2*.

TABLA 2
Niveles establecidos para las variables destubetado, estabilidad del cepellón y desarrollo radical

<i>Variable</i>	<i>Nivel</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Destubetado	Fácil	Medio	Difícil
Estabilidad del cepellón	Alta	Intermedia	Baja
Arquitectura radical	Buena	Aceptable	Mala

Procesamiento estadístico

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y una prueba de comparación de medias de Duncan para un 95 % de probabilidad para la comparación de las propiedades físicas de los sustratos, mientras que para las variables nominales destubetado, estabilidad del cepellón y arquitectura radical se realizó un análisis de correspondencia. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS ver. 15.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física de los sustratos

El análisis de las propiedades físicas (Tabla 3) indicó diferencias significativas entre los sustratos, influenciado por las diferentes proporciones de biocarbón.

TABLA 3

Valores medios y desviación típica de la densidad aparente (DA), diámetro medio de partículas (DMP) y retención de humedad (RH) de los sustratos

Sustrato	DA ($g \times mL^{-1}$)	DMP (mm)	RH (%)
BC	$0,26 \pm 0,02^f$	$0,34 \pm 0,02^i$	$68,73 \pm 1,25^a$
T	$0,62 \pm 0,02^a$	$1,03 \pm 0,02^a$	$42,10 \pm 1,60^f$
C	$0,55 \pm 0,01^b$	$1,00 \pm 0,06^b$	$53,54 \pm 1,15^e$
T20	$0,32 \pm 0,01^e$	$0,37 \pm 0,01^g$	$64,63 \pm 0,67^b$
T50	$0,46 \pm 0,01^c$	$0,61 \pm 0,01^e$	$57,34 \pm 1,53^d$
T80	$0,57 \pm 0,01^b$	$0,90 \pm 0,02^c$	$52,94 \pm 1,42^e$
C20	$0,32 \pm 0,02^e$	$0,42 \pm 0,01^h$	$65,49 \pm 1,60^b$
C50	$0,44 \pm 0,03^d$	$0,46 \pm 0,01^d$	$59,20 \pm 1,14^c$
C80	$0,43 \pm 0,02^d$	$0,89 \pm 0,01^c$	$58,36 \pm 1,04^{cd}$

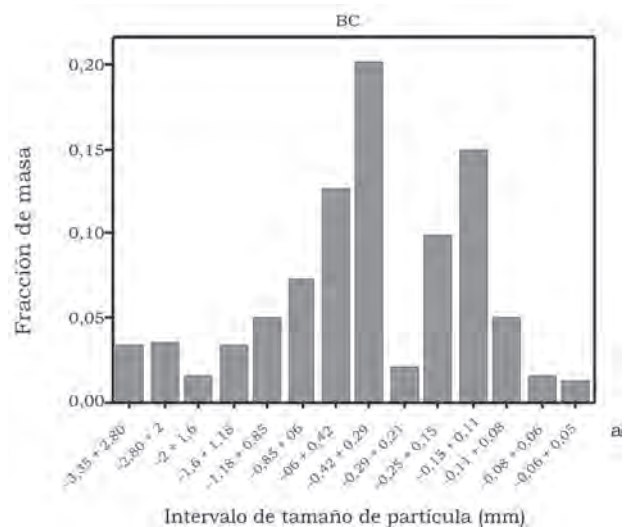
En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para la prueba de comparación de medias de Duncan con una $p \leq 0,05$.

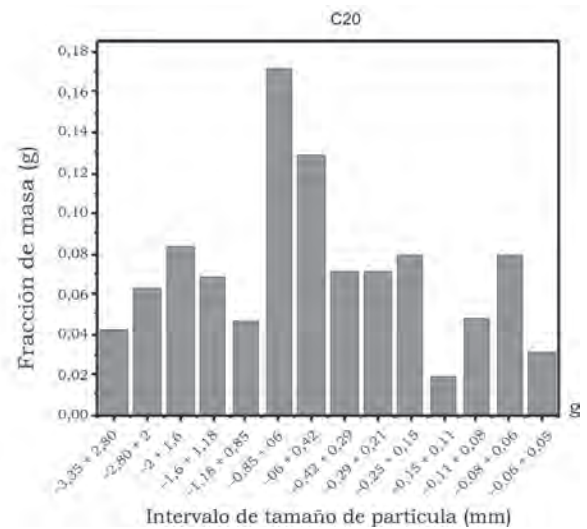
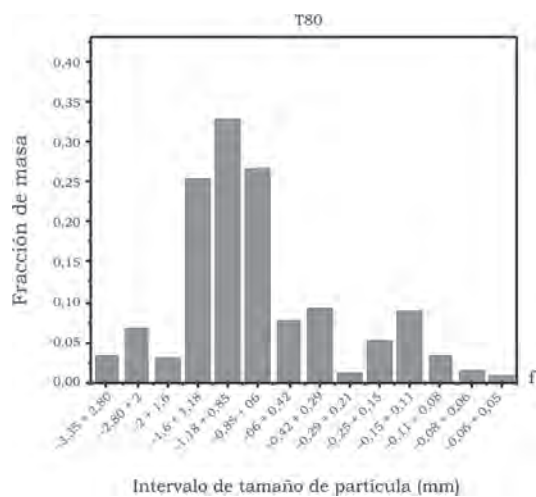
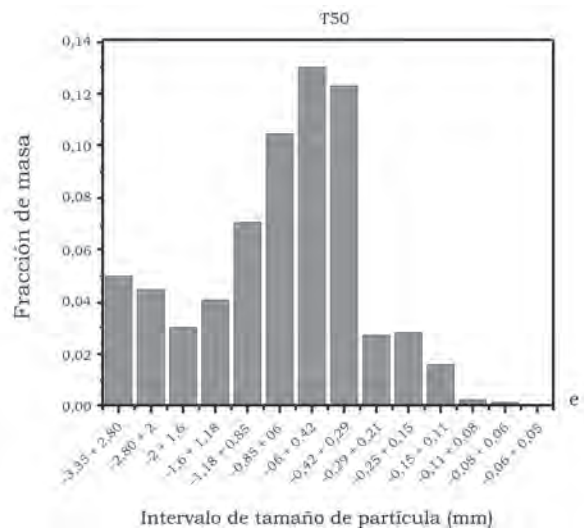
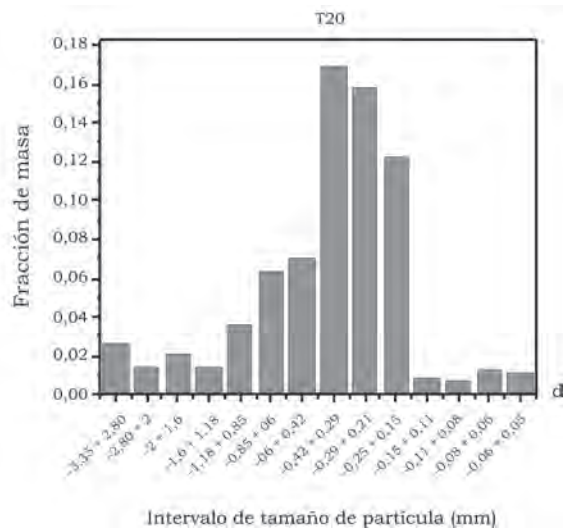
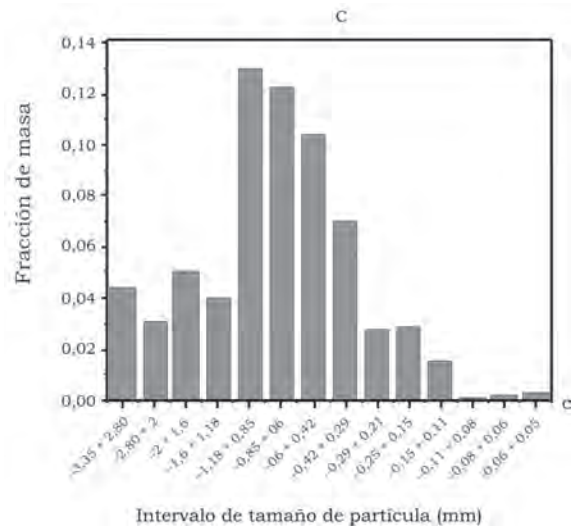
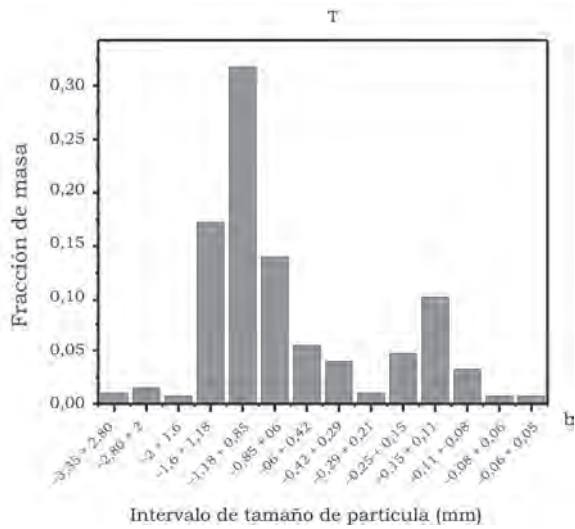
Los valores más bajos DA y DMP correspondieron al biocarbón, lo que condiciona los valores más altos para la RH, lo cual está dado por la presencia de partículas pequeñas que hacen que disminuya la porosidad total y aumenta la capacidad de retención de agua al disminuir el tamaño de los poros interpartículas [Ansorena, 1994]. Las mezclas, por su parte, mostraron valores intermedios al de los

constituyentes individuales, lo que evidenció que las combinaciones con biocarbón empleadas influyeron en todas las propiedades físicas. Con relación a la densidad aparente, Guzmán (2003) sostiene que valores menores de $0,2 \text{ g} \times \text{mL}^{-1}$ es buena; sin embargo, Ansorena (1994) argumenta que estos pueden llegar a ser cercanos a $0,4 \text{ g} \times \text{mL}^{-1}$. De forma general, los sustratos donde el biocarbón se halla por encima del 50 % se alcanzan los niveles idóneos.

Acerca de la retención de humedad, Abad *et al.* (1999), citado por Guzmán (2003), expone que los sustratos que retengan al menos el 50 % de humedad son apropiados para el desarrollo de las plántulas en tubetes. De forma general, todos los sustratos satisfacían con dicha condición, con excepción de T, y en aquellos resultantes de las combinaciones con biocarbón se modificó dicha propiedad positivamente.

Como se aprecia en la Fig. 1 (a, b, c, d, e, f, g, h, i), los sustratos individuales de T y C presenta una concentración en los intervalos de mayor diámetro promedio de partículas, y el biocarbón posee una distribución más homogénea a intervalos de menores tamaños de partículas. La adición de biocarbón proporciona una nueva distribución para cada sustrato, donde se incorporan fracciones correspondientes en su mayoría a menores tamaños de partícula. Por tanto, esto puede ser una de las causas de la mayor retención de humedad.





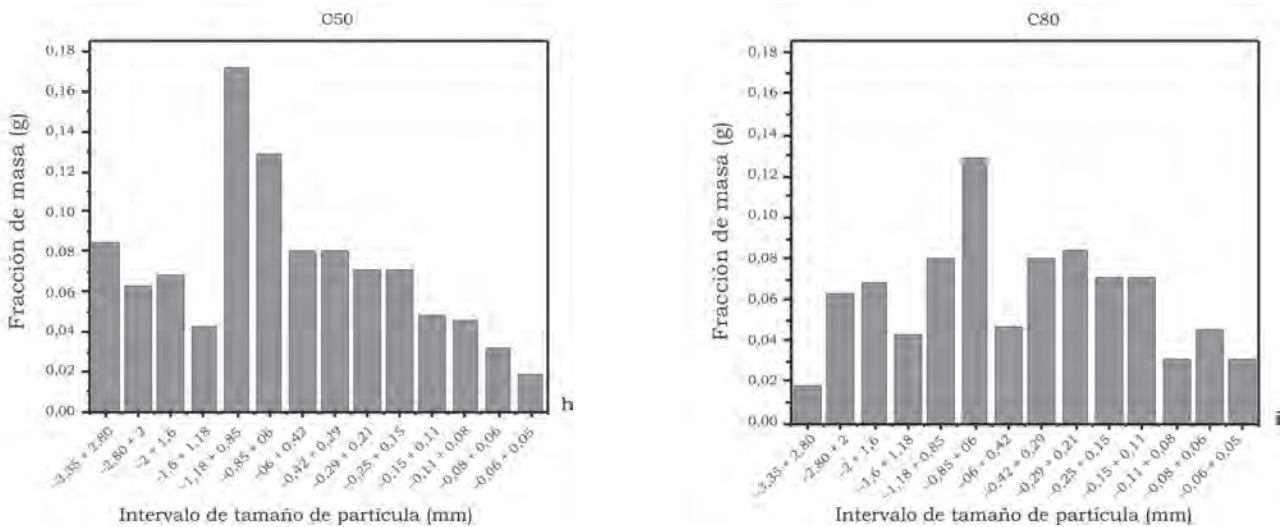


Figura 1. Distribución del tamaño de las partículas en los sustratos.

La relación entre dichas propiedades se comprobaron en la matriz de correlación de Pearson (Tabla 4), donde las correlaciones fueron altamente significativas ($p \leq 0,01$), y las más correlacionadas fueron DA y RH, por lo que puede simplemente determinar la DA para tener un indicador de la posible RH de un sustrato en la práctica.

Análisis de las propiedades relativas al destubetado, la estabilidad del cepellón y la arquitectura radical

El análisis de correspondencia mostró una correlación significativa ($p \leq 0,05$) entre los sustratos y las variables destubetado, estabilidad del cepellón y arquitectura radical (Tabla 5), con valores de inercia total mayores que uno.

TABLA 4

Matriz de correlación de Pearson para las variables físicas

	DMP	RH	DA
DMP	1,000	-0,884**	0,931**
RH		1,000	-0,943**
DA			1,000

**Significativa para $p \leq 0,01$.

DA: Densidad aparente DMP: Diámetro medio de partículas
RH: Retención de humedad

TABLA 5

Resumen del análisis de correspondencia

Destubetado						
Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia	
					Explicada	Acumulada
1	0,944	0,891			0,583	0,583
2	0,799	0,638			0,417	1,000
Total		1,529	137,6	0,000	1,000	1,000
Estabilidad del cepellón						
1	0,961	0,923			0,660	0,660
2	0,690	0,476			0,340	1,000
Total		1,399	125,889	0,000	1,000	1,000
Arquitectura radical						
1	0,960	0,921			0,534	0,534
2	0,896	0,803			0,466	1,000
Total		1,724	155,194	0,000	1,000	1,000

En la Fig. 2 se puede apreciar que a un fácil destubetado estuvieron asociados los sustratos BC, T20, T50, C50 y C80; medio a C y T80, y

difícil T, por lo que se puede concluir que BC como acondicionador incide favorablemente en esta propiedad.

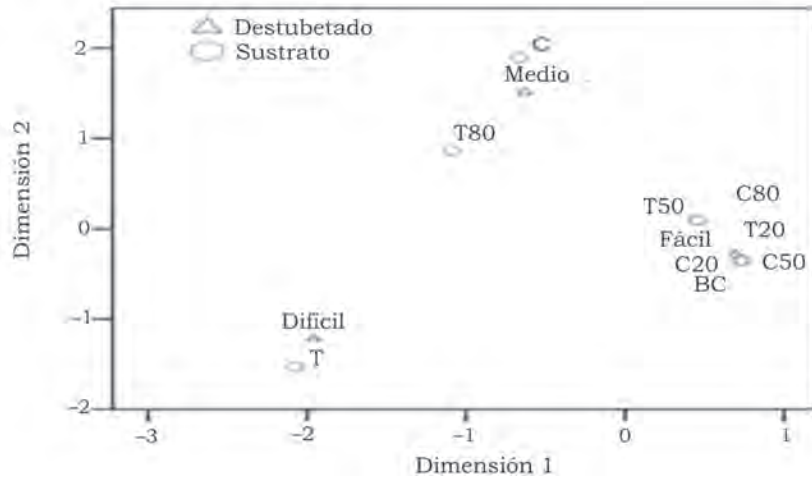


Figura 2. Representación en dos dimensiones de la relación entre los niveles del destubetado y los sustratos.

En la Fig. 3 se puede apreciar que proporciones de BC del 80 % disminuye la estabilidad del cepellón

tanto en turba como en cachaza. Esto reafirma el uso de biocarbón solo como acondicionador.

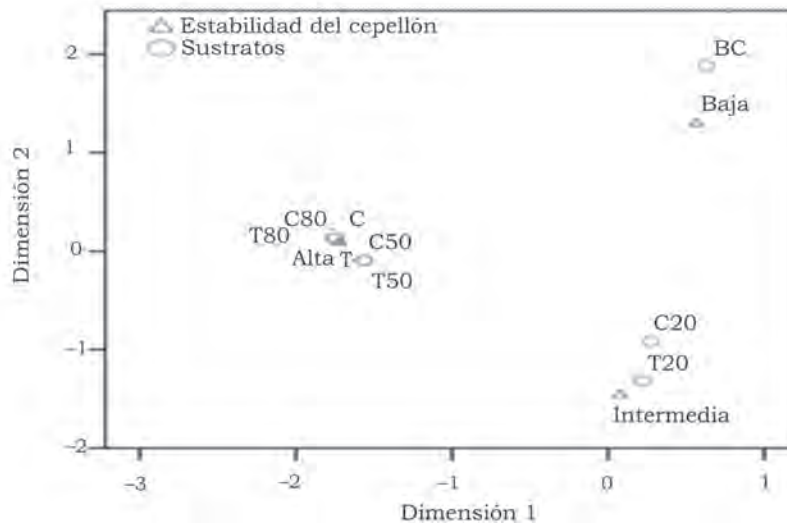


Figura 3. Representación en dos dimensiones de la relación entre los niveles de estabilidad del cepellón y los sustratos.

La arquitectura radical fue buena para la mayoría de los sustratos (Figs. 4 y 5a, b, c), excepto T, que

se consideró malo, lo cual indica que la presencia de BC favorece el desarrollo del sistema radical.

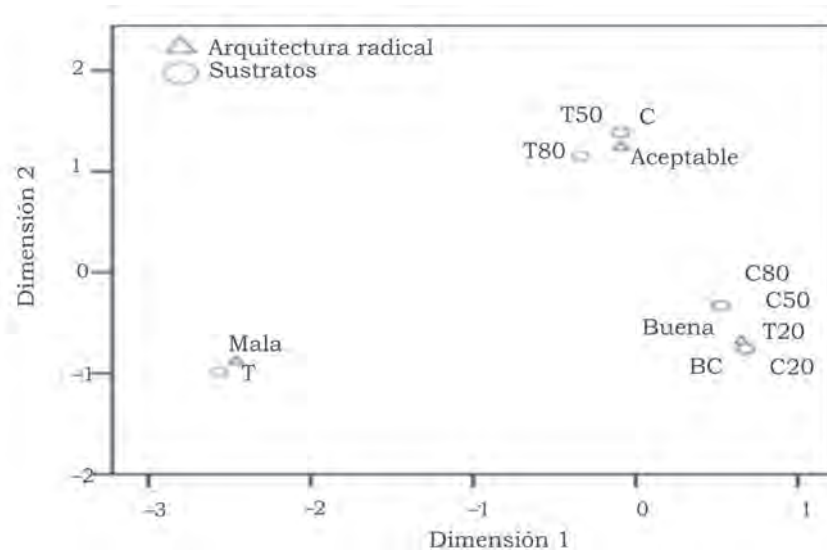


Figura 4. Representación en dos dimensiones de la relación entre los niveles de arquitectura radical y los sustratos

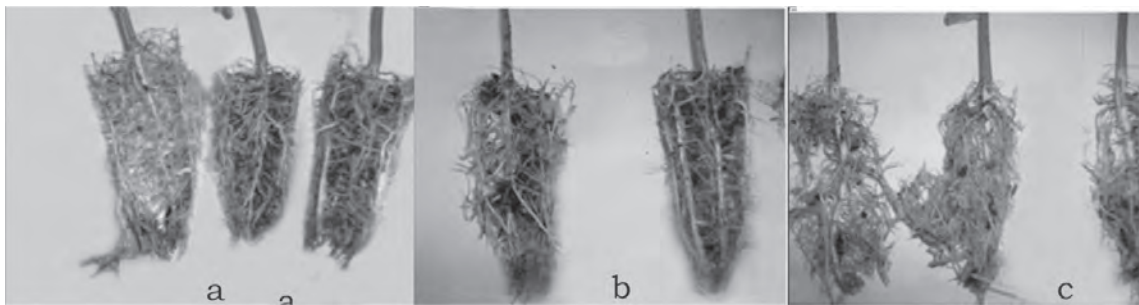


Figura 5. Arquitectura radical: a: buena, b: aceptable, c: mala.

El destubetado es una propiedad física asociada al desarrollo radical y las propiedades físicas de los sustratos. Un menor grado de desarrollo del sistema radical puede disminuir la estabilidad del cepellón.

Castillo *et al.* (2006), en la evaluación de diferentes sustratos compuestos por cachaza como elemento principal en la producción de plantas de *Eucalyptus grandis*, demostraron que las plantas con una mayor colonización de las raíces sobre el sustrato presentan una menor resistencia al destubetado. Estos autores refieren que las variables destubetado, estabilidad del cepellón y arquitectura radical están estrechamente relacionadas entre sí, las cuales se deben tener en cuenta a la hora de estudiar los sustratos, pues del buen comportamiento de ellas depende en gran medida el éxito de la plantación.

Luego, el empleo de biocarbón como componente de los sustratos mejora la mayoría de las propiedades físicas e incide positivamente en las propiedades químicas. En este caso los sustratos con mejores características físico-químicas para el desarrollo de plántulas son aquellos donde el biocarbón está al 50 % o más, en particular las mezcla con cachaza (C50 y C80).

CONCLUSIONES

- El biocarbón presentó un efecto acondicionador de las propiedades físicas en turba y cachaza con una disminución de la densidad y aumento de la retención de humedad de los sustratos.
- Las mejores propiedades químicas y físicas en los sustratos compuestos por biocarbón

con cachaza en la proporción 50:50 % y 20:80 % (C50 y C80) indican su potencial para el uso en tubetes.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSORENA, M.J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. España. Ediciones Mundi-Prensa. 172 p.
- ASTM (E-29). 1972. Guidelines for establishing sieve analysis procedures. 50 p.
- CASTILLO, M.I.C., ET AL. 2006. Evaluación de diferentes sustratos compuestos por cachaza como elemento principal en la producción de plantas de *Eucalyptus grandis* en contenedores. Revista Forestal Baracoa (CU) 25 (2):75-85.
- DURENKAMP, M., LUO, Y., BROOKES, P.C. 2010. Impact of black carbon addition to soil on the determination of soil microbial biomass by fumigation extraction. Soil Biology Biochemical (EU) 42:2026–2029.
- GLASER, B., LEHMANN, J., ZECH, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal a review. Biology Fertil. Soils (EU). 35:219–230.
- GRABER, E.R., ET AL. 2010. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. Plant Soil (NL) 337:481-496.
- GUZMÁN, J.M. 2003. Sustratos y tecnología de almácigo. En: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica. p 25.
- LAIRD, D., ET AL. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma (NL) 158:436–442. doi:10.1016/j.geoderma.2010.05.012
- MADARI, B.E. 2009. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): sus características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: Teixeira, W.G. et al. As terraspretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento naciação de novas áreas. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental. p. 174-187
- Manejo en suelos y sustratos agrícolas. San José, Costa Rica. 23 p.
- NOVAK, J.M., ET AL. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a TypicKandiudult. Geoderma (NL) 154:281-288. doi:10.1016/j.geoderma.2009.10.014
- SCHMIDT, M.W.I., SKJEMSTAD, J.O., GEHRT, E., KÖGEL, K.I. 1999. Charred organic carbon in German chernozemic soils. European Journal of Soil Science (GB) 50:351–365.
- SMITH, L.J., COLLINS, P.H., BAILEY, L.V. 2010. The effect of young biochar on soil respiration. Soil Biology and Biochemistry (US) 42:2345-2347.
- STEINER, C., ET AL. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant and Soil (NL) 291:275-290.

RESEÑA CURRICULAR:

Autor principal: Yasiel Arteaga Crespo

Químico de formación y docente e investigador en el área de fisiología forestal y viveros forestales en la Universidad de Pinar del Río. Tiene publicaciones en revistas de alto impacto científico.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA SEGÚN MECANISMOS FUNCIONALES DE ALGUNOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y ARBUSTIVOS COSTEROS DEL NORTE DE CAMAGÜEY, CUBA

ECOLOGICAL WORKING OF SOME FORES AND SHRUB COAST OF NORTHERN CAMAGÜEY, CUBA, ACCORDING FUNCTIONAL WORKING

DR. C. EVERARDO PÉREZ-CARRERAS, DR. C. ROBERTO VÁZQUEZ-MONTES DE OCA Y M. SC. RAFAEL MARTÍN-PALACIOS

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loynaz. Circunvalación Norte, Camagüey, Cuba,
everardo.perez@reduc.edu.cu, teléf.: 261593, 234101

RESUMEN

El funcionamiento ecológico de un área forestal incide directamente en el éxito de las supervivencias de las posturas, desarrollo de las plantaciones y en la restauración ecológica de los ecosistemas. Los resultados se obtuvieron en dos sitios silvestres de más de 100 ha cada uno, entre 2008 y 2010, en las zonas costeras de la península de Pastelillo y la playa Santa Lucía, municipio de Nuevitás, provincia de Camagüey. Se valoraron las formaciones vegetales, composiciones florísticas, niveles tensionales y sus funcionamientos respectivos. Se identificaron las asociaciones vegetales con las especies dominantes y dominadas del dosel, sus habilidades adaptativas, reproductivas y competitivas, los rodales desde pocos, altos hasta normalmente densos, y se valoraron las densidades y las distancias en centímetros entre los individuos en cada comunidad, determinándose el número aproximado por hectáreas y los reclutamientos de posturas. Se obtienen datos de los incrementos diamétricos que proporcionan información sobre la productividad primaria, niveles de aprovechamientos y desarrollo de la biomasa de las especies de mayor aprovechamiento económico.

Palabras claves: *funcionamiento ecológico, sitios silvestres, restauración ecológica, habilidades competitivas, reforestación sucesional.*

INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo XVII Camagüey ha sido impactada por intensas transformaciones antró-

ABSTRACT

The ecological function of a forestal area impact directly in to the success of new plantation survival, plantations development and in the ecological restoration of the ecosystems. Results were obtained in two wild sides in the coast over 100 ha each one between 2008-2010 in border zones of Pastelillo peninsula, Nuevitás and Santa Lucía beach in Camagüey. Were value: vegetable formations, floristic composition, tensional levels and working. Were determine and identified the vegetal associations with dominant species of the canopy, competitive skills and the domined areas, middles and normally dense are valuated and measured in centimeters between members in every community determined the quantities by hectareas and the real quantity of new trees. Are valuated the diametric increases that provide activity information about the primary productivity, approach levels and biomass development, adaptative behavior, species volumetric increases of economic impact.

Key words: *wild places, ecological working, ecological restoration, competitive skills, successive reforestation.*

picas de las coberturas boscosas y arbustivas montañosas, costeras y cayos adyacentes; los

referidos territorios, sin embargo, actualmente conservan algunos recursos con ecosistemas y paisajes con cierta naturalidad y biodiversidad con respecto a las formaciones vegetales y su fauna asociada, y cubren el 25 % de la provincia [CITMA-SPAP, 2010].

Los efectos biológicos de la fragmentación de los ecosistemas de los sitios silvestres costeros península de Pastelillo (punta El Guincho) y la playa Santa Lucía, ambos en Nuevitas, Camagüey, afectan la biodiversidad y las condiciones microclimáticas de esos territorios, influyendo directa e indirectamente en la abundancia-dominancia de las especies y sus interacciones biológicas intra e interespecíficas en las comunidades que conforman [Pérez-Carreras *et al.*, 1997, 2008, 2009]. El análisis del funcionamiento ecológico permite determinar la existencia de tres patrones en la configuración espacial de los restos de hábitats existentes que facilitan inferir la desfavorable incidencia de este proceso continuo sobre la supervivencia de las biocecosis de dichas zonas. En los tres patrones se significan pérdida neta en la disponibilidad de hábitats de algunas especies, tanto arbóreas, arbustivas como herbáceas que inciden en el tamaño de sus poblaciones; reducción territorial de los fragmentos de ecosistemas con vegetación natural y los incrementos de las distancias ecológicas entre los fragmentos naturales, dificultando o impidiendo que las poblaciones intercambien individuos de sus especies, reponerse con el flujo genético y energético y limitando la recolonización y reclutamientos de individuos en las poblaciones, significando una potencial extinción de las especies.

Las pérdidas de hábitats y la desaparición de las especies botánicas y faunísticas en ambos territorios costeros hizo indispensable el estudio funcional de las comunidades fragmentadas para proponer su restauración ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como parte de la metodología de las mediciones en el campo se utilizaron cintas métricas de hasta 20 m de largo, y para medir el grosor de las esteras radicales dentro de los suelos, reglas de madera con puntas de hasta 50 cm.

En el campo, con el método aleatorio se realizaron cuatro transectos en la parcela 1 (península

de Pastelillo), para un total de 114 valoraciones funcionales puntuales y cinco transectos con 101 valoraciones en la segunda parcela de playa Santa Lucía, cada transecto con una longitud aproximada de 350-1600 m y un ancho hacia ambos lados de 15-20 m. Se estructura la base de datos en el software SPSS-versión 15.0 para Windows 2006. Se codificaron las variables territorio (territorio) o parcelas y transectos (transect) y se midieron las variables distancia (distancm) entre individuos, que facilitó calcular el número aproximado de árboles, arbolitos y arbustos por hectáreas (para estas investigaciones la unidad básica de medida de superficie), diámetro (diámetrocm), para valorar el aumento de la biomasa del ecosistema (se midieron los troncos o fustes de cada individuo a partir de 2 cm de perímetro) y grosor de las esteras radicales ER (cm) dentro de los suelos. Se exploró la base de datos para valorar las características de la distribución de las variables con el objetivo de probar su normalidad y utilizar las estadísticas descriptivas. Se aplicaron los tests no paramétricos, porque las variables distancia entre los árboles, diámetro de los fustes, o troncos y grosor de las esteras radicales no dieron distribución normal en ninguno de los territorios (parcelas) ni transectos; al respecto, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Para relacionar las tres variables referidas se utilizó la correlación de rango (Rho de Spearman).

Por las características del interés del estudio funcional se utilizan los tests no paramétricos de Mann-Whitney (M-W) y Kruskal-Wallis (K-W) con las variables distancia, diámetro y grosor de las esteras radicales, para la comparación entre los territorios de Nuevitas y valorar el comportamiento funcional de los transectos dentro de cada territorio en las variables ya referidas.

Las colectas de muestras de ejemplares botánicos se identificaron en instituciones con herbarios y colecciones de maderas de la provincia. En los trabajos de gabinete se revisaron diferentes bibliografías, entre ellas León, Hno. y Hno. Alain (1951, 1953, 1957, 1964); para los estudios sobre funcionamientos ecológicos, sobre la base de las habilidades reproductivas, adaptativas y competitivas de las especies arbóreas y algunas arbustivas, se basaron en los resultados de Capote *et al.* (1988), Herrera *et al.* (1988, 1997), Herrera. R. (comun., pers., nov.

2003) y Pérez-Carreras *et al.* (1992 al 1999 y Pérez-Carreras, 2000 al 2010). Se valoraron los Índices de Respuestas Funcionales (IRF), Tensión Abiótica (ITA) y Ceno-Competitivo (ICC) de los grupos de especies dominantes funcionales de cada parcela [IES, 1990]. Se consideraron las densidades y pesos de las maderas [Fors, 1957; Carreras y Dechamps, 1995], crecimientos de las especies, los Índices de Densidad de Población (IDP) e Incrementos Diamétricos (IID) de cada comunidad [Samek, 1974; Sablón, 1984; Pérez-Carreras *et al.*, 1995], entre otros datos, considerando las etapas sucesionales de cada sitio. Para las propuestas de restauración ecológica se consultaron los resultados propuestos por Matos (2010) y Urbino (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según criterios florísticos de Borhidi y Muñiz (1986), la franja costera del norte de Camagüey, se ubica en el sector Cuba central, subsector Cuba centro-oriental, distrito cayos, costas y cañerías septentrionales de Cuba centro-oriental.

Territorios 1 y 2: península de Pastelillo (punta El Guincho) y playa Santa Lucía

Por las características fisonómicas de las formaciones vegetales boscosas-arbustivas en ambos territorios son siempreverde micronotófilas de altura baja a media (4-12 m), con algunos emergentes de hasta 12 m, entre ellos *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. ssp. *latisiliquum* (soplillo). El bosque insular constituye un rodal con densidad normal, donde se percibe una superficie cubierta del 90 %; los matorrales también constituyen rodales con densidades normales; en su proyección horizontal se observa una superficie cubierta entre el 60-75 %; el resto de ambas formaciones vegetales lo ocupan claros o calveros con algunos arbustos dispersos y herbáceas. Los matorrales eutónicos con alturas desde 1 a 4 m aparecen en aquellos sitios con tensiones mayores, por lo que el medioambiente local ha situado un conjunto de condiciones que establecen la función selectiva entre los taxones del bosque y los matorrales naturales y secundarios; los últimos aparecen como invasores en algunas áreas.

Las formaciones vegetales costeras, además de las condiciones de eutónicas e insulares, constituyen formaciones mixtas y restauradoras, en

correspondencia a los sitios poco protegidos, a los diversos factores abióticos y bióticos que lo impactan, entre ellos la acción eólica, intensa insolación, fuertes tensiones hídricas, fluctuaciones en el manto freático y alteraciones por la alternancia de etapas con días muy poco húmedos con días lluviosos intensos, alteraciones en la evapotranspiración, problemas nutricionales, edáficos (tipo y profundidad de los suelos) e impactos intra e interespecíficos por la competencia, adaptación y desplazamientos sucesionales de los cuatro grupos ecológicos funcionales de especies (pioneras o exuberantes, colonizadoras u oportunistas o invasoras, estabilizadoras o austeras, y rezagadas o lentas o muy lentas). Estos ecosistemas reciclan los contenidos energéticos a velocidades que van desde muy rápidas (taquizimóticos), medias (eremazimóticos), bajas (mesozimóticos) o muy bajas (eueremazimóticos). La resistencia a las tensiones está proporcionada además por el conjunto de posibilidades genéticas de cada especie de las formaciones referidas [Herrera, Menéndez y Vilamajó, 1988 y Herrera y Priego, 1997].

Se presentan en los territorios 1 y 2 los procesos de anaerobiosis en algunos segmentos del suelo; se relacionan con empantanamientos por mal drenaje, donde aparecen comunidades con diferentes especies herbáceas halófitas, entre ellas *Batis maritima* L. (barrilla), *Heliotropium indicum* L. (alacrancillo), *Philoxerus vermicularis* (L.) R. Br. (perejil de costa), *Salicornia bigelovii* Torr. (yerba de vidrio), *Sesuvium maritimum* (Walt.) BSP. (verdolaga), *Sesuvium portulacastrum* L. (verdolaga de playa), *Stemodia maritima* L. (hierba de iguana), *Suaeda linearis* (Ell.) Moq. (sosa) y *Suaeda fruticosa* Forsk., y arbóreas, principalmente de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (patabán), entre otras especies del manglar.

El equilibrio dinámico en las fitocenosis estudiadas la conforman diferentes familias, géneros y especies con una fauna asociada, que evolutiva y adaptativamente contribuyen al crecimiento y fitodiversidad de los territorios costeros, con abundancia-dominancia de taxones esclerófilos y otros con cierta espiniscencia; se significan las arbustivas *Erithalis fruticosa* L. (tarro de chivo), *Antirhea lucida* (Sw.) Benth. et Hook, *Citharexylum fruticosum* L. var. *fruticosum*, *Jacquinia*

aculeata (L.) Mez (espuela de caballero), *Jacquinia brevifolia* (Griseb.) Urb. (espuela), *Jacquinia shaferi* Urb., *Jacquinia stenophylla* Urb. (espuela de caballero de costa), *Lantana involucrata* L. (filigrana de costa), *Morinda royoc* L. (piñipiñi), *Randia aculeata* L. (agalla de costa), *Randia spinifex* (R. et S.) Standl. (agalla) y *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl. (verbena cimarrona), entre otras, las que responden competitiva y adaptativamente a las tensiones abióticas y bióticas que estructuran el tapiz vegetal.

En los territorios 1 y 2 se hallan grupos de especies intolerantes y tolerantes a la competencia [Bisse, 1988] que utilizan estrategias funcionales distintas para el bosque y los matorrales, para que subsistan en sitios con altas tensiones, como son las formaciones vegetales ubicadas sobre las pequeñas e impactadas alturas cárnicas de la península Pastelillo, con yacimientos de calizas en explotación y los ecosistemas de la playa Santa Lucía que incluyen lagunas, zonas bajas y dunas costeras, con manifestaciones de efectos de barrera o ecotono, también impactados por numerosas infraestructuras y otras obras de fábricas. Bajo estas condiciones se estima entre veinte y treinta años para lograr la restauración ecológica de los calveros y los yacimientos en etapa de abandono de la península, debido a que se requiere de la conformación y enriquecimientos naturales de los suelos, que determinan objetivamente sobre las respectivas sucesiones vegetales naturales e inducidas, con herbáceas, arbustivas y arbóreas, con su fauna asociada ya existente en la localidad y 10-15 años para el territorio aledaño a la playa Santa Lucía [Pérez-Carreras et al., 2008, 2009; Matos, 2010 y Urbino, 2010]. Se deben utilizar los bancos de germoplasma y la regeneración natural de los sitios silvestres próximos, tanto boscosos, arbustivos como los herbáceos, los que utilizan como estrategias funcionales adaptativas, reproductivas y competitivas la presencia constante en el suelo del colchón de hojarasca, los bancos de semillas y de plántulas, que se relacionan con la producción de flores, frutos secos, carnosos y semillas de los individuos adultos, que constituyen las diferentes especies de la comunidad y representa el principal potencial de la recuperación natural de esos ecosistemas costeros.

Es vital para las formaciones la prohibición de las talas antigenéticas [Samek, 1974], y en las

áreas próximas a la playa evitar las chapeas del sotobosque. La identificación de las estrategias funcionales de las especies en estos sensibles ecosistemas permiten conocer los posibles mecanismos para sus restauraciones ecológicas [Pérez-Carreras et al., 1997, 2008, 2009].

El equilibrio dinámico alcanzado en el bosque y el matorral, con sus diferentes fitocenosis, evolutiva y adaptativamente contribuyen al crecimiento y fitodiversidad del tapiz vegetal costero, presentando abundancia-dominancia de taxones esclerófilos con hábitos biológicos árbol, arbolito y arbusto.

En los territorios de Pastelillo y de la playa Santa Lucía se valoran cinco y seis asociaciones vegetales, respectivamente.

Península de Pastelillo

- Poblaciones de árboles de *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto) y *Bucida buceras* L. (júcaro negro) asociados con árboles y arbolitos de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. Ssp. *latisiliquum* y *Coccothrinax littoralis* León (yuraguana de costa).
- Poblaciones de arbustos de *Caesalpinia bahamensis* Lam. (brasilete), *Caesalpinia vesicaria* L. (Brasil) y *Belairia mucronata* Griseb. (yamaquey negro) asociados con arbustos y árboles de *Comocladia dentata* Jacq. (guao prieto), *Comocladia platyphylla* A. Rich. (guao de sabana) y *Metopium brownei* (Jacq.) Urb. (guao de costa).
- Poblaciones de árboles de *Crescentia cujete* L. (güira cimarrona), *Coccoloba diversifolia* Jacq. (uvilla) y *Coccoloba retusa* Griseb. (uvilla), asociados con árboles de *Tabebuia angustata* Britt. (roble blanco), *Cordia sebestena* L. (vomitel) y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (almácigo).
- Poblaciones de árboles de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. Ssp. *latisiliquum*, *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., asociados con árboles de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Coccoloba diversifolia* Jacq.
- Poblaciones con herbáceas, entre otras *Cyperus alternifolius* L. (quitasol chino), *Cyperus elegans* L. (hierba de cuchillo), *Cyperus ligularis* L. (junco de agua), *Cyperus planifolius* L. C. Rich. y *Rhynchospora stellata* (Lam.) Griseb. var. *stellata* (estrella), asociados con arbustivas de *Erithalis fruticosa* L. (tarro de

chivo), *Exostema caribaeum* (Jacq.) R. et S. (carey), *Bourreria succulenta* Jacq. var. *succulenta* (ateje de costa) y *Ehretia tinifolia* (roble prieto), entre otras.

Playa Santa Lucía

- Poblaciones de árboles de *Avicennia germinans* (L.) L. asociados con poblaciones de árboles de *Conocarpus erectus* L. var. *erectus* (yana) y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. Ssp. *latisiliquum*.
- Poblaciones de arbustivas de *Bucida spinosa* (Northrop) Jennings (jucarillo) asociados con arbustivas de *Caesalpinia bahamensis* Lam., *Caesalpinia vesicaria* L. y *Belairia mucronata* Griseb.
- Poblaciones de árboles de *Conocarpus erectus* L. var. *erectus* asociados con árboles y arbustivas de *Coccoloba diversifolia* Jacq. y *Coccoloba uvifera* (L.) L. (uva caleta).
- Poblaciones de árboles de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. ssp. *latisiliquum*, asociados con árboles de *Metopium brownei* (Jacq.) Urb.
- Poblaciones de arbustivas de *Pithecellobium circinale* (L.) Benth. (arandelilla), *Pithecellobium guadalupense* (Pers.) Chapm. (arandela), *Pithecellobium obovale* (A. Rich.) Wr. (encinillo) y *Pithecellobium hystrix* (A. Rich.) Benth. (uña de gato), asociados con árboles de *Coccoloba diversifolia* Jacq. y *Metopium brownei* (Jacq.) Urb.
- Poblaciones de arbóreas y arbustivas de *Casasia clusiaefolia* (Jacq.) Urb. (jagua de costa) y *Erithalis fruticosa* L., asociados con arbustivas de *Ernodea littoralis* Sw., *Exostema caribaeum* (Jacq.) R. et S. y *Strumpfia maritima* Jacq., entre otras.

Para la restauración ecológica de los sitios silvestres costeros, con el componente suelo como elemento fundamental, por ser generalmente escaso en estas áreas sometidas a fuertes tensiones, las asociaciones vegetales presentes constituyen importantes indicadores ecológicos para proponer la revegetación y reforestación de los segmentos dañados, ya que deben ser seleccionadas las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas por sus habilidades adaptativas, reproductivas y competitivas, las que existen naturalmente en las poblaciones que conforman las diferentes comunidades. Los sitios impactados tienden a mantener la vocación forestal para las especies que conforman sus biocenosis, lo

que influye positivamente en la supervivencia de sus individuos [Herrera, Menéndez y Vilamajó, 1988; Betancourt, 1999, 2000; Pérez-Carreras et al. 1995, 1997, 2008, 2009; Matos, 2010 y Urbino, 2010].

Para seleccionar las especies a utilizar en la restauración ecológica de los territorios hay que considerar las adaptaciones estructurales y funcionales de estos complejos ecosistemas, entre ellas la disminución de las áreas foliares y su correspondencia directa con las tasas fotosintetizadoras [Capote, García y Herrera, 1988; Herrera, Menéndez y Vilamajó, 1988]. Se presentan, entre otros taxones notófilos, *Capparis cynophallophora* L. (mostacilla), *Erythroxylum havanense* Jacq. (jibá) y *Bursera inaguensis* Britt. (almaciguillo); micrófilos como *Belairia mucronata* Griseb., *Bucida subinermis* Bisse (jucarillo), *Caesalpinia bahamensis* Lam., *Caesalpinia vesicaria* L., *Diospyros crassinervis* (Krug. et Urb.) Standl. (ébano carbonero) y *Diospyros grisebachii* (Hiern.) Standl. (ébano) y algunos mesófilos, entre ellos *Agave legrelliana* Jacob. (agave), *Coccothrinax littoralis* León, *Cupania glabra* Sw. var. *glabra* (guáрана) y *Casasia clusiaefolia* (Jacq.) Urb. (jagua de costa). Las especies poseen distintas constitución genética y manifestación funcional; así se hallan en ambos territorios las estrictamente heliófilas, entre ellas *Cecropia schreberiana* Miq. (yagruma hembra) y *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásima) y otras esciófilas, como *Canella winterana* (L.) Gaertn. (cúrbana, malambo) y *Calophyllum antillanum* Britt. (ocuje), proporcionando a estos ecosistemas una estructura compleja en sus funcionamientos.

Entre otras respuestas funcionales se hallan las tasas de crecimientos de muchas de las especies, las que suelen ser lentas, constantes y estabilizadas (grupos funcionales estabilizadoras y rezagadas), proporcionando maderas resistentes, pesadas y duras, con mayores densidades en sus fibras [Fors, 1957, Sablón, 1984; Pérez-Carreras, 1995 y Carreras y Dechamps, 1995], respondiendo de forma efectiva a las tensiones ambientales de ambos territorios. Del grupo se significan taxones estabilizadores y rezagados, entre ellos *Gerascanthus gerascanthoides* L. (varía), *Diospyros crassinervis* (Krug. et Urb.) Standl. *Bucida buceras* L., *Caesalpinia bahamensis* Lam. y *Lysiloma sabicu* (L.) Benth. (sabicú).

La distancia en centímetro entre los árboles, arbolitos y arbustos de las formaciones resultó no significativa entre los territorios 1 y 2, ya que son áreas costeras con características análogas del municipio de Nuevitas, Camagüey (Tablas 1 y 2, Figs. 1 y 2).

La densidad de individuos en las poblaciones vegetales, analizada para los cuatro transectos del primer territorio (Pastelillo), varió en un rango, donde $N = 10 \dots 39$, para un total de 113 valoraciones funcionales puntuales, dando en todos los casos diferencia significativa para la distancia entre los árboles, arbolitos y arbustos, lo cual indica falta de uniformidad en la presencia de individuos de diferentes especies, en ocasiones provocada por las talas selectivas.

En el segundo territorio (playa Santa Lucía), la densidad de la población analizada para cinco transectos varió en un rango, donde $N = 10 \dots 32$, para un total de 101 valoraciones funcionales puntuales, dando en todos los casos diferencia significativa para la distancia entre los individuos de las diferentes especies (Tablas 3 y 4, Figs. 1 y 2).

Para los territorios Pastelillo y Santa Lucía, respectivamente, la densidad o población de plantas medidas manifestó lo siguiente: espaciamiento mínimo 41,6 y 57 cm; medio 96 y 98,3 cm; y máximo 200 y 241 cm, con un promedio general de 1,16 y 121 m de separación (distancia) entre individuos, respectivamente. La cantidad aproximada de árboles, arbolitos y arbustos, calculados para una hectárea (10 000 m²), es de 8951 para el bosque (territorio 1), y de 8881 para las formaciones arbustivas (territorio 2). El cálculo estimado de más de ocho mil individuos por hectárea permite valorar las formaciones existentes en estado denso, lo que se corresponde con el estadio sucesional fase de homeostasis II, propio de los bosques y matorrales protectores del litoral en estado de recuperación natural [Pérez-Carreras *et al.*, 1995, 1997, 2008, 2009]. Si se analiza la composición florística, estructura y funcionamiento del ecosistema boscoso-arbustivo, constituyen estadios que se dirigen hacia la fase clímax o de equilibrio dinámico, aunque faltan algunos taxones de los estratos dominantes, los que han sido sustraídos por talas selectivas, entre ellos *Lysiloma sabicu* (L.) Benth. (sabicú) y *Sideroxylum foetidissimum*

Jacq. subsp. *foetidissimum* (jocuma) para el bosque, y *Bucida buceras* (júcaro negro) y *Bucida palustres* (jucarillo) para los matorrales.

Estos impactos dañan estas formaciones vegetales que son protectoras del agua y los suelos de las zonas costeras de Nuevitas [Herrera, Menéndez y Vilamajó, 1988; Herrera y Priego, 1997; Méndez y de Risco, 1999; Pérez-Carreras, 1995, 1997, 2008, 2009].

Los estudios sobre el funcionamiento ecológico demuestran que dichos ecosistemas costeros no pueden ser dañados debido al desempeño funcional y estabilidad ecológica que proporcionan en esos sitios, además de que poseen asignadas por el Estado cubano las categorías de Bosques Protectores y de Conservación, reafirmados jurídicamente, por la Ley 81 de Medio Ambiente (1997), Ley 85 o Ley Forestal (1999), la Resolución 330 o Reglamento de Ley (1999) y el Decreto 268 sobre las Contravenciones de las regulaciones forestales (1999), entre otros.

El espaciamiento entre las plantas influye en el crecimiento de los individuos, sobre todo en estas áreas densas, donde la altura de las especies es menor de 15 m y también es menor el incremento en perímetro (p) y diámetro (d) de muchas de ellas. El espaciamiento denso impide la erosión de los suelos y la expansión de las especies invasoras y sinantrópicas que ya existen y son ajenas a las formaciones, entre ellas *Achyranthes aspera* L. (rabo de gato), *Bidens pilosa* L. (romerillo blanco), *Melochia tormentosa* L. (malva de caballo), *Waltheria indica* L. (malva blanca), *Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don (salvia de playa), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight. et Arn. (marabú), *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. (ipil-ipil) y *Ricinus communis* L. (higuereta), que crecen próximas a los yacimientos, vías de accesos, trochas e infraestructuras. La densidad se corresponde también con una mayor diversidad florística en las formaciones vegetales. En las áreas con matorrales xeromorfos, con abundancia-dominancia de especies espinosas, se hallan, entre otras, *Acacia choriophylla* Benth. (tamarindillo), *Acacia farneciana* (L.) Willd. (aroma amarilla), *Acacia tenuifolia* (L.) Willd. (tocino), *Mimosa fagaracantha* Griseb. (aroma) y *Mimosa pellita* Humb. et Bonpl. ex Willd. (Weyler).

Son escasas las herbáceas erguidas en el sotobosque, entre ellas *Agave legrelliana* Jacob.

(agave), *Bromelia pinguin* L. (piña ratón) y *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urb. (pita magüey), y abundan hacia los límites de los claros plantas trepadoras, rastreras y epifitas, entre ellas *Echites umbellata* Jacq. (curamagüey blanco), *Urechites lutea* (L.) Britt. (clavelitos), *Vanilla dilloniana* Correll (bejuco de lombriz), *Vanilla phaeantha* Richb. f. (vanilla), *Cattleyopsis lindonii* (Lindl.) Cogn. (San Pedro), *Epidendrum boothianum* Lindl. (orquídea silvestre), *Oncidium leiboldi* Rchb. F. (San Juan) y *Oncidium sphacelatum* Lindl. y los curujeyes, *Tillandsia flexuosa* Sw., *Tillandsia valenzuelana* A. Rich. y *Tillandsia usneoides* L. (guajaca).

En ambos sitios silvestres la variable diámetro de cada individuo en centímetro fue analizada para la misma cantidad de transectos de la variable distancia e igual número de valoraciones funcionales puntuales, dando en todos los casos diferencia significativa (Tablas 5 y 6). El crecimiento de los individuos botánicos está influenciado por el espaciamiento entre ellos; si es muy densa la formación vegetal (poca separación), es menor el incremento en diámetro de las plantas [Samek, 1974; Sablón 1984]. Se verifica la existencia de tres grupos funcionales principales de especies, de acuerdo con las clases diamétricas ($DAP_{1,30\text{ m}}$) para las parcelas 1 y 2, respectivamente, y valoradas por el perímetro (p) y diámetro (d) del tronco o fuste; un primer grupo con un d: 2,7 y 2,9 cm; segundo d: 4,1 y 4,6 cm, y el tercer d: 10,4 y 13,4 cm. En dichos grupos funcionales se ubican especies tolerantes e intolerantes a la competencia [Bisse, 1988]. Entre las tolerantes, *Casuarina equisetifolia* Forst. (casuarina) (p: 85,5 cm, d: 27,2 cm) y *Lysiloma sabicu* (L.) Benth. (p: 183 cm, d: 58,3 cm); intolerantes como *Copernicia yarey* Burret. (yarey), *Coccothrinax littoralis* León, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. ssp. *latisiliquum*. (p: 167 cm, d: 53,2 cm) y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (p: 53,5 cm, d: 17,3 cm); las últimas aportan las mayores alturas e incrementos en perímetros y diámetros. Con comportamiento medio, *Capparis cynophallophora* L. (mostacilla), *Capparis flexuosa* L. (palo barba), *Crescentia cujete* L., *Clusia rosea* Jacq. (cupey) y *Casasia clusiaefolia* (Jacq.) Urb. Se significan *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (p: 122 cm, d: 38,8 cm) y *Capparis ferruginea* L. (olivo) (p: 38 cm y d: 12,9 cm), por los mayores aportes en diámetros.

En las estrategias de distribución en clases diamétricas influyen positivamente las distintas capacidades de las semillas para germinar o no a la sombra y las condiciones posteriores, que permiten la supervivencia de las plántulas, su desarrollo y competitividad [Capote, García, Herrera. 1988; Herrera y Priego, 1997; Betancourt, 1999, 2000]. El número de individuos correspondientes a plántulas de especies arbóreas y arbustivas en estas comunidades predomina sobre el número de taxones de otras especies del estrato herbáceo del piso y el sinusio de lianas y epifitas.

En ambos ecosistemas costeros muchos individuos de diferentes especies presentan esteras radicales, las que se ubican en los suelos arenosos o entre las oquedades de las rocas calizas, con altos porcentajes de acumulación de materias orgánicas; las esteras son mecanismos funcionales importantes para la recuperación de los nutrientes, y su presencia evidencia que la vegetación está sometida a algún tipo de tensión hídrica o nutrimental, y constituyen índices visuales para reconocer aquellos ecosistemas sometidos a tensiones. El desarrollo de las esteras embebidas en una matriz de hojas, donde el reciclaje de nutrientes es bastante directo, permite a los ecosistemas poseer naturalmente un eficiente mecanismo de recuperación de nutrientes [Herrera y Priego, 1997].

En Pastelillo y Santa Lucía el grosor (profundidad) de las esteras radicales (ER) de cada individuo en centímetro fue analizada para los mismos transectos con igual número de valoraciones funcionales puntuales, dando en todos los casos diferencia significativa, tanto entre territorios como entre transectos (Tablas 5 y 6; Figs. 1 y 2).

Se determinan para la presencia o no de esteras tres principales comportamientos funcionales, los que guardan relación con los incrementos diamétricos de arbustos, arbolitos y árboles. Para los territorios 1 y 2, respectivamente, se mide el grosor y profundidad de las esteras en los suelos; al respecto, el grosor mínimo reporta 5,4 y 8 cm (mesozimótico), coincidiendo en zonas con abundancia-dominancia de arbustivas sobre el carso desnudo, con poco suelo depositados en oquedades y grietas. El grosor medio es de 8,4 y 12,5 cm (eremazimótico), también

con suelos escasos y afloramientos cársicos, pero con numerosas grietas y oquedades, y con árboles y arbustos de poca altura (4-10 m), y el máximo valor alcanza esteras de grosor promedio de 17,3 cm (eueremazimótico) en suelos más profundos, con menos humedad, y con descomposición lenta de la necromasa depositada se presenta un dosel más elevado (12-15 m).

Las áreas bajas con lodo e intensa humedad presentan densas poblaciones de *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto). Como existen condiciones de anaerobiosis, no se presentan esteras radicales, las que han sido sustituidas funcionalmente por los neumatóforos de dichas especies, las que intervienen en el rápido proceso de descomposición de la materia orgánica (proceso taquizimótico).

TABLA 1
Territorio uno (Pastelillo). Distribución y rango de las observaciones puntuales

Variables	Transect	N	Rango promedio
Distancm	1	39	45,99
	2	10	62,90
	3	39	57,44
	4	25	71,14
	Total	113	
Diámetro (cm)	1	40	77,63
	2	10	67,10
	3	39	60,59
	4	25	16,64
	Total	114	
ER (cm)	1	40	89,33
	2	10	90,20
	3	39	32,50
	4	25	32,50
	Total	114	

TABLA 2
Estadísticos de contraste (a, b). Prueba de Kruskal-Wallis

	Distancm	Diámetro (cm)	ER (cm)
Chi-cuadrado	9,400	54,348	101,450
gl	3	3	3
Sig. asintót.	0,024	0,000	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Transect

TABLA 3
Territorio 2 (Santa Lucía). Distribución y rango de las observaciones puntuales

Variables	Transect	N	Rango promedio
Distancm	1	10	63,05
	2	20	58,48
	3	29	48,74
	4	32	39,84
	5	10	66,25
	Total	101	
Diámetro (cm)	1	10	30,40
	2	20	76,13
	3	29	47,21
	4	32	43,78
	5	10	55,45
	Total	101	
ER (cm)	1	10	12,00
	2	20	31,93
	3	29	68,21
	4	32	57,52
	5	10	57,40
	Total	101	

TABLA 4
Estadísticos de contraste (a, b). Prueba de Kruskal-Wallis

	Distancm	Diámetro (cm)	ER (cm)
Chi-cuadrado	10,527	22,340	38,758
gl	4	4	4
Sig. asintót.	0,032	0,000	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Transect

TABLA 5
Territorios 1 y 2. Distribución y rango de las observaciones puntuales

Variables	Territor	N	Rango promedio	Suma de rangos
Distancm	1	113	114,77	12968,50
	2	101	99,37	10036,50
	Total	214		
Diámetro (cm)	1	114	88,59	10099,50
	2	101	129,91	13120,50
	Total	215		
ER (cm)	1	114	80,70	9200,00
	2	101	138,81	14020,00
	Total	215		

TABLA 6
Resultados de las variables en ambos territorios. Prueba de Mann-Whitney

	<i>Distancm</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>ER (cm)</i>
U de Mann-Whitney	4885,500	3544,500	2645,000
W de Wilcoxon	10 036,500	10 099,500	9200,000
Z	-1,816	-4,863	-7,075
Sig. asintót. (bilateral)	0,069	0,000	0,000

a. Variable de agrupación: Territorio

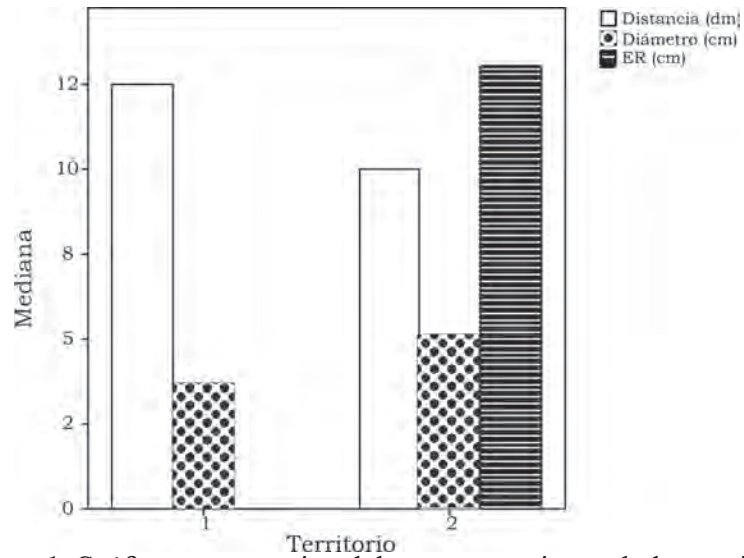


Figura 1. Gráfico comparativo del comportamiento de las variables distancias, diámetros y esteras radicales, para los territorios 1 (Pastelillo) y 2 (playa Santa Lucía), Nuevitas, Camagüey.

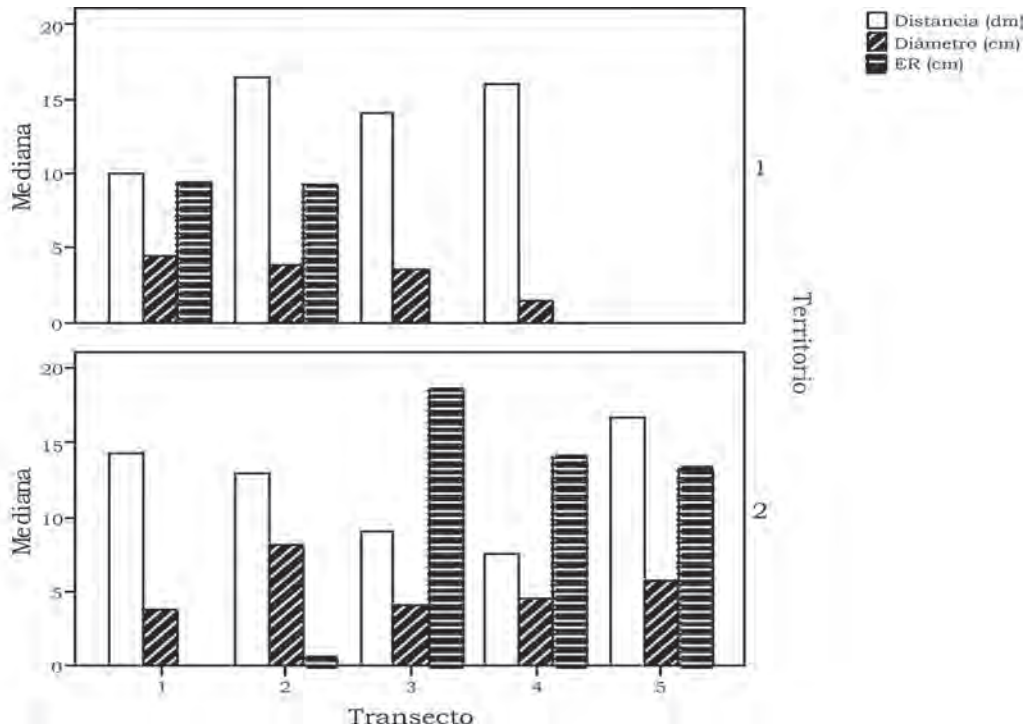


Figura 2. Gráfico comparativo del comportamiento de las variables distancias, diámetros y esteras radicales, para los transectos en los territorios 1 (Pastelillo) y 2 (playa Santa Lucía), Nuevitas, Camagüey.

CONCLUSIONES

- Se aplican como principales indicadores ecológicos, para valorar funcionalmente los sitios silvestres costeros de Camagüey, las variables distancia entre los individuos de las diferentes especies botánicas de la comunidad o biocenosis, el incremento en diámetro de los árboles y arbustos seleccionados, la presencia y profundidad de las esteras radicales y las posibles asociaciones, combinaciones o alianzas entre las especies presentes en las formaciones vegetales.
- Las valoraciones funcionales permiten proponer la restauración ecológica de los fragmentos costeros degradados de Pastelillo y la playa Santa Lucía, con diferentes especies existentes en cada territorio, con hábitos biológicos arbóreos y arbustivos, pertenecientes a los cuatro grupos funcionales de especies, donde se incluyen los grupos de taxones de sitios secos, húmedos y las consideradas indiferentes a ambos, conservando así la importante biodiversidad de las áreas con su fauna asociada, utilizando selectivamente árboles y arbustos multipropósitos o de usos múltiples (AUM).

BIBLIOGRAFÍA

- BETANCOURT, B.A. 1999. *Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 431 p.
- BETANCOURT, B.A. 2000. *Árboles maderables exóticos en Cuba*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 352 p.
- BORHIDI, A., MUÑIZ, O. 1986. The Phytogeographic Survey of Cuba. Floristic Relationships and phytogeographic subdivision. *Acta Botanica Hungarica* (HU) 32 (1-4): 3 - 48.
- BISSE, J. 1988. *Árboles de Cuba*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 383 p.
- CAPOTE, R., GARCÍA, E.E., HERRERA, R. 1988. Sucesión vegetal. En: *Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario*. Inst. Ecol. Sist., ACC. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO. Montevideo, p. 272 - 295.
- CARRERAS, R., DECHAMPS, R. 1995. *Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales*. Musee Royal de L'Afrique Centrale Tervuren, Belgique. Documentation Sciences Economiques. Vol. 9. 120 p.
- CITMA-SPAP. 2010. Situación de las áreas protegidas en la provincia. En Informe de balance anual. (Inédito). Dpto. Áreas Protegidas. CITMA. Camagüey. 10 p.
- FORS, A.J. 1957. *Maderas cubanas*. Habana. Ministerio de la Agricultura. 172 p.
- Herrera, R., Menéndez, L., Vilamajó, D. 1988. Las Estrategias Regenerativas, Competitivas y Sucesionales en los bosques siempreverdes en la Sierra del Rosario. En: *Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario*, Cuba. IES - ACC.y la UNESCO. ROSTLAC. Montevideo, Uruguay, p. 29 - 362.
- HERRERA, R., PRIEGO, G. 1997. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Resources* (FR) 33 (1): 2 - 17.
- LEÓN, HNO. Y HNO. ALAIN. (1951, 1953, 1957, 1964). *Flora de Cuba*. Obras. Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio La Salle.
- MATOS M.J. 2010. Restauración Ecológica en el Caribe: Estado del Arte. En Libro Resumen. III Simposio Internacional Restauración Ecológica. Santa Clara. Cuba. CD. ISBN: 978 - 959 - 250 - 600 - 8.
- MÉNDEZ, S.I.E., DE RISCO, R. 1999. Apuntes sobre la flora y vegetación de la Península de Pastelillo y la Cayería de los Balenatos, Nuevitas, Camagüey. *Revista Jardín Botánico Nacional* (CU) XX: 41 - 56
- PÉREZ-CARRERAS, E., ÁVILA, B., ENRÍQUEZ, N. 1995. *Las especies maderables y su utilización en la provincia de Camagüey*. *Revista Electrónica Agrisost.*, 2 (2):7.
- PÉREZ-CARRERAS, E., ENRÍQUEZ, N., BARRETO, A. 1997. Diversidad florística, fisonómica y propuestas para el manejo del Área Protegida Playa Santa Lucía - Península de Nuevas Grandes, Nuevitas, Camagüey, Cuba. Red Panamericana de Información de Salud Ambiental. Instituto Superior de Ciencias Médicas, Camagüey. 15 p.
- PÉREZ-CARRERAS, E., GONZÁLEZ, Z.M. 2008. Funcionamiento ecológico de la Península de Pastelillo, Nuevitas, Camagüey, Cuba. (Inédito). Informe EslA. GEOCUBA - Fábrica de Cemento 26 de Julio de Nuevitas. 167 p.
- PÉREZ-CARRERAS, E., GONZÁLEZ, Z.M., JUAN, M., VELAZCO, L. 2009. Valoración funcional de la recuperación forestal natural, en un yacimiento en etapa de abandono, Península del Guincho, Nuevitas, Camagüey, Cuba. DEFORS. ISBN: 978-959-7139-89-8. 12 p.
- SABLÓN, P.A.M. 1984. *Dendrología*. Ciudad Habana. Editorial Pueblo y Educación, 196 p.
- SAMEK, V. 1974. *Elementos de Silvicultura de los bosques latifolios*. La Habana. Editorial Ciencia y Técnica. 291 p.
- URBINO, R.J. 2010. La Rehabilitación Ambiental Minera, una solución holística. En Libro Resumen. III Simposio Internacional Restauración Ecológica. Santa Clara. Cuba. CD. ISBN: 978 - 959 - 250 - 600 - 8.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Everardo Pérez Carreras

Doctor en Ciencias Biológicas, profesor e investigador titular, profesor adjunto del Centro de Medio Ambiente y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica José Martí, es miembro del Consejo Científico de la Facultad y de la Universidad donde labora. Ha desarrollado varias investigaciones relacionadas con las formaciones vegetales y la flora de diferentes ecosistemas montañosos y costeros de Cuba. Autor y coautor de mapas de vegetación, flora y silvicultura a diferentes escalas. Ha desarrollado diagnósticos ambientales, estudios de impactos ambientales y planes de manejos. Ha participado en múltiples eventos científicos y talleres.

CONTENIDO DE CARBONO EN ALGUNOS SUELOS FORESTALES DE CUBA: PARDO CON CARBONATOS

CARBON CONTAIN IN SOME CUBAN FOREST SOILS: BROWN SOIL TYPE CARBONATES

ING. ARSENIO RENDA-SAYOUX, M. SC. YOLANIS RODRÍGUEZ-GIL Y DRA. C. ALICIA MERCADET-PORTILLO

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba. arenda@forestales.co.cu, teléf.: 2082013, fax: 2082189

RESUMEN

Los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro tipo de uso de la tierra y sus suelos que contienen cerca del 40 % del total del carbono. A través del secuestro de carbono los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la medida en que la materia orgánica del suelo aumenta. El objetivo de este trabajo es dar a conocer el contenido de carbono en los suelos del tipo pardo con carbonato (inceptisoles), cubierto por diferentes tipos de plantaciones forestales y sometidas a diferentes usos en diversas regiones de Cuba. En el presente trabajo se muestra que la mayor retención de carbono tiene lugar cuando este tipo de suelo está cubierto por plantaciones de *Tectona grandis* (teca) con un nivel de 80,38 t/ha, mientras que en pastizales degradados, susceptibles de convertirse en bosques, varía entre 21 y 25,26 t/ha.

Palabras claves: *ecosistemas, suelos forestales, carbono.*

ABSTRACT

Forest ecosystems contain more carbon per united area than any other land utilization type and their soils contain for about 40 percent of the total. Through the carbon sequestered the levels of atmospheric carbon dioxide can be reduced as long as the soil organic matter increased. The objective of the present article is to show the carbon contain in Carbonates Brown Soil Type (Inceptisoles) covered by different type of forests plantation and other land use in different Cuban regions. This paper show that the major carbon retention take place when the soil is used in *Tectona grandis* (teak) plantation with level of 80,38 t/ha, however in pasture land degraded, which can be converted in forest area, such level may reach between 21 y 25,26 t/ha.

Key words: *ecosystems, forest soils, carbon.*

INTRODUCCION

Según la FAO (2002), los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro tipo de uso de la tierra, y sus suelos –que contienen cerca del 40 % del total del carbono– son de importancia primaria cuando se considera el manejo de los bosques. Espinoza (2005) señala que «el secuestro de carbono en el suelo es el proceso de transformación del carbono del aire a carbono orgánico, alma-

cenado en el suelo». A través del secuestro de carbono (importantísimo servicio ambiental de los ecosistemas forestales) los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la medida en que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan. En general, las prácticas de manejo que incrementan el carbono del suelo también reducen la incidencia de los procesos erosivos y mejoran los recursos naturales.

El presente artículo es una continuación del estudio de una serie de tipos de suelos con vocación forestal, donde se ha evaluado el contenido de carbono que puede ser almacenado según el uso a que esté sometido en el escenario agrario cubano [Renda *et al.*, 2010a, b; Rodríguez, 2010].

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el contenido de carbono en los suelos del tipo pardo con carbonato (inceptisoles), cubierto por diferentes tipos de plantaciones forestales y sometidas a diferentes usos en diversas regiones naturales de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización general de los suelos pardos con carbonatos (inceptisoles)

Los suelos pardos con carbonatos aparecen por lo general en las 15 provincias del país, en diversas formas de relieve como las llanuras que ocupan el 65 % del territorio nacional; igualmente se distribuye por las partes alomadas que ocupan el

17 % [Instituto Investigaciones de Suelo, 1973; Academia de Ciencias de Cuba, 1989].

La vegetación natural que cubre los pardos con carbonato está relacionada con la formación forestal semicaducifolia sobre suelo calizo, las más ricas en especies de alto valor económico [Bisse, 1973]; sin embargo, siempre estos suelos han sido desmontados para ser utilizados en la agricultura para la caña de azúcar, cultivos varios, la ganadería y escasamente en la actividad forestal.

En los pardos con carbonato predominan minerales arcilloso del grupo 2:1, y el proceso de carbonatación y su lavado influye fuertemente en la formación de humus, donde la materia orgánica puede alcanzar valores entre el 4 y 8 %, y más al estar ocupado por vegetación forestal que aporta anualmente hojarasca (*Figs. 1 y 2*), aunque cuando sufren procesos erosivos su nivel de materia orgánica generalmente puede variar entre el 3 y 2 %, que solo tiene lugar cuando en su utilización agrícola no se aplican medidas agrotécnicas y antierosivas.



Figura 1. Hojarasca depositada en el suelo.



Figura 2. Presencia de pardo con carbonato. (Fuente: Renda, 2010).

Materiales

Se utilizaron los datos de los perfiles de suelo descritos en los estudios realizados por Renda *et al.* (1974); Renda *et al.* (1981a, b, c); Renda *et al.* (1982); Renda *et al.* (1985), Renda *et al.* (1989).

Métodos

La determinación del contenido de carbono se realizó hasta los 20 cm de profundidad en cada uno de los perfiles seleccionados, en plantaciones de *Tectona grandis* L., *Taliparitis elatum* (Sw.) Fryxell, *Cesalpineia violacea* (Mill.) Standl., cultivos agrícolas y pastizales degradados.

El contenido de carbono se determinó a partir del nivel de materia orgánica (%) existente hasta la profundidad indicada, multiplicado por el factor 0,58, que significa que el 58 % de la materia orgánica es carbono; luego se multiplica por 10 000 para llevar a gramos tal contenido, y este resultado se divide entre 1 000 000 para convertirlo en toneladas. Finalmente el cociente (contenido de C en la materia orgánica) se multiplica por el valor de la densidad aparente (peso volumétrico), según el comportamiento de la composición mecánica del suelo a la profundidad asumida para el cálculo de contenido de carbono, en este caso, a 20 cm de profundidad en 1 ha de

suelo. Similar método fue utilizado por Cairo *et al.* (1980), Bashkin & Binkley (1998), citado por Gutiérrez y Lopera (2001); Mohamed *et al.* (2007).

El método de análisis de laboratorio utilizado en la determinación del contenido de materia orgánica fue el de Walkey and Black [Instituto de Investigaciones Forestales, 1978]. La densidad aparente se determinó directamente en los perfiles, utilizando anillos o cilindros volumétricos, y la composición mecánica por el método de la pipeta semiautomática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cálculo del nivel de secuestro de carbono por los suelos tiene que hacerse a partir del comportamiento de la materia orgánica y de la densidad aparente o peso volumétrico hasta la profundidad deseada, pero ambos indicadores están sujetos a los llamados *cambios globales del suelo*. Hernández *et al.* (2006) indican que estos cambios pueden ser graduales, rápidos o aun catastróficos, afectando la capacidad de la tierra a través de su influencia sobre la vegetación y tipos de usos, entre otros, que tienen un efecto muy fuerte sobre las condiciones climáticas globales que influyen en las propiedades y características de los suelos.

De acuerdo con Varallyay (1990), el tiempo de cambio y características de los suelos como la densidad aparente y el contenido de materia orgánica pueden cambiar en un mes y diez años, respectivamente.

Esto indica, entre otros factores, que el ciclo evolutivo del uso de la tierra en las condiciones

del país (bosque-agricultura-pastizales) y los procesos erosivos a que se someten durante esa utilización, pueden ser condicionantes para lograr una mayor o menor acumulación de carbono en sus horizontes superficiales.

Como ha sido demostrado científicamente [Hernández *et al.*, 2006], los suelos cubiertos por vegetación forestal, antes de su aprovechamiento, son los que acumulan el más alto nivel de materia orgánica, y por tanto lo estabilizan, y mejoran sus propiedades físicas, hidrofísicas, químicas y biológicas ante la manifestación de fenómenos erosivos, como ocurre al someterse a la agricultura y la pastizales de forma irracional.

En los suelos pardos con carbonatos el proceso de humificación transcurre en un medio favorable donde existe suficiente cantidad de arcilla, humedad, bases alcalino-térreas y condiciones climáticas donde alternen períodos húmedos y secos, lo que permite que se acumule alto contenido de sustancias húmicas [Ortega, 1982]; por esta razón es uno de los tipos de suelo del país que mayor resistencia antierosiva presenta [Shepashenko *et al.*, 1983].

En relación con la composición mecánica de este tipo de suelo, en la *Tabla 1* se puede observar que en todos los perfiles estudiados y sometidos a diferentes usos el contenido de arcilla varía entre el 31,5 y 60 %, lo cual contribuye a que los valores de la densidad aparente (peso volumétrico) varíen también entre 1,1 y 1,3 g/cm³, aspecto este de gran interés para el cálculo del contenido de carbono según el uso a que se someta el suelo.

TABLA 1
Datos físicos del suelo pardo con carbonato

<i>Uso del suelo</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Peso vol. (g/cm³)</i>	<i>Arena (%)</i>	<i>Limo (%)</i>	<i>Arcilla (%)</i>
Plantación teca (20 años), cuenca río Guisa	0-20	1,1	18,5	28,0	53,5
Plantación majagua (8 años), subcuenca río Cupeinicu	0-20	1,2	23,0	38,0	39,0
Plantación yarúa (7 años), subcuenca río Cupeinicu	0-20	1,0	15,0	25,0	60,0
Cultivos agrícolas, cuenca río Yara	0-20	1,1	24,5	25,5	50,0
Cultivos agrícolas, cuenca río San Diego	0-20	1,3	33,0	30,0	36,9
Pastizales, cuenca río Cautillo	0-20	1,2	32,5	35	31,5
Pastizales, cuenca río Gua	0-20	1,1	20,0	40,0	40,0

Las características químicas (Tabla 2) de este tipo de suelo se encuentran dentro de los índices descritos por el Instituto Investigaciones de Suelo (1973), y el nivel de materia orgánica muy cercano a lo indicado por Ortega (1985). Puede observarse que el mayor contenido de humus o materia orgánica aparece en el perfil plantado de teca de veinte años, que a su vez es el que más contenido de carbono acumula (80,3 t/ha). Hay que notar que en los sitios con plantación de majagua y yarúa acumulan menos del 50 % de materia orgánica que el de teca, al igual que el contenido de carbono en toneladas por hec-

tárea (entre 36,2 y 37,5), teniendo edades entre siete y ocho años de establecida, por lo que es de esperar que a los veinte años también aumente tanto el nivel de materia orgánica como de carbono secuestrado por la acumulación progresiva de biomasa en la superficie, fundamentalmente la hojarasca.

Sin embargo, al someterse este tipo de suelo al uso de cultivos agrícolas y pastizales el nivel de materia orgánica resulta inferior, al fluctuar entre el 1,5 y 3,9 %, siendo la acumulación de carbono retenido en el suelo en estos perfiles de 21,2 y 53,3 t/ha, respectivamente.

TABLA 2
Datos químicos y contenido de carbono en los suelos pardos con carbonato

Uso del suelo	M.O. (%)	Contenido de carbono (t/ha)	pH (en agua)	Cationes cambiabiles (Cmol x kg ⁻¹)				
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Suma
Plantación teca (20 años), cuenca río Guisa	6,3	80,3	6,8	58,7	10	0,5	0,1	69,3
Plantación majagua, (8 años), sub-cuenca río Cupeinicu	2,5	36,2	7,0	57,5	1,9	0,7	0,1	60,2
Plantación yarúa (7 años), subcuenca río Cupeinicu	3,0	37,5	7,0	69,3	3,7	0,2	0,3	73,6
Cultivos agrícolas, cuenca río Yara	3,9	53,3	7,0	51,8	6,8	1,4	0,3	60,3
Cultivos agrícolas, cuenca río San Diego	2,9	44,4	6,5	15,9	3,8	0,1	0,2	20,0
Pastizales, cuenca río Cautillo	1,5	21,2	7,2	47,5	6,2	0,6	0,4	54,8
Pastizales, cuenca río Gua	1,9	25,2	7,2	57,5	3,7	0,6	0,3	62,2

En relación con el sitio plantado de teca en este tipo de suelos, la hojarasca acumulada en la superficie parece ser que se descompone rápidamente en relación con otras especies latifolias, debido a que la relación ácido húmico-ácido fúlvico encontrada resultó de 0,7 [Renda *et al.*, 1985]. Este aspecto es importante, pues se ha observado que mientras otras especies autóctonas de latifolias demoran algunos años en convertirse en polvo, la hoja de la teca demora pocos años en transformarse en partículas finas que protegen el suelo, y que al mezclarse con su masa por acción del hombre y/o los animales mejora sus características físicas e hidrofísicas.

En estudios realizados para medir la fertilidad de los suelos protegidos con esta especie, se llegó a la conclusión [Renda *et al.*, 1989] que

árboles de diferentes edades (ocho, catorce y diecisiete años) de esta especie aportaban progresivamente según dichas edades más hojarascas, nitrógeno, calcio y magnesio, lo cual se traduce no solo en restituir nutrientes al suelo, sino también en mejorar su fertilidad, y por tanto mayor nivel de carbono secuestrado.

En suelos lateríticos de la India, Chavan *et al.* (1995) reportaron efectos similares. Igual también se reporta en Venezuela, sobre todo en calcio, carbono orgánico y nitrógeno en plantaciones de cuatro, nueve y catorce años de edad [Cuevas *et al.*, 1992], hasta la profundidad de 40 cm, correlacionándose el contenido de carbono orgánico con el contenido total de fósforo y nitrógeno en la medida en que la plantación adquiere mayor edad.

La notable diferencia observada en los perfiles estudiados en cuanto al contenido de carbono se debe fundamentalmente al comportamiento del peso volumétrico condicionado por la composición mecánica en el horizonte superficial de los perfiles y el contenido de materia orgánica, que a su vez han variado de acuerdo con el uso que han sido sometidos anteriormente.

CONCLUSIONES

- La mayor retención de carbono tiene lugar cuando este tipo de suelo está cubierto por plantaciones de *Tectona grandis* L. (teca) con un nivel de 80,3 t/ha, con veinte años de edad.
- En plantaciones de *Taliparitis elatum* (Sw.) Fryxell (majagua) y *Cesalpineia violacea* (Mill.) Standl (yarúa), el nivel de carbono acumulado se mantuvo casi al mismo nivel (entre 36,2 y 37,5 t/ha), después de siete y ocho años de establecidas.
- En los perfiles estudiados sometidos a diferentes usos el contenido de arcilla varía entre el 31,5 y 60 %, lo cual conlleva a que el comportamiento de la composición mecánica se corresponda con los valores de la densidad aparente (1,1 y 1,3 g/cm³).

BIBLIOGRAFÍA

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA (ACC). 1989. Atlas Nacional de Cuba. La Habana. Instituto de Geografía e Instituto de Geodesia y Cartografía.
- BASHKIN, M.A & BINKLEY, D. 1998. Changes in soil carbon following afforestation in Hawai. Ecology (US) 79 (3): 828-833.
- BISSE, J. 1973. Guía para clasificar los diferentes tipos de montes y vegetación con especies forestales existentes en el país. INDAF, La Habana, 11p.
- CAIRO, P., QUINTERO G. 1980. Suelos. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. p. 172-173.
- CHAVAN, K. N., ET AL. 1995. Effect of forest tree species on properties of lateritic soil. Journal of Indian Society of Soil Science (IN) 43(1): 4346.
- CUEVAS, E., ALCESTE, C., MOTHES, M. 1992: Decomposition dynamic of Teak (*Tectona grandis*) litter. TBSF Report, Nairobi, Kenya, p. 3233.
- ESPIÑOZA, Y. 2005. Secuestro de carbono en el suelo. Revista digital CENIAP HOY. ISSN: 1690-4117. INIA - CENIAP. Número 7, enero-abril. Maracay, Aragua, Venezuela. URL. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n7/arti/espinoza_y/arti/espinoza_y.htm. Visitado en fecha: 31/3/2006.
- FAO. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Tendencia general de la captura de carbono en el suelo. Dpto. de Desarrollo Sostenible. No. 96. URL: Disponible en: www.fao.org/docrep/005/Y2779S/y2779sOO.htm. Visitado el 23 de abril del 2008.
- GUTIÉRREZ VÉLEZ, V.H., LOPERA ARANGO, G.J. 2001. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de carbono en plantaciones forestales. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Valdivia. Chile.
- HERNÁNDEZ, A., ET AL. 2006. El Suelo: Fundamentos sobre su Formación, los Cambios Globales y su Manejo. México. Universidad Autónoma de Nayarit. 255p.
- INSTITUTO DE SUELO (IIS). 1973. Génesis y Clasificación de los Suelos de Cuba. La Habana. Academia de Ciencia de Cuba. 315 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES (IIF). 1978. Manual de análisis del laboratorio de suelos, foliar y aguas. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales.
- MOHAMED, I., ET AL. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Revista Agroforestería en las Américas (CR) No. 45. Disponible en: URL:<http://www.cipav.org.co/.../almacenamiento%20de%20carbono%20en%20el%20suelo%20y%20la%20>
- ORTEGA, F. 1982. La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba, Instituto de Suelos. La Habana. Academia Ciencia Cuba. 129 p.
- RENDA, A., UNDA, A., HOUSSIN, J. 1974. Los Suelos de la cuenca del Río San Diego. La Habana. Centro de Investigaciones y capacitación Forestales (CICF). 91p.
- RENDA, A., ET AL. 1981a. Estudio Edafológico-Forestal y Fisiográfico de la Sierra Maestra, Municipio Bartolomé Masó. Instituto Investigaciones Forestales (IIF). p. 123.
- RENDA, A., ET AL. 1981b. Estudio Edafológico, Fisiográfico Agro-silvicultural de la Sierra Maestra, Municipio Campechuela y Manzanillo. Instituto Investigaciones Forestales (IIF). p. 59.
- RENDA, A., ET AL. 1981c. Estudio Edafológico, Fisiográfico Agro-silvicultural de la Sierra Maestra, Municipio Pilón. Instituto Investigaciones Forestales (IIF). p. 51.
- RENDA, A., ET AL. 1982. Estudio Edafológico, Fisiográfico Agro-silvicultural de la Sierra Maestra, Municipio Jiguaní. Instituto Investigaciones Forestales (IIF). p. 22.
- RENDA, A., ET AL. 1985. Particularidades de suelos forestales de Cuba. Informe Final Tema de Investigación (90812). Centro Investigación Forestal (CIF), 18 p.
- RENDA, A.; G. HERRERO; M. JIMÉNEZ; A. MERCADET (1989): «Contenido nutricional en las hojas de algunas especies forestales latifoliadas de importancia económica», Memorias de la II Jornada Científico-Técnica de la Estación Experimental Forestal Guisa, IIF, Granma, Cuba.
- RENDA, A. 1999. Particularidades Edafológicas-Forestales de la región central de la Sierra Maestra. Trabajo inédito. Cuba. 100 p.
- RENDA, A., RODRÍGUEZ, Y., MERCADET, A. 2010 a. Contenido de carbono en algunos suelos forestales de Cuba. Ferralítico Rojo Amarillento. INAF, 8 p. La Habana. Inédito.
- RENDA, A., RODRÍGUEZ, Y., MERCADET, A. 2010 b. Contenido de carbono en algunos suelos forestales de Cuba. Fersialítico

Rojo Parduzco Ferromagnésico. Instituto Investigaciones Forestales (INAF). La Habana. Inédito.

RODRÍGUEZ, Y., RENDA, A., MERCADET, A. 2010. Contenido de carbono en algunos suelos forestales de Cuba. Ferrítico. Instituto Investigaciones Forestales. La Habana. Inédito.

SHEPASHENKO, G., ET AL. 1983. Resistencia antierosiva de los principales suelos agrícolas de Cuba. Ciencia Agrícola (CU). 16: 105-116.

VARALLYAY, G. 1990. Types of soil processes and changes. In global soil change. IIASA. Laxemburg. Austria, p. 41-62.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arsenio Renda Sayoux

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

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales



Asesorías

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



INAF

Instituto
de Investigaciones
Agro-Forestales

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANEJO AGROSILVOPASTORIL EN LA FINCA FORESTAL INTEGRAL LA ESPERANZA

RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF AGROSILVOPASTORIL MANAGEMENT IN THE INTEGRAL FORESTRY FARMER LA ESPERANZA

M. SC. GARDENIS MERLAN-MESA,¹ M. SC. LILIANA CABALLERO-LANDÍN,¹ M. SC. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE,¹
ING. JOSVEL HERNÁNDEZ-PÉREZ¹ E ING. YOBANY BENÍTEZ MARTÍNEZ²

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Placetas. Finca Victoria, Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba, teléf.: (0-53) 42-201061

²Empresa Forestal Integral Villa Clara, Villa Clara, Cuba, teléf.: (0-53) 42-201061,
(0-53) 42-883532. Fax: (0-53) 42-883532

RESUMEN

En el sistema agrosilvopastoril de la Finca Forestal Integral (FFI) La Esperanza, luego de su establecimiento, se cumplen los objetivos para lo que se creó: se incrementa la superficie boscosa hasta un 71,6 %, se diversifica la producción forestal con la implementación de la agrosilvicultura y el silvopastoreo con ovinos y se mejora el entorno. Se evalúan en las plantaciones la supervivencia, la dinámica de los incendios y las violaciones, así como las potencialidades de los Productos Forestales No Madereros (PFNM) utilizando los métodos descritos por Fernández, Almora, Pardé y Bouchó. El silvopastoreo con carneros se realizó por el método de pastoreo libre, evaluándose en la masa la dinámica de la producción y la producción en peso vivo. La influencia sobre el entorno se evaluó a través de la composición de los estratos, de las especies utilizadas en la plantación en linderos, la situación fitosanitaria del área y el análisis de la fauna silvestre que frecuenta la zona.

Palabras claves: sistema agrosilvopastoril, diversificación, silvopastoreo, agrosilvicultura.

INTRODUCCIÓN

Cuba cuenta con un patrimonio forestal de 3,19 millones de hectáreas, correspondiendo el 75 % (2,39 millones de hectáreas) a bosques naturales y

ABSTRACT

In the agrosilvopastoril system created at the Integral Forest Farm La Esperanza the proposed objectives are accomplished. The forest surface is increased until 71.6 %; the forest production is diversified with the implementation of the Agroforestry and the Silvopastoreo with sheep improving the environment. Survival, fires dynamics and violations, as well as the Non wood forest products potentialities are evaluated in plantations using the methods described by Fernández, Almora, Pardé and Bouchó. The silvopastoreo with sheep was carried out using the free grazing method, being evaluated in the whole sheep population the production dynamics and the production in sheep weight. The influence on the environment was evaluated through the strata composition of the used species in the plantation boundaries, the fito-sanitary situation of the area and the analysis of the wild fauna that frequents the area.

Key words: system agrosilvopastoril, diversification, silvopastoreo, agroforestry.

plantaciones, y el 25 % (0,8 millones de hectáreas) a superficies deforestadas e inforestales, equivalentes al 21% del territorio nacional.

Dentro de este patrimonio se encuentran unas 500 000 ha sobre los llamados suelos serpentinos. La provincia de Villa Clara cuenta con 19 000 ha donde predomina la formación vegetal Cuabal, alternando con plantaciones de pino, eucaliptos y casuarina principalmente.

Las llamadas sabanas serpentinosas de Santa Clara se caracterizan, además, del resto de estas formaciones por poseer suelos rocosos, poco fértiles, con afloramientos de la roca madre, muy pedregosos y con limitaciones para la retención del agua. Todo ello acrecentado por el deterioro sufrido durante años de mal manejo por la agricultura y la ganadería, que conjuntamente con la quema propiciaron que se destinaran a los cultivos forestales como única vía de su recuperación.

En muchos de estos suelos, y en especial en la FFI La Esperanza, objeto de este trabajo, después de veintinueve años de inicio de las plantaciones y de la expansión del marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn.) en el 90 % de sus áreas, se ha recuperado el suelo, el pasto y en general el ecosistema, por lo que se decidió transformar este sistema netamente forestal en un sistema agroforestal, con énfasis en la aplicación de técnicas silvopastoriles, como una forma de contribuir al desarrollo y establecimiento de las plantaciones, disminuir la ocurrencia de incendios forestales y diversificar las producciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la FFI La Esperanza, ubicada en el km 5,5 de la carretera Santa Clara-Baéz. Posee un área de 61,3 ha (Fig. 1).



Figura 1. Localización del área de estudio.

Según la actualización realizada al proyecto de ordenación de la Unidad Silvícola Santa Clara

en 1995, el balance de áreas constató que el área total es de 61,3 ha, de ellas el área forestal es de 58,8 ha y el área inforestal de 2,5 ha (clasificadas según la Ley 85 Ley Forestal).

Los datos climáticos fueron tomados del registro establecido durante veintiún años por la Estación Agrometeorológica del Yabú con los siguientes parámetros: precipitaciones, 1523,8 mm; temperatura media anual, 24,1 °C; humedad relativa, 82 %. Tomando como base la hoja cartográfica del municipio de Santa Clara, pudimos constatar la presencia de un arroyo y dos afluentes de un segundo arroyo clasificados como de segundo orden, según la Norma Cubana 93-01-206/1988; el relieve en general es ondulado a fuertemente ondulado con pendientes que oscilan entre el 4,1-16 %; analizándose el mapa de suelos de la provincia se determinó que existen los siguientes tipos de suelos: fersialítico rojo pardusco ferromagnésico sobre roca ígnea ultrabásica, y pardo sin carbonato típico sobre roca ígnea intermedia. Según el proyecto de ordenación (1995), el 62 % del área se encontraba cubierta de bosques de *Casuarina* sp., *Eucalyptus* sp., *Swietenia mahagoni* (caoba del país) y *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari (pino macho). El resto del área la conformaba un monte natural de 10 ha ubicado en la faja hidrorreguladora de uno de los arroyos.

Metodología utilizada

Incremento de la superficie boscosa. Para el establecimiento de las fajas forestales hidrorreguladoras el finquero propició el desarrollo del monte natural mediante la limpia; según las características de los suelos se propuso como especie a utilizar en la reforestación de las áreas de calveros *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari. El cálculo de la supervivencia real de las plantaciones se realizó por el método descrito por Fernández y Almora (1989). Los tratamientos a las plantaciones establecidas (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Casuarina equisetifolia* se planificaron según lo regulado en la Norma Ramal 595.

Dinámica de los incendios y violaciones al patrimonio forestal. Los indicadores medidos en la protección al bosque y la fauna fueron

brindados por el Cuerpo de Guardabosques del MININT, expresados en cantidad de incendios, hectáreas afectadas y pérdidas (MP) por esta causa, y cantidad de violaciones (talas, pastoreo y caza ilícita).

Determinación de las potencialidades de PFSM. Para ello se realizó un inventario del potencial de especies melíferas existentes y de las palmas reales (*Roystonea regia* O. F. Cook) en el área de estudio.

Implementación del sistema agroforestal.

a) *Agrosilvicultura*: Para el caso que nos ocupa contamos con dos parcelas de 1 ha cada una; en la primera, delimitada por cercas vivas y divididas en tres fajas, se establecieron cultivos agrícolas, en la otra parcela se estableció una plantación de *Psidium guajaba* L. var. *minor* (guayaba enana), intercalándose inicialmente *Phaseolus vulgaris* (frijol negro) y con posterioridad *Lycopersicon esculentum* P. Miller (tomate var. Roma); b) *Silvopastoreo*: El ganado ovino

(*Ovis aries*, raza criolla Pelibuey) fue la especie manejada, utilizándose el pastoreo libre como método. Se estudió en la masa los indicadores reproductivos, la dinámica de la producción, la densidad de población por unidad de superficie, la alimentación y la producción en peso vivo.

Influencia del sistema sobre el entorno. Se evaluaron la composición de los estratos herbáceo y arbustivo en las plantaciones, las especies utilizadas en los linderos, la situación fitosanitaria del área y el análisis de la fauna silvestre que frecuenta la zona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incremento del área boscosa. Al momento del inicio del estudio las plantaciones ocupaban solo el 55 % del área con 33,9 ha, mientras que el 41 % (24,9 ha) lo representaban extensas áreas de calveros o áreas deforestadas. Solo 2,5 ha constituían el área inforestal (Tabla 1).

TABLA 1
Distribución del área forestal por categoría (ha)

Categoría de bosque	Boscosa		Deforestada		Total área forestal
	Plantaciones	Total	Calveros	Total	
Bosques de producción	33,9	33,9	24,9	24,9	58,8

Esto nos condujo a trazar como primera tarea el incremento de la cobertura boscosa mediante la reforestación de las áreas de calveros, el establecimiento de las fajas forestales hidrorreguladoras y la disminución de los incendios forestales.

Debido a la alta infestación por *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn. y la poca densidad de la plantación, el manejo de las áreas de eucalipto y la casuarina consistió en la tala rasa de los rodales, el desbroce del marabú y el aprovechamiento y venta de los productos de la tala: madera rolliza, leña y carbón. Seguidamente, y como parte del programa de control del marabú, se destinó esta área al silvopastoreo con *Ovis aries* (carnero raza Pelibuey).

En los primeros cinco años de desarrollo del programa se logró el establecimiento de 14 ha de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari en las áreas deforestadas.

En las fajas forestales hidrorreguladoras se realizó una limpia de formación y saneamiento, el favorecimiento de la regeneración natural y la estricta prohibición de tala, posibilitando ello que 10 ha fueran incorporadas como bosques de protección.

Dinámica de los incendios y violaciones al patrimonio forestal. Los indicadores de protección disminuyeron desde uno a cero incendios con dos hectáreas a cero afectadas, y de siete violaciones hasta cero, constatándose que la sola presencia del finquero en el área fue el elemento determinante en la reducción de estos indicadores; por la labor de vigilancia que ejerció, en segundo lugar porque agilizó la acción de extinción de los incendios, y por la disminución del material combustible con la implementación del silvopastoreo y la realización de los mantenimientos planificados a las nuevas plantaciones.

Todo lo anteriormente expuesto conllevó al incremento de la superficie boscosa de la finca hasta un 71,6 % en 2000, como se muestra a continuación.

TABLA 2
Distribución del patrimonio forestal (ha), 2000

Área forestal						
Categoría de bosque	Boscosa		Plantaciones jóvenes	Deforestada		Total área forestal
	Plantaciones	Total		Calveros	Total	
Bosques productores	33,9	33,9	4,0	9,4	9,4	47,3
Bosques protectores	10,0	10,0	–	–	–	10,0
Total	43,9	43,9	4,0	9,4	9,4	57,3

Diversificación de la producción. La diversificación en nuestro caso se logró realizando un aprovechamiento de los PFNM y la implementación de la agrosilvicultura y el silvopastoreo.

• **PFNM**

Miel: La existencia en la finca de un apiario con 27 colmenas (con un rendimiento de 74 kg/colmena) propició la extracción anualmente de alrededor de 2000 kg de miel, 36 kg de cera y 2,1 kg de propóleos.

Roystonea regia O. F. Cook (palma real): La finca cuenta con 210 árboles de los que 150 tienen producciones cosechables cada año en el orden de 24,3 kg (3,6 t) de fruto por planta,

resultados que coinciden con lo reportado por Mesa y col. (1999).

• **Implementación del sistema agroforestal**

Agrosilvicultura: Las condiciones del suelo no son idóneas para el establecimiento de cultivos agrícolas, lo que se ve reflejado en los rendimientos obtenidos; solo se aplicaron enmiendas al suelo en dos momentos diferentes: posterior a la cosecha de frijoles incorporando los residuos de la misma al área y aplicando estiércol ovino previo a la siembra del tomate.

Los resultados del pesaje de las cosechas durante dos años aparecen relacionados a continuación:

TABLA 3
Producción promedio (de dos años) de los cultivos agrícolas

Cultivos	Producción t/ha/año		Observaciones
	Año 1	Año 2	
<i>Viandas</i>			
Yuca	4,90	3,85	–
Boniato	4,00	4,10	Atacado por <i>Cylas fornicarius</i> (tetuán)
<i>Vegetales</i>			
Pepino	1,44	1,50	Ataque por <i>Dyaphania hialinata</i> (gusano de los melones)
Calabaza	4,30	4,10	Ataque por <i>Dyaphania hialinata</i> (gusano de los melones)
Tomate Roma	–	2,00	–
<i>Granos</i>			
Frijol negro	2,0	–	Atacado por <i>E. fabae</i> (saltahojas del frijol)
Maíz seco	3,3	4,0	–

El destino de estas producciones fue el autoconsumo, y un pequeño volumen para suplemento del alimento animal.

Silvopastoreo: Como parte de la diversificación de la producción y de la protección del patrimonio forestal se implementó la actividad silvopastoril con ganado ovino (*Ovis aries*, raza Pelibuey).

No obstante el bajo rendimiento de carne por hectárea, por la poca carga animal (1,34 animal/ha, promedio en los cinco años) y la ganancia de peso, el resultado total de 1850 kg/año no es despreciable, máxime si se trata de una producción sin costos adicionales; además, los porcentos de mortalidad no fueron altos en general, y son solubles, ya que fueron causados por parasitosis y daños por animales silvestres (perros jibaros).

TABLA 4
Dinámica de la producción ovina

Año	Existencia inicial	Nacimiento	Muerte	Porcentaje de mortalidad	Animal/ha inicio de año	Producción	
						Peso vivo (kg)	Importe (\$)
1995	69	43	2	2,9	1,17	1823,80	4340,64
1996	109	39	3	2,7	1,80	2420,68	5761,21
1997	85	39	13	15,3	1,44	1840,68	4380,81
1998	65	43	–	–	1,10	1790,64	4261,72
1999	69	20	6	8,7	1,17	1376,14	3275,21
Total					1,34	9251,64	22 019,59

Cuando analizamos las causas que motivaron la muerte de 2150 posturas en las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari, la incidencia de los daños mecánicos causados por los animales fue mínima (solo 76 posturas por pisoteo).

Inventario de los estratos herbáceo y arbustivo en las plantaciones: En 1995, en los estratos herbáceo y arbustivo en las plantaciones y áreas de calveros, resaltaba la presencia solo en un 3 % de *Walteria americana* L. (malva), *Dicranthium botriocloa* (hierba camagüeyana) y *Paspalum virgatum* (caguaso) en el estrato herbáceo y, ocupando el 90 % del área, el *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn. (marabú) en el estrato arbustivo; luego de cinco años de manejo sus niveles son del 90 y 50 %, respectivamente, con un balance adecuado entre gramíneas y leguminosas, de ahí que se haya logrado recuperar en alguna medida, aunque debe ser mejorado.

Plantación en linderos: Al muestrear el cercado constatamos que el mayor porcentaje lo

representó la *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (70 %) (bienvestido), seguido de la *Bursera simaruba* (L.) Sargent. (almácigo) (20 %), *Spondias mombin* L. (jobo) (5 %), y en una pequeña proporción la *Bromelia pinguin* (piña de ratón) y el *Lemaireocereus hystrix* (cardón o cardona) (5 %), estas últimas rodeando la casa de vivienda y las naves para la crianza de animales y con proyecciones de continuar su utilización.

Resumen del estado fitosanitario del área:

La recuperación del área condujo al incremento de la biodiversidad, favoreciendo la presencia de enemigos naturales de las plagas y las enfermedades. En el período de estudio solo se presentó en la plantación de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari, de dos años de edad, la *Ryacionia frustrana* Comst. (gusano de los brotes), con bajo índice de afectación. El empleo de la lucha biológica y silvícola permitió lograr un 90 % de efectividad en el control de la plaga.

En los cultivos agrícolas se presentó el *E. fabae* (saltahojas) en el frijol, y la *Dyaphania hialinata*

(gusano de los melones) en la calabaza. La medida aplicada fue la recolección de los restos de la cosecha y la eliminación de las plantas que quedaban.

Inventario de la fauna silvestre: Otro beneficio del incremento del potencial florístico ha sido el que esta área se ha convertido en un refugio de fauna; los resultados en el inventario faunístico muestran que 37 especies de la fauna silvestre frecuentan la zona de forma transitoria o permanente, representada por 26 especies de aves, cinco de mamíferos, cuatro de reptiles y dos de anfibios.

CONCLUSIONES

- El establecimiento de 14 ha de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari, la recuperación del área deforestada de las fajas forestales hidrorreguladoras (10 ha), así como la reducción de los incendios forestales (1 a 0), conllevaron al incremento de la superficie boscosa de la finca desde un 55 % en 1995 hasta un 71,6 % en 2000.
- La diversificación de la producción forestal se logró realizando un aprovechamiento racional de los PFM (específicamente de la miel y los productos de la palma real), la implementación de la agroforestería.
- Después de establecido el sistema agrosilvopastoril disminuyeron los índices de infestación por *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et

Arn. desde el 90 hasta 10 %; se ha logrado recuperar el pasto de un 3 % de cubrimiento por gramíneas hasta un 90 y 50 %; solo aparece una incidencia por plagas (*Rhyacionia frustrana* Comst.) en las plantaciones forestales, y se ha convertido el área en refugio de la fauna silvestre, elementos estos que denotan notables mejoras del entorno.

- La aplicación efectiva de las medidas de conservación, mejoramiento y recuperación de los suelos posibilitó un manejo ecológico de este recurso, atenuando al máximo los factores limitantes que posee.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M.A. 1995. "Creando sinergias para una agricultura sostenible". *Agroecología*. Grupo interamericano para el desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos naturales. Cuaderno de trabajo. 63 p.
- COMBE, J., GEWARD, N.J. 1999. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba. Costa Rica. 378 p.
- KOLMANS, E., VÁSQUEZ, D. 2000. "Una introducción a los principios y su aplicación". Manual de agricultura ecológica. 150 p.
- MESA, M., ÁLVAREZ, M., SÁNCHEZ, N. 1999. Los productos Forestales no Madereros en Cuba. Serie Forestal No. 13. Dirección Productos Forestales, FAO. Roma. Santiago Chile
- MONTAGNINI, F. Y COL. 1992. Sistemas agroforestales. San José. Costa Rica.
- NC 93-01-206. Fajas Forestales Hidrorreguladoras. MINAGRI. Cuba. Vigente 1998.
- NRAG 595. Tratamientos silviculturales. MINAGRI. Cuba.
- RENDA, A., CALZADILLA, E., JIMÉNEZ, A., SÁNCHEZ, J. 1997. *La agroforestería en Cuba*. Santiago de Chile. 64 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Gardenis Merlan Mesa

Ingeniera Forestal, máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, especialista para la Investigación, Innovación y Desarrollo del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (Estación Experimental Agro-Forestal Placetas), profesora instructora adjunta de la Universidad Central de Las Villas, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Agroforestería, Uso de las Energías Renovables, Conservación y Mejoramiento de Recursos Genéticos y Productos Forestales No Maderables. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

DIVERSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS EN POBLACIONES DE *PICEA MARTINEZII* T. F. PATTERSON EN MÉXICO

WOODY PLANT DIVERSITY IN NATURAL POPULATION OF *PICEA MARTINEZII* T. F. PATTERSON

ING. CELESTINO FLORES-LÓPEZ,¹ DRA. C. GRETEL GEADA-LÓPEZ² E ING. RICARDO E. VILLALBA-LUGO¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Forestal. Ave. Antonio Narro 1923.25315, Coahuila, México

² Biológicas. Universidad de Pinar del Río. Calle: Martí 270 Final, 20100, Cuba

RESUMEN

Se describe la diversidad de especies leñosas asociada a *Picea martinezii* en México. Cuenta con cuatro poblaciones conocidas como La Encantada, El Butano, Agua Lardín y Agua Fría, en el estado de Nuevo León. Esta especie está enlistada en peligro de extinción. Se establecieron de tres a siete sitios permanentes (1000 m²) de muestreo por población. La diversidad se estimó considerando la riqueza de especies, la heterogeneidad y la equitatividad; la primera se estimó por medio de la curva acumulada de especies; la segunda utilizando el índice de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson, y la tercera se evaluó con el índice de equitatividad de Simpson y la medida de equitatividad de Shannon. La riqueza de especies encontradas en las poblaciones de *Picea martinezii* fue de 30 especies arbóreas y arbustivas. La población Agua Lardín presenta los mejores valores en los índices de diversidad de especies.

Palabras claves: *Picea martinezii*, diversidad, bosque mesófilo de montaña.

INTRODUCCIÓN

Picea martinezii se encuentra distribuida únicamente en la Sierra Madre Oriental en dos poblaciones conocidas: El Butano, municipio de Montemorelos, y La Encantada, municipio de Zaragoza, N. L. [Capó *et al.*, 1997; Patterson, 1988], y otras dos poblaciones reportadas en el presente trabajo conocidas como Agua Fría

ABSTRACT

The aim of the study was to describe the woody plant diversity associated in the natural forest of *Piceamartinezii* in México which is an endemic taxon distributed only in four populations: La Encantada, El Butano, Agua Lardín y Agua Fría in the state of Nuevo León. The sampling was done in three to four permanent plots of 1000 m² in each population. The diversity was estimated using the several indexes such as: specie richness with curve of specie richness, Shannon-Wiener and Simpson. The *Piceamartinezii* forest has associated more than 30 taxa and the Agua Lardín population had the higher diversity indexes.

Keyword: *Picea martinezii*, diversity, mountain forest.

y Agua Lardín localizadas en el municipio de Aramberri, N. L.

Picea martinezii ha sido una de las últimas especies descritas del género, siendo reportada primeramente como *P. chihuahuana* [Müller y Velázquez, 1983]. Se encuentra en estatus de peligro de extinción de acuerdo con la norma

oficial mexicana de protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo, y especificaciones para su inclusión (NOM-059-Semarnat) [Semarnat, 2010], y además está citada en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) con estatus en Peligro Crítico (CR por sus siglas en inglés), ello debido al declive en el tamaño y/o calidad de su hábitat [Farjon y Page, 1999].

Considerando que *Picea martinezii* ha sido pobremente descrita la diversidad de sus poblaciones, es justo conocer este tipo de bosques para contribuir a la información acerca de la riqueza de

especies, describir las asociaciones de especies en estos tipos de vegetación para una mejor toma de decisiones en la realización de actividades de manejo y conservación [Bauchet et al., 2002; Priego et al., 2003]. En este trabajo el objetivo es estimar la diversidad de especies leñosas en cuatro poblaciones de *Picea martinezii* en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cuatro poblaciones de *Picea martinezii* en México se encuentran en la Sierra Madre Oriental, y específicamente en el estado de Nuevo León (Tabla 1).

TABLA 1
Localización de las poblaciones de *Picea martinezii* T. F. Patterson en el estado de Nuevo León

Población	Propiedad	Municipio	Coordenadas geográficas	Elevación (msnm)*
El Butano	Ejido la Trinidad	Montemorelos	25° 10' 41" N 100° 07' 37" O	2180
Agua Alardín	Propiedad privada: Agua de Alardín	Aramberri	24° 02' 34" N 99° 44' 04" O	2120
Agua Fría	Propiedad privada: Agua Fría	Aramberri	24° 02' 17" N 99° 42' 39" O	1820
La Encantada	Ejido La Encantada	Zaragoza	23° 53' 24" N 99° 47' 30" O	2515

* Metros sobre el nivel del mar.

Las poblaciones de *P. martinezii* tienen una distribución en un rango de altitud que va de los 1820 msnm en la población de Agua Fría, y la máxima altura en La Tinaja a 2515 msnm. Es importante mencionar que las poblaciones de Cañada del Puerto I y Agua Fría solo se encuentran a aproximadamente 3 km de distancia una de otra.

El diseño de muestreo que se utilizó fue el simple al azar; los sitios evaluados fueron permanentes de acuerdo con la metodología empleada por Capó et al. (1997). El número de sitios establecidos fueron variables para cada población. En El Butano fueron seis sitios, en Agua Lardín tres, en Agua Fría siete y en La Encantada tres. En El Butano y La Encantada se obtuvieron datos de sitios permanentes establecidos previamente en el trabajo realizado por Capó et al. (1997).

Los sitios de muestreo fueron de 1000 m², con sitios concéntricos de 400 y 80 m². En el sitio

de 1000 m² se obtuvieron datos de los árboles con diámetro normal (DN) mayor a 15 cm; en el sitio de 400 m² se evaluaron los árboles con diámetro entre 5 y 15 cm; y en el sitio de 80 m² se obtuvo la información de los árboles con diámetro menor a 5 cm. La información obtenida fue género, especie, diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP), altura del árbol (h), cobertura de copa.

La diversidad se analizó desde los tres aspectos propuestos por Krebs (1999) y Magurran (2006), riqueza de especies, heterogeneidad y equitatividad. Para su determinación se utilizó el programa Krebs/Wintheecologicalmethodologyforwindows versión 0.9 [Brzustowski, 1997]. La riqueza de especies se midió por la curva acumulada de especies.

La heterogeneidad se evaluó por medio del índice de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson. Con respecto al índice de Shannon-Wiener su fórmula es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

donde:

- H': Índice de diversidad de especies
- s: Número de especies
- p_i: Proporción de muestras totales pertenecientes a *i* especie
- log₂: Logaritmo en base dos

Para la estimación del complemento del índice de Simpson se utilizó la siguiente:

$$1-D = 1 - \sum p_i^2$$

donde:

- 1-D: Complemento del índice de Simpson
- p_i: Proporción de especies *i* en la comunidad

La equitatividad se estimó utilizando el índice de equitatividad de Simpson y la medida de equitatividad de Shannon. El primero se representa por:

$$E_{1/D} = \frac{(1/D)}{S}$$

donde:

- E_{1/D}: Índice de equitatividad de Simpson
- 1/D: Inverso del índice de Simpson
- S: Número de especies en la muestra

En el índice de equitatividad de Shannon se utiliza la siguiente fórmula [Pielou 1969, 1975]:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

donde:

- J': Índice de equitatividad de Shannon
- H': Índice de Shannon-Wiener
- H'_{max}: Máxima diversidad posible

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se determinaron 30 especies leñosas en las cuatro poblaciones; algunas especies encontradas son típicamente asociadas a regiones boreales como *Pseudo tsugamenziesii* (Mirb.) Franco, *Abies vejari* Martínez, *Abies duranguensis* var. *Coahuilensis* (Johnston) Martínez, *Picea martinezii* T. F. Patterson. También se encontraron especies asociadas a regiones subtropicales como *Carpinus caroliniana* Walter, *Cornus florida* L. ssp. *urbiniiana* (Rose) Rickett., *Ilex rubra* S. Watson y *Sambucus nigra* L. Entre las especies asociadas a regiones tropicales se encontró *Fagus grandifolia* Ehrh. ssp. *mexicana* Martínez y *Liquidambar styraciflua* L., entre otras. La población Agua Fría presentó el mayor número de especies (17) seguido por Agua Lardín (15), y por último El Butano y La Encantada (ambas con 12 especies) (Tabla 2).

TABLA 2
Índices de diversidad obtenidos por población

Población	Número de sitios	Riqueza de especies	Heterogeneidad		Equitatividad	
		Número de especies	(H')	1-D	E _{1/D}	J'
			Shannon	Simpson		
El Butano	6	12	3,11	0,864	0,612	0,867
Agua Lardín	3	15	3,63	0,967	0,720	0,931
Agua Fría	7	17	3,24	0,864	0,434	0,792
La Encantada	3	12	2,86	0,831	0,493	0,798

- H': Índice de Shannon-Wiener (log₂).
- 1-D: Complemento del índice de diversidad de Simpson.
- E_{1/D}: Índice de equitatividad de Simpson.
- J': Índice de equitatividad de Shannon

Las poblaciones de *Picea martinezii* pertenecen a bosques mesófilos de montaña (BMM). La riqueza de especies encontradas en estas cuatro poblaciones de *Picea martinezii* fue de 30 especies arbóreas y arbustivas, que en relación con otros estudios en BMM, este valor es inferior. La pérdida de riqueza de especies es posible que se deba a la condición relictual de estas poblaciones, como lo menciona Valdez *et al.* (2003).

En un estudio desarrollado en el estado de Hidalgo se encontraron en la localidad Eloxochitlán en altitudes superiores a 1700 msnm un total de 21 especies del estrato arbóreo y arbustivo, en la localidad Tlahuelompa, perteneciente al área de la Mojonera. Entre los 1800 y 2000 msnm se encontraron alrededor de catorce especies considerando un estrato arbóreo y arbustivo [Alcántara y Luna, 2001]. En ambas localidades existen elementos vegetales similares a las de las localidades de *Picea martinezii*, como los géneros *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Liquidambar*, *Pinus* e *Ilex*. Los valores encontrados son parecidos a los hallados en el presente trabajo, ya que el número de especies encontradas varió desde 12 a 17 especies por población.

En un BMM de Guerrero se realizó un trabajo sobre la estructura y diversidad de especies leñosas en el municipio de Leonardo Bravo, y se reportó un total de 90 especies (árboles, arbustos y lianas), donde se muestrearon 17 parcelas de 2500 m², en total 4,25 ha [Catalán *et al.*, 2003]. Este tamaño de muestra es muy grande comparado al número de sitios muestreados en las poblaciones de *Picea martinezii*. De igual manera se encontraron elementos similares, *Carpinus caroliniana*, *Quercus laurina*, además de los géneros *Abies*, *Cornus*, *Ilex*, *Pinus* y *Tilia*.

Otro estudio en San Juan Parangaricutiro, Michoacán, para el BMM presentó un total de 80 especies (árboles y arbustos). Dentro de estas reportaron a *Carpinus caroliniana*, *Quercus laurina*, y los géneros a *Abies*, *Cornus*, *Pinus* y *Tilia* [Medina *et al.*, 2000].

En el BMM El Cielo, Gómez Farías, Tamaulipas, se registraron 22 y 29 especies en dos parcelas; en total suman 33 especies [Corral *et al.*, 2002]. La riqueza total de especies encontrada en este trabajo es muy similar a lo hallado en las poblaciones de *Picea martinezii* (30), pero a

excepción de que los valores por parcela en El Cielo son mayores. Dicho estudio se realizó en un solo predio dentro de la reserva de la biosfera, y el total de especies de las poblaciones reportadas en el presente trabajo es en cuatro poblaciones diferentes. Entre las similitudes de especies se encontró *Liquidambar styraciflua*, *Carpinus caroliniana* y los géneros *Prunus*, *Carya*, *Quercus* y *Pinus*.

Pero los BMM de *Picea martinezii* son más ricos en especies respecto a otros tipos de vegetación como los manglares, bosques de vegetación subalpina [Partida, 2007; Veliz, 2009; Vega y Flores, 2008], entre otros, y son el tipo de bosques más diversos por unidad de superficie en México [Rzedowski, 1996] y con especies características de los géneros *Cornus*, *Prunus*, *Liquidambar*, *Quercus*, *Fagus*, *Pinus* y *Abies*.

En relación con la heterogeneidad, los valores estimados de índices de Shannon-Wiener (H') para las poblaciones de *Picea martinezii* se encuentran entre 2,86 y 3,63, variando por población, y el promedio fue de 3,21. Estos valores son relativamente parecidos a los encontrados en otros estudios, donde se utilizó este índice para medir la heterogeneidad en BMM [Catalán *et al.*, 2003; Mejía *et al.*, 2004]. El valor mínimo encontrado en las poblaciones de *Picea martinezii* fue para La Encantada (0,831), y el mayor se registró para Agua Lardín (0,967) y un promedio de 0,882 (Tabla 2).

En un estudio realizado en el BMM en la Sierra Madre del Sur, Oaxaca, encontraron como resultado índices de Shannon-Wiener que fueron de $H' = 3,11$ a $4,02$ y el promedio de $H' = 3,62$, que varió de acuerdo con los diferentes diámetros tomados en cuenta para el cálculo del índice [Mejía *et al.*, 2004]. El diámetro mínimo de muestreo utilizado para obtener los diferentes índices en las poblaciones de *Picea martinezii* fue de ≥ 5 cm, y el valor promedio obtenido para el índice de Shannon-Wiener fue de $H' = 3,21$, y en el trabajo realizado en la Sierra Madre del Sur fue de 3,62. Este valor es similar al obtenido incluso en Agua Lardín (3,63).

En otro estudio se evaluó la estructura y composición del BMM de la Sierra de Manantlán, entre Jalisco y Colima, en donde se estimó un índice H' promedio de 3,2; el valor menor para una de las parcelas de muestro fue de 2,34, y el

mayor para otra fue de 4,15 [Santiago y Jardel, 1993]. El valor promedio es similar al obtenido en el presente trabajo (3,21), pero el valor más alto obtenido (3,63) es menor al logrado en la Sierra de Manantlán. Es importante aclarar que a pesar de que tengan el mismo valor promedio H' , no quiere decir que sean igual de diversos, ya que en el trabajo hecho en Jalisco y Colima registraron mayor número de especies (73) que en este estudio; por lo tanto, es más diverso el BMM de la costa del Pacífico que los bosques de *Picea martinezii*.

En la misma Sierra de Manantlán, pero en las localidades de El Durazno y La Pareja, en un BMM se estimó el inverso de Simpson a partir del cual se transformó al complemento de Simpson para fines de comparación; el complemento de índice promedio para El Durazno fue de 0,883 y 0,891 para La Pareja, y un promedio general fue de 0,804 [Sánchez *et al.*, 2003]. El complemento de Simpson estimado en Agua Lardín (0,967) es mayor al mayor registrado en El Durazno (0,883), por lo que la distribución de abundancias en Agua Lardín es mejor que al de El Durazno. En cuanto al valor promedio registrado en los BMM de El Durazno y La Pareja (0,804), fue menor a los estimados en las poblaciones de *Picea martinezii* (0,882).

En el estado de Guerrero se estudió la diversidad de especies leñosas (árboles, arbustos y lianas) en un BMM, donde estimaron H' , cuyo valor fue de 3,35 [Catalán *et al.*, 2003]. En comparación con este estudio las poblaciones de *Picea martinezii* presentan un valor promedio menor al obtenido en el bosque mesófilo de Guerrero, a excepción de la población de Agua Lardín, donde H' fue mayor que los de Guerrero.

En relación con el índice de Simpson, en el presente trabajo se representa por el complemento del índice de Simpson (1-D), que expresa en su valor más alto la población con mejor distribución de abundancias [Krebs, 1999]. El valor mínimo encontrado en las poblaciones de *Picea martinezii* fue para La Encantada (0,831), y el mayor se registró para Agua Lardín (0,967) y un promedio de 0,882 (Tabla 2).

Los resultados para el índice de equitatividad de Simpson muestran que el mayor valor fue para Agua Lardín (0,720), seguido por El Butano (0,612), La Encantada (0,493) y Agua Fría

(0,434) (Tabla 2). Con respecto al índice de equitatividad de Shannon (J'), el resultado muestra que Agua Lardín tiene un valor más cercano a su H'_{\max} ($J' = 0,967$). Agua Fría presentó el valor más bajo ($J' = 0,792$). Esto último se debe a que la distribución de abundancia entre sus especies es heterogénea.

Con respecto a la equitatividad, son pocos los trabajos que coinciden con estos criterios. En el BMM de Guerrero se encontró un valor del índice de equitatividad de Shannon (J') de 0,740 [Catalán *et al.*, 2003]. El valor promedio $J' = 0,847$ es mayor al encontrado en el estudio realizado en Guerrero. Esto señala que en las poblaciones de *Picea martinezii* las especies presentan una distribución más cercana a 1, es decir, que los bosques de *P. martinezii* están más cercanas a su diversidad máxima que los bosques de Guerrero.

En la Sierra Madre del Sur, Oaxaca mostró un valor $J' = 0,735$ promedio para la población [Mejía *et al.*, 2004], y el valor obtenido en poblaciones de *Picea martinezii* fue mayor: $J' = 0,847$. De acuerdo con esto, los últimos presentan mejor distribución de abundancia entre las especies presentes, a pesar de que en el primero el número de especies totales fue de 39.

Otro estudio donde se utiliza el índice de equitatividad de Shannon es en el bosque de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, donde el valor promedio obtenido fue de 0,912 [Encina *et al.*, 2007]. En las poblaciones de *Picea martinezii* el valor fue menor (0,847) respecto del obtenido en los bosques de encino, pero este último fue hecho en un área más extensa.

CONCLUSIONES

- Las especies asociadas a *Picea martinezii* en las cuatro poblaciones presentan afinidad a las condiciones ecológicas de los bosques mesófilos de montaña, considerándose relictuales en el estado de Nuevo León.
- Los bosques mesófilos de montaña en los que se encuentra *Picea martinezii* son los menos diversos de México.
- La mayor diversidad de especies se presenta en la población de Agua Lardín, siendo menos diversa la población de La Encantada.

REFERENCIAS

- ALCÁNTARA, O., LUNA, I. 2001. Análisis Florísticos de dos áreas con bosques mesófilos de montaña en el Estado de Hidalgo. *Acta Botánica Mexicana* (MX) 54: 51-87.
- BAUCHE P., ET AL. 2002. Índices de diversidad aplicados a comunidades arbóreas en la zona de protección de flora y fauna "Sierra de Quila", estado de Jalisco. CUCBA, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 9 p.
- BRZUSTOWSKI, J. 1997. Krebs/win Ecological methodology for windows version 0.9. Microsoft Corporation and the Regents of University of California. Por Charles Krebs Ecological methodology. [En línea]. 20 de abril de 2009. Paquete gratuito disponible en: <http://www2en.biology.ualberta.ca/brzusto/ftp/Krebs/index.html>
- CAPÓ A., M.A., ET AL. 1997. Informe Final de Actividades del Proyecto: Autoecología del género *Picea* en Nuevo León. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 138 p.
- CATALÁN H., C., L. LÓPEZ, M., TERRAZAS, T. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas en un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales Instituto Biología Universidad Nacional México, Serie Botánica* (MX) 74(2): 209-230.
- CORRAL R., J., ET AL. 2002. Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Revista Chapingo, Serie ciencias forestales y del ambiente* (MX) 2: 125- 131.
- ENCINA D., J.A., ET AL. 2007. Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Bol. Soc. Bot. México* (MX) 81: 51-63.
- FARJON, A., PAGE, C.N. (compiladores). 1999. Conifers. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SCC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 121 p.
- KREBS, CH. J. 1999. *Ecological Methodology*. EUA University of British, Columbia. Ed. Addison Wesley Logman. 620 p.
- MAGURRAN, A.E. 2006. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. India. 256 p.
- MEDINA G., C., ET AL. 2000. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana* (MX) 52: 5-41.
- MEJÍA D., N.R., MEAVE, J.A., C. RUIZ, J. 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. *Bol. Soc. Bot. México* (MX) 74: 13-29.
- MÜLLER U., B., VELÁZQUEZ F., S. 1983. Aportes a la distribución geográfica del pinabete de chihuahua (*Picea chihuahuana* Martínez) en México. Inédito.
- PARTIDA M., J.A. 2007. Diversidad y estructura del manglar en el estero El Chupadero, Tecomán, Colima. 68 h. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- PATTERSON, T.F. 1988. A new species of *Picea* (Pinaceae) from Nuevo León, México. *SIDA*. 13(2): 131-135.
- PRIEGO, A., ET AL. 2003. Diagnóstico biofísico. In: Diagnóstico bio-físico y socio-económico de la cuenca Lerma-Chapala. INE, Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. 13 – 84 pp. [En línea]. 03 de setiembre de 2007. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/dag_lerma_chapala.pdf
- RZEDOWSKI, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* (MX) 35: 25-44.
- SÁNCHEZ R., E. V., ET AL. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Bol. Soc. Bot. México* (MX) 73: 17-34.
- SANTIAGO P., A.L., E. J. JARDEL, P. 1993. Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco – Colima. *Biotam* () 5(2): 13-26.
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. D. O. F. 30 de diciembre 2010. México. 78 p. [En línea]. 18 de octubre de 2012. Disponible en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SE-MARNAT_2010.pdf
- VALDEZ T., V., R. FOROUGHBAKHCH P., G. ALANÍS, F. 2003. Distribución relictual del bosque mesófilo de montaña en el noreste de México. *Ciencia UANL* (MX) 6(3): 360-365.
- VEGA E., R.A., C. FLORES, L. 2008. Aspectos ecológicos de *Picea mexicana* Martínez en poblaciones naturales de México. In: Memoria del Congreso Estudiantil Forestal Nacional. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. p. 25.
- VELIZ R., J.L. 2009. Estructura y diversidad de manglares en Tecomán, Colima. 66 h. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Celestino Flores López

Ingeniero Forestal, jefe de Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ha trabajado la temática de Genética y Conservación en coníferas durante quince años, e imparte la docencia de Silvicultura y Crecimiento. Este trabajo forma parte de la formación doctoral.

IMPACTOS DEL AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR EN EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL BARACOA

IMPACTS OF THE MEAN INCREASE OF SEA LEVEL IN FOREST PATRIMONY OF THE INTEGRAL FOREST ENTERPRISE BARACOA

ING. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ,¹ DR. C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO,² ING. FERNANDO JIMENÉZ,³ ING. WILMER TOIRAC-ARGÜELLES¹ E ING. PEDRO E. RODRÍGUEZ-CUEVAS⁴

¹ UCTB Baracoa, Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, Cuba, arlety@forestales.co.cu, wilmer@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu

³ Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. Ministerio de la Agricultura, Cuba

⁴ Empresa Forestal Integral Baracoa, Reparto Bohorque no. 126, Baracoa, Guantánamo, Cuba, ftalbcoa@enet.cu

RESUMEN

A partir del escenario de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) A1C, para sensibilidad climática alta y empleando las proyecciones de aumento del nivel medio del mar (NMM) para Cuba en 2100, se valoró la pérdida en área que producirá sobre el patrimonio forestal administrado por la Empresa Forestal Integral (EFI) Baracoa. De forma general la empresa, al finalizar 2100, perderá 5,60 ha de sus bosques costeros, que representan el 2,29 % de su territorio, las cuales quedarán sumergidas bajo el mar como consecuencia de la penetración estimada, siendo las unidades silvícolas Cayo Güín y Combate de Sabanilla las más afectadas por este impacto.

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

INTRODUCCIÓN

A la variación del NMM contribuyen diversos procesos físicos, ninguno de los cuales produce una señal espacialmente uniforme. A escalas de tiempo decenales, los factores que más contribuyen son: a) el deshielo de glaciares y casquetes de hielo (que aumentó en los años noventa); b) la dilatación térmica del océano superior, con

ABSTRACT

Starting from the scenario of emissions of gases effect hothouse (GEI) A1C, for high climatic sensibility and using the projections of increase of the half level of the sea (NMM) for Cuba in the year 2100 the loss was valued in area that will take place on the forest patrimony administered by the Integral Forest Enterprise of Baracoa. In a general way the Enterprise when concluding the 2100 will lose 5,60 there are of its coastal forests that represent 2,29 % of its territory, which were submerged under the sea like consequence of the dear penetration, being the units silvícolas Cayo Güín and Combate de Sabanilla those more affected by this impact.

Key words: change climatic, half level of the sea, impacts, forests.

aportaciones menores, pero apreciables vinculadas a la dilatación térmica del océano profundo, y a los mantos de hielo [UNESCO/IOC, 2010]. El cambio climático y la subida del NMM plantean una grave amenaza a los pequeños Estados insulares (PEI). Como resultado de ello, las consecuencias más importantes e inmediatas

para estos Estados probablemente guardarán relación con los cambios en los regímenes de lluvias, los vientos dominantes, las variaciones a corto plazo en los niveles regionales y locales del mar y la acción de las olas.

La interpretación de las tendencias actuales del NMM está actualmente limitada por la insuficiencia de los registros. Durante el último siglo el NMM ha crecido 20 cm y, según se desprende de los escenarios del IPCC (2001), podría incrementar entre 10 y 90 cm para 2100. Un aumento de esta magnitud implica que las zonas bajas, las regiones costeras y los PEI sufran inundaciones, afectando los asentamientos humanos, los ecosistemas costeros (manglares, deltas y arrecifes coralinos), las actividades productivas ubicadas en esas áreas como la pesca, la agricultura y la infraestructura [Pichs, 2008; PNUD, 2007]. Cuba, al ser un archipiélago, corre el riesgo de perder por esta causa parte

de su territorio si aumenta la altura media de las aguas [Centella *et al.*, 2001].

Por tal motivo se decidió realizar una evaluación del impacto del aumento del NMM esperable en el sector forestal del municipio de Baracoa de la provincia de Guantánamo, tomando como estudio de caso la EFI Baracoa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización físico-geográfica del territorio de la EFI Baracoa

Según Rodríguez *et al.* (2009), la entidad seleccionada para efectuar el estudio de caso está ubicada en la parte norte del extremo más oriental de la provincia de Guantánamo; limita al norte con el océano Atlántico, al sur con la EFI Imías, al este con la Empresa Municipal Agropecuaria (EMA) Maisí, y al oeste con el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (*Fig. 1*).

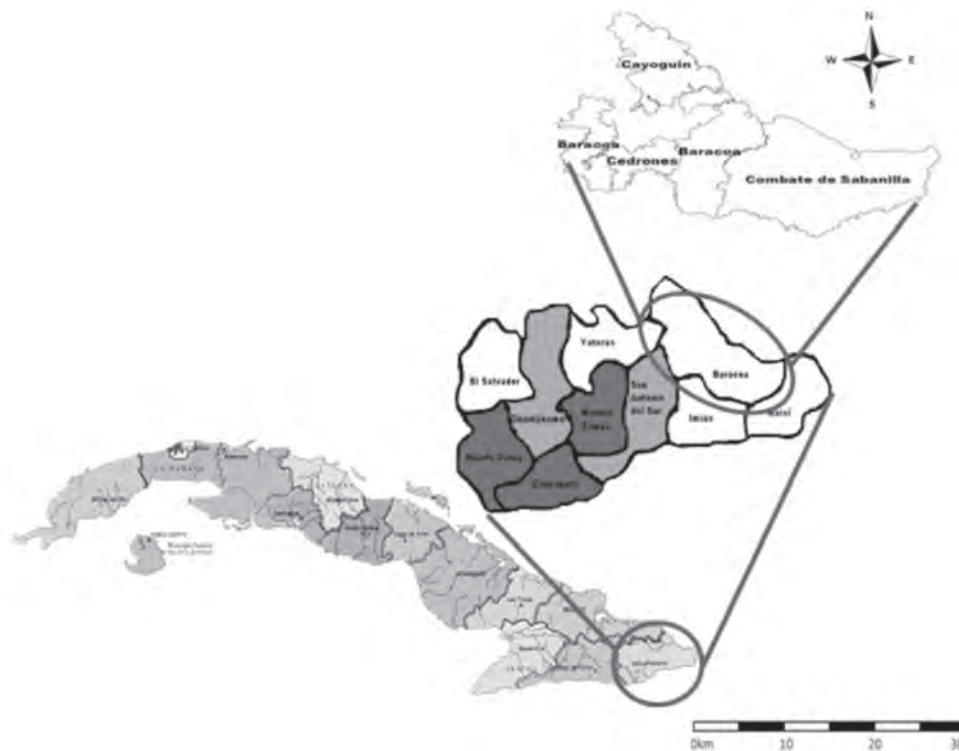


Figura 1. Ubicación de la EFI Baracoa.

El manejo del patrimonio de la empresa está formado por cuatro unidades silvícolas: Cayo Güin, Los Cedrones, Baracoa y Combate de Sabanilla.

Relieve

La región estudiada se caracteriza por presentar el 25 % de su territorio con un relieve algo es-

carpado, en el que cuando carece de la cubierta forestal protectora aparecen los signos de la erosión (cárcavas, surcos, derrumbes).

Posee además el 95 % de su superficie montañosa, con pendientes mayores del 15 %, mientras que el 5 % restante se encuentra en áreas

limitadas por los valles aluviales, llanuras aluvio-marinas y cárnicas. Las alturas oscilan entre la cota cero y los 700 msnm, encontrándose las menores de 100 msnm en la franja costera y penetrando en los valles fluviales.

Suelos

Existe una amplia composición de suelos que se clasifican según su génesis en nueve grupos genéticos que brindan un soporte de diversas potencialidades para el desarrollo de las actividades forestales: ferrítico púrpura, ferralítico rojo, ferralítico amarillento, fersialítico rojo parduzco, fersialítico pardo rojizo, pardo con carbonato, pardo sin carbonato, aluvial y esquelético.

Temperatura

La media de las temperaturas para todo el territorio es de 26,8 °C. El mes más frío es febrero (24,7 °C), y los más calientes julio y agosto (28,6 °C).

Precipitaciones

El gradiente de precipitación es de 55 a 60 mm por cada 100 m de elevación, advirtiéndose el comportamiento de este facto en todo el territorio de la empresa. La precipitación promedio anual es de 1175 mm.

Humedad relativa

Este factor es mayor en las zonas elevadas que en las llanas; el promedio anual es del 80 % para todo el territorio de la empresa.

Vientos

La dirección predominante de los vientos en el territorio de la empresa es este y noroeste, y su velocidad promedio anual es de 16,6 km/h, presentándose en julio y diciembre los vientos más fuertes, con promedios hasta 20,5 km/h, con predominio en ellos la dirección este.

Caracterización del patrimonio administrado por la EFI Baracoa

La empresa posee una superficie de 35 725,10 ha, de las cuales 34 694 ha están consideradas como áreas forestales (97,11 %). Las plantaciones establecidas cubren en total 5403 ha compuestas mayoritariamente por *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb. (pino de mayarí), *Hibiscus elatus* Sw. (majagua) y *Calophyllum utile* Bisse., en tanto cuenta con 62,50 ha de plantaciones en desarrollo (menores de tres años). Presenta una composición mayoritaria de bosques naturales con nueve formaciones forestales: manglar, manigua costera, pinar, pluvisilva, pluvisilva de montaña, semicaducifolio en suelo ácido, semicaducifolio en suelo calizo, semicaducifolio en suelo mal drenaje y uveral; cuenta además con bosques de conservación, productores y protectores [Rodríguez *et al.*, 2009] (Tabla 1).

TABLA 1
Clasificación de los bosques de la empresa

Categoría de bosques	Área cubierta (ha)			%	Superficie total	%
	Natural	Plantación	Total			
Manejo especial	951,8	90,6	1042,4	3,6	1066,2	3,5
Prot. flora y fauna	132,4	23,9	156,4	0,5	156,4	0,5
Prot. litoral	128,8	–	128,8	0,4	128,8	0,4
Prot. aguas y suelos	14 566,3	888,9	15 455,2	52,9	15 712,3	51,6
Productor	7982,6	4463,2	12 445,9	42,6	13 370,9	44
Total	23 761,9	5466,7	29 228,6	100	30 434,6	100

Escenario climático considerado

El área de estudio definida en el presente reporte se refiere solamente a la zona del litoral costero de la empresa, tratando de ajustar lo más posible los probables impactos al entorno más cercano a la línea de costa. Para ello, en esta primera aproximación se trabajó solamente con los datos

de los lotes costeros e incluyó el análisis de los impactos esperables a partir del escenario de emisiones de gases de efecto invernadero A1C [IPCC, 2001], para una sensibilidad climática alta (4,2 °C), con las proyecciones de aumento del NMM para Cuba en el siglo XXI (modelo MAGICC/SCENGEN, versión 4.1), reportados por Salas

(2008), que evidencia para el período 2075-2100 un incremento medio de 85 cm, teniendo en

cuenta que este es el límite mayor esperable de elevación del NMM para el país (Tabla 2).

TABLA 2
Proyecciones del aumento del nivel medio del mar para Cuba en el siglo XXI

Escenario	Sensibilidad climática (ΔT)	Año			
		2030	2050	2070	2100
		(cm)			
A1C	Baja (1,5 oC)	4	8	14	22
	Media (2,6 0C)	9	17	30	49
	Alta (4,2 0C)	15	27	48	85

A partir del valor de elevación del nivel del mar seleccionado se estimaron las distancias de penetración para cada tipo de pendiente para 2100, según el método reportado por Álvarez, Milián y Álvarez (1998).

Los resultados se reflejaron sobre un mapa de vegetación a escala 1:25 000, empleando el croquis de lotificación de la empresa, sobre el que se superpuso el de aumento del mar. Para poder identificar el área de la empresa que recibiría este impacto, y con la información contenida en el Proyecto de Ordenación Forestal de la empresa, se realizó una valoración cuantitativa de las afectaciones esperadas en área para el escenario evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El impacto más obvio, cuando se piensa en ascenso del NMM, es precisamente la inmersión de las costas bajas que pasarán a estar totalmente cubiertas. Esto puede tener diferentes implicaciones según el tipo de costa de que se trate y los ecosistemas que se desarrollen; pero será particularmente impactante en aquellos ecosistemas litorales emergidos, donde la influencia de los factores dinámicos como las mareas y el oleaje –que serán inevitablemente alterados– tienen un efecto más directo sobre su desarrollo, por lo que, con un ascenso del NMM moderado, el impacto puede ser gradual y compensado debido a que los sistemas naturales evolucionarán en la medida en que pueda exhibir tolerancia al ambiente cambiante; sin embargo, con una temperatura mayor y un rápido ascenso, el impacto puede ser catastrófico y alterar seriamente la morfología costera [Moya, citado por Ortiz, 2010].

Los valores esperables de penetración del mar en la EFI Baracoa para el año y el escenario considerado se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3
Valores de penetración del mar esperable para la EFI Baracoa

Año (aumento del NMM en cm)	Penetración (m) para sensibilidad alta (4,2 °C)	
	Mín.	Máx.
2100 (85 cm)	2,13	565,25

La evaluación cuantitativa de los impactos esperables para la EFI Baracoa (Tabla 4) indicó que el ascenso del NMM a largo plazo con el escenario de cambio climático estimado para 2100 (0,85 m) implicará una pérdida del 0,02 % (5,6 ha) de la superficie total de tierra firme en el patrimonio de la empresa, o 2,54 % de la superficie de las dos unidades silvícolas involucradas, siendo las áreas más afectadas las ocupadas por la formación manglar. En la Fig. 2 se muestra el nivel de afectación por unidad silvícola, lotes y rodales.

Las unidades silvícolas que se verán afectadas por la penetración del mar para 2100 serán Cayo Güin y Combate de Sabanilla, con pérdida de áreas de 3,28 y 2,32 ha, respectivamente (Tabla 4), considerándose esta inundación como uno de los problemas a enfrentar en el futuro, lo cual traerá aparejado los mayores impactos para las especies *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. (patabán) y *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), ambas representativas de la formación manglar, siendo identificada esta última especie también para la unidad silvícola Combate de Sabanilla.

TABLA 4
Afectación de superficie para la EFI Baracoa para 2100

Unidades silvícolas	Lote	Área total	Área afectada	Rodal	Área total	Área afectada
		(ha)			(ha)	
Cayo Güin	12	1 261,30	0,90	19	60,59	0,90
	29	264,60	0,96	1	5,15	0,03
				4	23,48	0,41
				5	17,05	0,52
	32	670,91	1,42	1	2,17	1,05
2				22,11	0,37	
Subtotal		2196,81	3,28	Subtotal	130,55	3,28
Combate de Sabanilla	1	9922,94	2,32	1	26,06	0,31
				3	3,29	1,54
				5	60,71	0,47
	Subtotal		9922,94	2,32	Subtotal	90,06
Total		12 119,75	5,60	Total	220,61	5,60

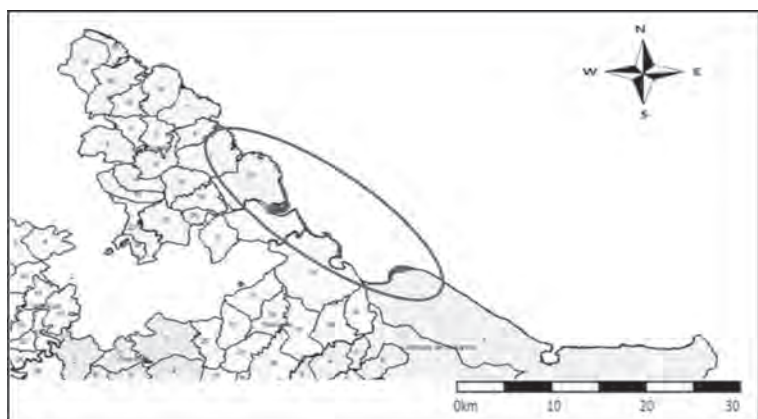


Figura 2. Representación gráfica de las afectaciones en la EFI Baracoa por penetración aproximada del mar.

Este impacto está determinado por las características del relieve eminentemente montañoso que presenta el área que ocupa la empresa. Atendiendo a ello es de esperar que el impacto debido al nivel de penetración del mar para 2100 no sea tan importante.

Teniendo en cuenta la penetración estimada del mar y sus posibles efectos sobre la zona del litoral perteneciente a la EFI Baracoa, así como el hecho de que los bosques costeros constituyen la única barrera física terrestre que protege al país del aumento del NMM, se considera conveniente proponer como medidas de adaptación en primera instancia:

- Suspender toda la acción de aprovechamiento en la faja de bosques costeros.
- Recategorizar como bosques de conservación los clasificados actualmente como bosques productores en la faja de bosques costeros.
- Establecer un sistema de monitoreo permanente de la situación costera que permita conocer sistemáticamente lo que esté sucediendo con el nivel del mar y los efectos que se estén produciendo sobre los recursos arbóreos forestales del área.
- Concebir acciones de educación ambiental con la población, los tomadores de decisiones y en los centros educacionales.
- Todas las áreas donde se apliquen estas medidas deberán ser previamente identificadas, evaluadas y analizados los posibles riesgos de éxito del proceso, en base a sus condiciones específicas actuales.

Todas estas acciones deberán ser reflejadas adecuadamente en el Proyecto de Ordenación Forestal de la entidad.

CONCLUSIONES

- El área que quedará cubierta por el mar como consecuencia del cambio climático alcanzará valores del orden de las 5,6 ha para el patrimonio de la EFI Baracoa.
- El futuro aumento del NMM afectaría solo un área muy restringida de la EFI Baracoa debido a las peculiaridades topográficas de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A., MILIÁN, C., ÁLVAREZ, L. 1998. Estudios de caso nacional para la evaluación de los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación. Instituto de Investigaciones Forestales. Ciudad de la Habana. 23 p.
- CENTELLA, A., LLANES, J., PAZ, L. 2001. Primera Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones unidas sobre Cambio Climático. 169 p.
- IPCC. 2001. Special Report on Emissions Scenarios. Grupo de Trabajo III. 35 p.
- ORTIZ, O. 2010. Impactos del cambio climático en el sector forestal de la península Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. 264 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Alicante - Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- PICHS, R. 2008. Cambio Climático: Globalización y Desarrollo. Ciudad de la Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnica. 205 p.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2007. Informe sobre desarrollo humano 2007/2008. Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World. Edit: Green Ink Inc. Nueva York, EEUU. 230 p.
- RODRÍGUEZ, P.E, NOA N., LEYVA, G., RODRÍGUEZ, B. 2009. Proyecto de Ordenación y Desarrollo de la Economía Forestal (2008-2017) para la Empresa Forestal Integral Baracoa. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. 57 p.
- SALAS, I. 2008. Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerado los cambios climáticos. Taller de cambios globales y medio ambiente tendencias mundiales. Resultados y proyecciones de trabajo. Memorias. Ciudad de La Habana.
- UNESCO/COI (2010). Aumento y variabilidad del nivel del mar - Resumen para responsables de políticas. 12 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arlety Ajete Hernández

Ingeniera Forestal, investigadora agregada, es miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado Técnico Medio Forestal en el Instituto Politécnico de Agronomía Limbano Sánchez, de Baracoa, Guantánamo. Se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal. Es integrante del Grupo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Es autora y coautora de varias publicaciones, y ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

INFLUENCIA DEL DIÁMETRO DE LA ESTACA Y EL USO DEL COBERTOR EN EL ESTABLECIMIENTO EN VIVERO DE *TRICHANTHERA GIGANTEA* (HUMBOLDT & BONPLAND) NEES

INFLUENCE OF THE DIAMETER OF THE STAKE AND USE OF COVER IN THE ESTABLISHMENT OF NURSERY *TRICHANTHERA GIGANTEA* (HUMBOLDT & BONPLAND) NEES

ING. ALQUILIO M. MOSQUERA-FIGUEROA,¹ ING. YUDIT MORALES-PATO,² LIC. MARTA A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ,³ M. SC. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE¹ E ING. ARMANDO SOLANO-CABRERA¹

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

² Empresa Agropecuaria Benito Juárez. Batey Benito Juárez, Placetos, C. P. 54430, Villa Clara, Cuba

³ Asamblea Municipal del Poder Popular Placetos. Calle 1.^a del Norte e/ 1.^a y 2.^a del Oeste, Placetos, C. P. 52 800, Cuba, apoblacion@gobpla.gobvc.co.cu

RESUMEN

El estudio e inclusión de especies forestales multipropósitos en las condiciones de Cuba es un reto para los investigadores y productores. En Placetos se realizó un estudio sobre la propagación de Trichanthera gigantea para obtener la dimensión más adecuada del diámetro de la estaca y conocer cómo influye el uso del cobertor en la propagación de la especie en vivero. Los tratamientos estudiados fueron seis. Las estacas fueron plantadas en bolsas de polietileno con el 70 % de suelo y el 30 % de materia orgánica. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial (3 x 2). Las variables estudiadas fueron porcentaje de supervivencia, número de brotes, emisión de la primera hoja, número y longitud de las hojas. Se obtuvieron los mejores resultados en los tratamientos 1, 3, 4 y 6, y la condición de penumbra presentó la mejor respuesta morfoestructural para las variables estudiadas en los diferentes diámetros de estacas de Trichanthera gigantea.

Palabras claves: *Trichanthera gigantea*, especie multipropósito, diámetro de la estaca, cobertor.

ABSTRACT

The study and inclusion of multipurpose tree species under the conditions of our country is a challenge for researchers and producers. In Placetos a study on the spread of Trichanthera gigantea to get the dimension appropriate of the diameter of the stake and know how to influence the cover, the propagation of the species in the nursery. The studied treatments were six. Cuttings were planted in polyethylene bags containing 70 % soil and 30 % organic matter. We used a completely randomized design according bifactorial (3 x 2). The variables studied were percent survival, number of shoots, issuance of the first leaf, number and length of the leaves, the best results were obtained in the treatments 1, 3, 4 and 6 and the condition of darkness presented the best answer for the studied variables, in the different diameters of stakes of Trichanthera gigantea.

Key words: *Trichanthera gigantea*, multipurpose species, diameter of the stake, cover.

INTRODUCCIÓN

Trichanthera gigantea (Humboldt & Bonpland) Nees o nacedero es una planta tropical que pertenece a la familia Acanthaceae. Se caracteriza por ser un árbol mediano que puede alcanzar entre 4 y 12 m de altura y una copa de 6 m de diámetro muy ramificada. Es una planta

que crece silvestre y puede ser cultivada para fines específicos. En trabajos de investigación realizados en el CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria) en Colombia, tomado de Sarría (2001), se han identificado 77 usos diferentes,

agrupados en los siguientes temas: protección de fuentes de agua, cercas vivas, medicina para humanos y animales, forrajes de alto valor nutritivo y un particular potencial como suplementos proteicos en dietas para rumiantes y monogástricos, recuperación y conservación de suelo y construcción, entre otros.

Esta especie se introdujo en la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas a partir de varios esquejes procedentes de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey, en Matanzas, Cuba. En la Estación Experimental de Placetas a partir de su introducción se desarrollaron varias líneas de investigación, con vistas a demostrar sus potencialidades como cercas vivas, planta forrajera para ovinos y bovinos y en la corrección de cárcavas.

En el municipio de Placetas se tiene poco conocimiento sobre la planta, las condiciones donde se desarrolla, su producción y usos que brinda, teniendo en cuenta las ventajas reportadas en la literatura y que ofrece grandes posibilidades para su utilización en las Fincas Forestales Integrales (FFI) y la agricultura suburbana, además, de tener una gran adaptabilidad a diversos agroecosistemas. En el presente trabajo se propuso obtener la dimensión de la estaca más adecuada y la influencia del cobertor que permitan alcanzar los mejores índices de supervivencia de la especie en la propagación en vivero de bolsas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio de investigación

Localización

La investigación se realizó en el vivero de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Joaquín Reyes, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Benito Juárez, del municipio de Placetas, provincia de Villa Clara, ubicada en los 22°53' de latitud norte y los 82°02' de longitud oeste, y a 80 msnm.

Clima y suelo

El clima predominante en el municipio es tropical, según la Academia de Ciencias de Cuba (1989), donde se presentan condiciones con marcada estacionalidad; una época invernal poco lluviosa (noviembre hasta abril) y la época

de verano lluviosa (mayo a octubre); la precipitación media anual está por encima de los 1280 mm y la humedad relativa es del 80 %.

Se estableció un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial. Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Estaca hasta 1 cm expuestas al sol (estacas expuestas a la intensidad lumínica directa del sol).

T2: Estaca de 1,1 a 2 cm expuestas al sol.

T3: Estaca de 2,1 a 3 cm expuestas al sol.

T4: Estaca hasta 1 cm en penumbra o sombreado (estacas expuestas a la luz solar indirecta por el uso de un cobertor artificial a 60 cm de altura con guano real).

T5: Estaca de 1,1 a 2 cm en penumbra.

T6: Estaca de 2,1 a 3 cm en penumbra.

Los datos se procesaron mediante el paquete estadístico InfoStat (2008), y la comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante la dócima de Duncan (1955).

El material vegetativo propagado fue cosechado en la Estación Experimental Agro-Forestal Placetas. Las estacas se cortaron dejándoles tres nudos como mínimo, con una longitud de 25 cm y un diámetro entre 1 y 3 cm; los cortes se realizaron a 1,5 cm de los nudos extremos; el corte superior se realizó en forma de bisel. Se emplearon bolsas de polietileno de 28 cm de alto por 13 cm de diámetro, y la profundidad de siembra fue 15 cm. Para cada tratamiento se plantaron 36 bolsas con el objetivo de evaluar solo las 16 bolsas del centro, mientras que las 20 restantes se utilizaron para evitar el efecto de borde.

Variables medidas o estimadas

Porcentaje de supervivencia (%): Se determinó mediante el conteo de las estacas vivas.

Brotación (%): Se evaluó la brotación de las estacas.

Emisión de la primera hoja (%): Después de la brotación se contaron las estacas que emitía la primera hoja.

Hojas: Largo y ancho.

Largo: Para medir el largo y ancho de las hojas en las plantas se utilizó una regla de 30 cm. El largo se consideró desde el ápice hasta la base del foliolo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se muestra que no se encontraron diferencias significativas para la variable por-

ciento de supervivencia entre los tratamientos 1, 3, 4 y 6, aunque sí hubo diferencias con los tratamientos 2 y 5. Se obtienen resultados ligeramente superiores en los tratamientos 3 y 6.

TABLA 1
Porciento de supervivencia de las estacas

Tratamientos	Supervivencia %
T1: Estaca hasta 1 cm expuestas al sol	94,0 ^a (± 0,66)
T2: Estaca de 1,1 a 2 cm expuestas al sol	83,1 ^b (± 0,36)
T3: Estaca de 2,1 a 3 cm expuestas al sol	98,4 ^a (± 0,67)
T4: Estaca hasta 1 cm en penumbra	94,6 ^a (± 0,68)
T5: Estaca de 1,1 a 2 cm en penumbra	83,4 ^b (± 0,37)
T6: Estaca de 2,1 a 3 cm en penumbra	98,7 ^a (± 0,68)

Tratamientos con letras iguales no difieren en ($p \leq 0,05$), Duncan, 1955.

La supervivencia de esta especie, al propagarse de forma vegetativa, compensa la falta de reproducción sexual. Cipagauta *et al.* (1999) reportan una sobrevivencia del 32 % en estaca sembradas como cerca viva en la amazonía colombiana, mientras que en Vietnam, Nhan *et al.* (1996) encontraron diferencias entre el 75 y 85 % en siembra a plena exposición solar y bajo sombrío de banana y leucaena, aunque no se evidencian las condiciones de manejo a los cuales fueron sometidos los tratamientos.

Los resultados reportan una supervivencia de más del 90 %, que se asemejan a los obtenidos por Bravo *et al.* (2008) cuando utilizan estacas con tres y cuatro yemas. Esto se debe a las condiciones similares, ambientales y de siembra a que fueron sometidos, pues se realizó en vivero de bolsas con el sustrato y riego adecuado, lo cual influye en la respuesta de supervivencia de la plantación, como lo recomiendan Gómez *et al.* (2002).

Las variaciones microclimáticas que se producen en poblaciones expuestas a la radiación solar influyen en el comportamiento de las plantas. La radiación solar es la fuente de energía para una serie de procesos como el calentamiento del suelo, de la atmósfera y la evaporación de las plantas, entre otras, de manera que constituye un factor primario a evaluar, pues es su primera interceptación y alteración, lo que trae aparejado la alteración de indicadores fisiológicos en las plantas [Blanco, 2007].

El uso de cobertores en la producción de posturas en vivero de bolsas trae consigo que se atenúe la radiación solar sobre las plantas (estacas), por lo que la penetración de la radiación difusa hace que disminuya la intensidad luminosa y sus efectos negativos sobre las futuras plantas [Jaramillo y Rivera, 2001].

La respuesta de las plantas al medio en que se desarrollan está estrechamente ligada a la acción que sobre ella ejercen los elementos climáticos (luz, temperatura, humedad), fertilidad del suelo y manejo (defoliación, fertilización). Cualquier modificación en la distribución espectral de la radiación solar tiene una marcada incidencia sobre la fotosíntesis, el crecimiento y en la producción de las plantas [Blanco, 2007].

En cualquier caso se recomienda mantener la humedad en las estacas durante los primeros tres meses para que no les falte humedad, colocar los viveros en lugares de semisombra o facilitarla para evitar que la incidencia de los rayos del sol directos durante todo el día afecten los primeros brotes de las estacas [Nhan *et al.*, 1996].

Por otro lado, en investigaciones realizadas por Jaramillo y Rivera (2001), evaluando el efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y producción inicial de nacedero, encontraron diferencias en la variable porciento de supervivencia. En el vivero de bolsas se obtuvo un 90 % de supervivencia, y en el caso de las estacas sembradas directa-

mente en el campo fue solo el 86 %, resultado que confirman la respuesta de la planta a las condiciones ambientales y de vivero adecuadas.

En otros estudios, Acero (2005) utilizó estacas de 50 cm de longitud por 4 cm de diámetro y obtuvo valores del 95 % de germinación, inicio de la brotación a los 20-29 días de la plantación y su máxima energía germinativa a los treinta y cuatro días después de la siembra. Concluyó que las estacas se deben cortar tres o cuatro días antes de la siembra, dejándolas en un lugar húmedo.

En ensayos realizados por Moreno y Guerrero (2003) sobre enraizado de estacas de 1, 2 y 3 yemas en enraizador preparado con materia orgánica y suelo, cubierto con plástico durante todo el tiempo con el fin de controlar la maleza, obtuvieron los mejores resultados con estacas de tres yemas con porcentaje de germinación el 84 %, número de raíces 17 y 20, y peso de raíces secas 2,17 g. Según Jaramillo y Rivera (2001), es mejor usar estacas pequeñas de 2 nudos. Ellos hicieron un estudio de tratamiento conocido como naftalenoacético al 0,2 y 0,4 %, y ácido indolacético al 2 %. No se observaron diferencias con respecto al prendimiento, comparado con el testigo, concluyendo que no es necesario el uso de estas sustancias en la propagación. Los primeros rebrotes aparecieron a los veintiún días, el prendimiento máximo se verificó a los cuarenta y uno. El porcentaje de supervivencia a los cuarenta y ocho días fue del 86,6 %, lo cual corrobora los resultados aquí obtenidos, ya que no se realizó tratamiento pregerminativo a las estacas, y los resultados de supervivencias alcanzados superan a los de estos autores.

Brotación

A los treinta días se vio que los tratamientos 1, 3, 4 y 6 tenían el mayor número de brotes (Fig. 1), significativamente diferentes ($p < 0,05$) al tratamiento 2 y 5 que mantienen el mismo número de brotes, lo que pudo estar determinado porque las estacas, una vez que son separadas de la planta, sufren estrés debido a que no tienen la capacidad de recuperación de los carbohidratos. Para el crecimiento y desarrollo dependen de la movilización de sus reservas, con lo cual se ve imposibilitada de recuperarse rápidamente. En el caso del tratamiento 1, son tallos menos lignificados con mayor contenido de carbohidratos, lo que permite su rápida utilización en la brotación. A los treinta días el tratamiento 3 logra estabilizar la movilización de sus reservas, lo que hace que iguale la brotación del primer tratamiento.

González *et al.* (2009), en un estudio sobre las potencialidades del nacedero para la producción animal, obtuvieron que la brotación no mostró diferencias en cuanto a las épocas de plantación y en los tratamientos, o sea, en los métodos de propagación por el vivero de bolsas y en las estacas sembradas directamente en el campo, aunque estos autores observaron que sí existe respuesta de estas variables con el diámetro del esqueje, apreciándose que las estacas con mayor diámetro responden positivamente al cabo de los treinta días.

El presente estudio comprobó que la mejor época de medición de dicha variable es a los treinta días después de la plantación, resultados que coinciden con la literatura consultada [Bravo *et al.*, 2008 y González *et al.*, 2009].

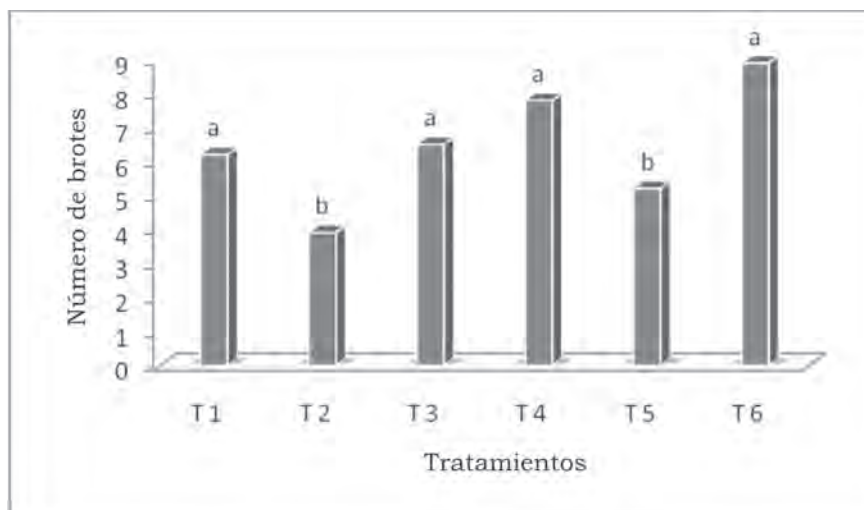


Figura 1. Número de brotes.

Emisión de la primera hoja

Se verificó a los sesenta días después de la plantación que los tratamientos 1, 3, 4 y 6 presentaron mayor cantidad de estacas con hojas ($p \leq 0,05$) que los tratamientos 2 y 5 (Fig. 2). Estos resultados son similares a los que reportan Caballero *et al.* (2006), donde encontraron que

estacas con diámetro de 2 cm fueron significativamente diferentes a las estacas con mayor grosor por presentar los primeros la menor cantidad de hojas emitidas. Señalan además que la mejor época de medición de dicha variable es entre los treinta y sesenta días, resultados corroborados en el presente estudio.

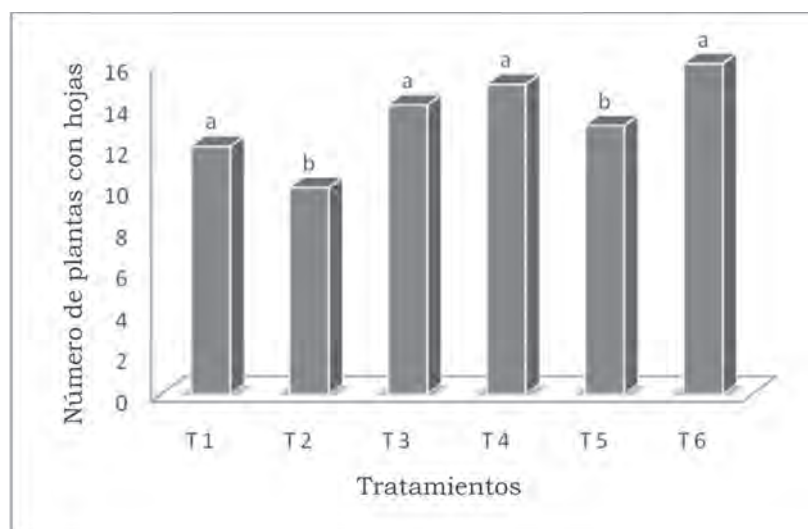


Figura 2. Emisión de la primera hoja.

Número de hojas

Se verificó a los sesenta días después de la plantación que los tratamientos 1, 3, 4 y 6 presentaron mayor número de hojas ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 2 y 5 (Fig. 3). Estos resultados

son similares a los que reportan Caballero *et al.* (2006), que encontraron que estacas con diámetro menor de 1 cm fueron significativamente diferentes a las estacas con mayor grosor por presentar los primeros el menor número de hojas.

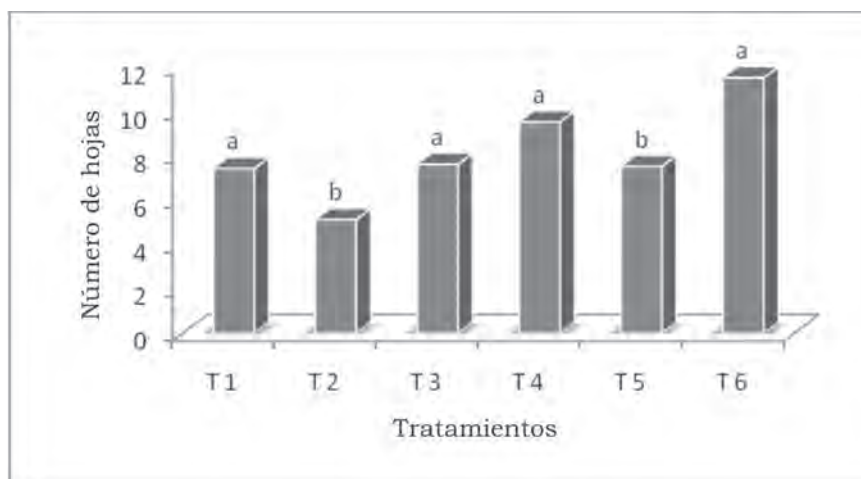


Figura 3. Número de hojas.

La tendencia es que a mayor tiempo de planta la estaca se incrementa el número de hojas, aunque existen diferencias en la sombra; cuando las estacas alcanzaron edades mayores, la producción de hojas aumentó. Lo anterior es debido a que las estacas en exposición a la luz solar intensa restringen el crecimiento y desarrollo de aquellas estructuras como las hojas que pueden saturarlas, y así impedir un crecimiento normal. Según Blanco (2007), es una característica de las plantas para su sobrevivencia presentar tal comportamiento, sobre todo en plantas como el nacedero, que tiene un comportamiento C_3 (límite de saturación lumínica).

En estudios realizados por González, Mosquera y Bravo (2009) sobre emisión de la primera hoja y vigorosidad del brote, no se mostraron diferencias en cuanto a las épocas de plantación en marzo, abril y mayo, y en los tratamientos, o sea, en los métodos de propagación por el vivero de bolsas y en las estacas sembradas directamente en el campo, aunque se observó que existen diferencias de estas variables con el diámetro del esqueje, apreciándose que las estacas con mayor diámetro responden positivamente a la brotación, emisión de la primera hoja y su vigorosidad.

Largo de las hojas

Se observó que, al igual que el número de hojas, el largo se incrementa con el grosor de la estaca,

siendo los tratamientos 1, 3, 4 y 6 los de mayor tamaño (de 8 a 11 cm) (Fig. 4).

En penumbra se presentaron los mejores valores, pues es donde la planta sufre menor estrés y se adapta al microclima. Esto indica que las plantas a menor intensidad lumínica aumentan el largo de las hojas, como una respuesta fisiológica al fototropismo que tienen a la búsqueda de luz.

El sombreado también puede provocar cambios morfológicos en las especies forrajeras, los cuales funcionan como mecanismos de adaptación a la baja incidencia de energía lumínica y la consiguiente reducción en el potencial fotosintético de las plantas [Blanco, 2007].

Para compensar esto las especies forrajeras que crecen bajo sombra tienden a desarrollar hojas más largas, pero menos gruesas; lo primero les ayuda a incrementar su habilidad competitiva para interceptar la luz, mientras que lo segundo les permite reducir su tasa de respiración [Blanco, 2007]. Es evidente que esos mecanismos de compensación no son suficientes, por lo que la actividad fotosintética total disminuye bajo condiciones de sombra.

La respuesta de las plantas al medio en que se desarrollan está estrechamente ligada a la acción que sobre ella ejercen los elementos climáticos (luz, temperatura, humedad).

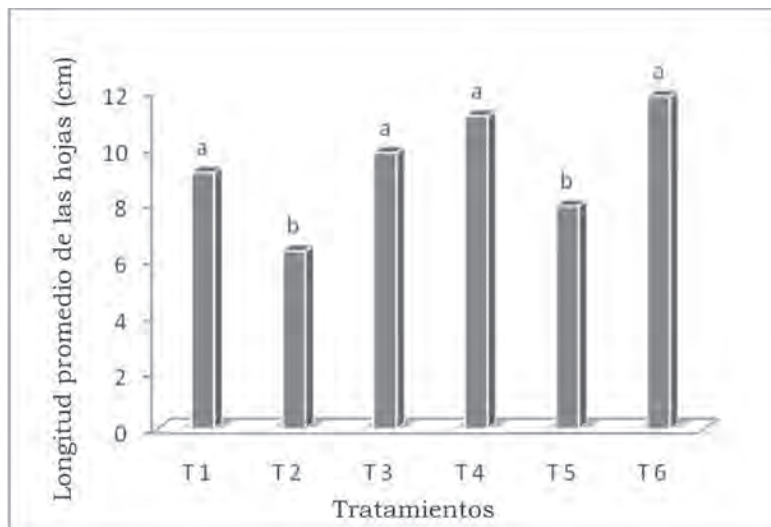


Figura 4. Largo de las hojas.

Procesamiento estadístico

Se reflejaron valores de supervivencia (+93 %) para los tratamientos 1, 3, 4 y 6, mientras que

los tratamientos 2 y 5 mostraron comportamientos similares (+80 %).

De acuerdo con los resultados del paquete estadístico utilizado para el procesamiento de los datos, es posible afirmar que existió un alto contraste entre los escenarios, demostrado por la alta variabilidad acumulada en función de los indicadores medidos o estimados.

En este sentido se manifestó una diferenciación entre las variables estudiadas, particularmente para sobrevivencia, número de brotes, número de hojas y largo de las hojas. Ello indica que estas variables caracterizaron el desarrollo de la planta en esta fase de crecimiento, lo que reafirma la existencia de una gran variabilidad fenotípica en la población y, de modo sobresaliente, en los indicadores del desarrollo de las plantas en cada escenario.

Con más del 95 % de supervivencia encontramos una varianza acumulada del 86,8 % en las supervivencias durante el período de aviveramiento.

Todo lo anterior indica que, independientemente de las condiciones edafoclimáticas existentes durante esta fase, las muestras en particular de estos escenarios pueden expresar una variación marcada entre individuos de diferentes diámetros para algunos indicadores, y de esta forma agruparse en función de esas variables, lo que representa un elemento positivo en el trabajo de evaluación. Ello indica que el diámetro de la estaca, así como el efecto provocado por la presencia de sombra, puede constituir indicadores de contraste entre los tratamientos estudiados, y que estos tuvieron relación con los analizados con anterioridad en otros países y en nuestro país.

El número de hojas, de acuerdo con el valor de la varianza que extrajo, en ambos escenarios puede deducirse que fue mayor al de las variables que se hizo referencia con anterioridad, mostrando diferencias significativas en los tratamientos 4, 5 y 6.

A pesar de que la literatura disponible no ofrece mucha información acerca del estudio en la etapa de vivero de esta planta, se comprobó en el presente trabajo que, en condiciones favorables, esta especie tiene un rápido crecimiento y está lista para ser trasplantada cuando alcanza aproximadamente los sesenta días en el vivero, lo que evita que las raíces perforen las bolsas y se fijen al suelo, y que los tallos y hojas se alarguen demasiado.

CONCLUSIONES

- Los mejores resultados en las variables evaluadas se alcanzaron en los tratamientos 1, 3, 4 y 6.
- La condición de penumbra presentó la mejor respuesta morfoestructural para las variables estudiadas en los diferentes diámetros de estacas de *Trichanthera gigantea*.

BIBLIOGRAFÍA

- ACERO, L E. 2005. Árboles de la zona cafetalera Colombiana. Colombia. Ediciones Fondo Cultural Cafetero, 268 p.
- BLANCO F. 2007. Efecto de la sombra sobre las plantas forrajeras en sistemas silvopastoriles. Conferencia para Curso de Diplomado en Silvopastoreo. EEPF Indio Hatuey. Sin publicar, mimeografiado.
- BRAVO, O., ET AL. 2008. Estudio de diferentes métodos de propagación de morera (*Morus alba*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*) para la alimentación animal. IV Taller Provincial "Por una agricultura sustentable, en armonía con el medio ambiente". Año 2008. Publicado en: CD de la REPPAL y Editorial "Samuel Feijoo". ISBN: 978-959-250-569-8.
- CABALLERO, C., ET AL. 2006. Efecto del grosor del esqueje de morera (*Morus alba*) y el nacedero (*Trichanthera gigantea*) sobre su comportamiento durante los primeros 60 días de plantadas. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/principal.htm>. Consultado el 27 de noviembre de 2012.
- CIPAGAUTA, M., VELÁSQUEZ, J.E., GÓMEZ, J.E. 1999. Estrategias de Implementación y Experiencias Agrosilvopastoriles con Pequeños Productores en el Pie de monte Amazónico Colombiano. En: Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Disponible en <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Cipagaut.htm>. Consultado el 27 de noviembre de 2012.
- GALINDO, W. F., ET AL. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y mata ratón (en línea) CIPAV, Cali, Colombia. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/lrrd1/1/cont11.htm>. Consultado el 27 de noviembre de 2012.
- GÓMEZ, M., ET AL. 2002. Árboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Pízamo (*Erythrina fusca*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Cipav, Colciencias, Pronatta. Cali - Colombia. 171 Pág.
- GONZÁLEZ, M., MOSQUERA, A., BRAVO, O. 2009. El Nacedero (*Trichanthera gigantea*), planta promisoría para la producción animal en la Agricultura Urbana. IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible, DEFORS'2009. Publicado en: CD "Memorias del Evento". ISBN: 978-959-7139-89-8.
- INFOSTAT (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- JARAMILLO, P.H., RIVERA, P.E. 2001. Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y produc-

ción inicial de nacedero *Trichanthera gigantea* Humbold & Bonpland. Colombia. 90 h. Tesis (en opción al título de Máster en Zootecnia)--Universidad Nacional de Colombia.

MORENO, F., GUERRERO, A. 2003. Evaluación de la brotación de *Trichanthera gigantea* (Bonpl.) Nees, como estrategia para su propagación vegetativa. Revista Forestal Venezolana (VE). 47 (1).

NHAN, N.T.H., ET AL. 1996. Effect of shade biomass production and composition of the forage tree *Trichanthera gigantea*. Live-

stock Research for Rural Development. Disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd8/2/nahn.htm>. Consultado el 27 de noviembre de 2012.

SARRÍA P., EVILLAVICENCIO Y OREJUELA, L.E. 2001. Utilización de forraje de Nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la alimentación de cerdos de engorde CIPAV, Cali, Colombia. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/cont32.htm>. Consultado el 27 de noviembre de 2012.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alquilio Miguel Mosquera Figueroa

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

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales



INAF

Instituto
de Investigaciones
Agro-Forestales

SERVICIOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

Silvicultura

- Evaluación de proyectos o de áreas establecidas para la protección de cuencas hidrográficas.
- Evaluación de proyecto o áreas establecidas para sistemas agroforestales.

Protección y genética forestal

- Fenología forestal.
- Estudio sobre las causas, métodos y protección contra incendios forestales.
- Metodología para la creación de fincas especializadas en la producción de semillas mejoradas.

Tecnología y aprovechamiento de la madera

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

HACIA LA SOSTENIBILIDAD ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LAS FINCAS FORESTALES EN LA ZONA DE PARAGUAY, MUNICIPIO DE GUANTÁNAMO

TOWARD THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC SOSTENIBILITY OF THE FORESTRY FARMS IN THE ZONE PARAGUAY, MUNICIPALITY OF GUANTÁNAMO

DRA. C. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELAN,¹ ING. WILMER TOIRAC-ARGÜELLES,¹ M. SC. LOURDES SORDO-OLIVERA,¹
ING. PORFIRIO VILLAMET-PINEDA,² ING. ADALBERTO MATOS-LEYVA,¹ M. SC. ADELA FRÓMETA-COBAS,¹ ESP. VÍCTOR
FUENTES-UTRIA,¹ TÉC. EIDER SUÁREZ-RAMOS,¹ ING. JUAN M. MONTALVO-GUERRERO¹ Y OBR. VÍCTOR SILOT-SANAMÉ¹

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

² Unidad Silvícola Guantánamo. Empresa Forestal Guantánamo. Calle 2 Norte e/ Máximo Gómez
y José Martí, Guantánamo, Cuba

RESUMEN

El trabajo que se presenta es el resultado de la aplicación de la técnica de Forestería Análoga en las 14 fincas forestales del corredor xerofítico del valle de Guantánamo, con el objetivo de mostrar las posibilidades económicas, ambientales y sociales que pueden beneficiar a los finqueros y a las comunidades cuando se pretende restaurar una zona que haya perdido gran parte de sus capacidades ecológicas naturales. Esta técnica garantiza su funcionamiento con la aplicación de sus 12 principios. La selección de especies maderables y no maderables plantadas a partir del diseño del futuro, la definición de las actividades propias de la forestería análoga in situ de conjunto con el proyecto forestal y el análisis de los costos permitió un aumento de la diversidad de especies e ingresos económicos para los finqueros. Si los beneficiarios directos e indirectos cumplen con el diseño y son capaces de mejorarlos en la medida en que se producen los cambios hacia la restauración, se está en el camino de la sostenibilidad para las fincas forestales de la zona de Paraguay, ya que todas las condiciones técnicas están creadas.

Palabras claves: *Forestería Análoga, restauración, especies, fincas forestales.*

INTRODUCCIÓN

La Forestería análoga es una técnica que busca establecer un ecosistema dominado por árboles, que sea análogo en estructura arquitectónica

ABSTRACT

The work that appears is the result of the application of the technique of analogous Forestry in the 14 forest property of the xerophytes runner in Guantánamo valley of, with the objective to show the economic, environmental and social possibilities that can benefit to the farmers and the communities when it is tried to recover a zone that is lost great part of its natural ecological capacities. This technique guarantees its operation with the application of its 12 principles. The selection of planted wood and non-wood species from the design of the future, the definition of the own activities of the Analogous Forestry in situ together with the forest project, the analysis of the costs allowed to an increase of the diversity of species and economic income for the farmers. If the direct and indirect beneficiaries fulfill the design and are able to improve them in the measurement in which the changes take place towards the restoration, it is in the way of the sustainability for the forest property of the zone Paraguay since all the specifications are created.

Key words: *Analogy Forestry, restoration, species, forestry farm*

y funciones ecológicas a la vegetación original, clímax o subclímax [Senanayake, 2000]. Es una práctica que sintetiza las de los campesinos de

Sri Lanka y los aportes científicos modernos [Senanayake *et al.*, 2005]. Ranil Senanayake, de Sri Lanka, la puso en práctica desde 1990, demostrando su efectividad; es el principal promotor de su aplicación a nivel local y global. Se aplica en Costa Rica, México, República Dominicana, Honduras, Ecuador, Mali y Canadá en comunidades locales. En Cuba comenzó con el proyecto de cooperación entre el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales del Ministerio de la Agricultura Cuba y Falls Brook Centre Restauración de la Biodiversidad y Desarrollo Comunitario en la provincia de Guantánamo, en 2007 en dos fincas de Cojimar (fase piloto) y en tres fincas pilotos de Guantánamo. A principios de 2008 se extendió a las 14 fincas forestales de la localidad de Paraguay de la zona del llamado *corredor xerofítico* del municipio de Guantánamo, una zona con condiciones de sequías prolongadas, altas temperaturas y alta salinidad.

El mayor problema existente en la zona es la baja diversidad de especies que están presentes en parches como *Casuarina equisetifolia* Forst. (casuarina) y *Caesalpineia violacea* Mill. (Standl.) (yarúa), y en mayor cantidad *Lysiloma latisiliqua* (L.) Benth (soplillo). La actividad básica de los finqueros está vinculada a los proyectos de reforestación de la Empresa Forestal Guantánamo, reciben el agua y los abastecimientos de la propia empresa forestal, tienen baja producción de productos agrícolas para su autoconsumo y comercialización, con un elevado éxodo, inestabilidad y pocas relaciones de trabajo con las comunidades cercanas.

A partir de estos problemas, el objetivo del trabajo es mostrar cómo es posible revertir esta situación con la aplicación de una técnica que permita integrar de manera paulatina los aspectos sociales, económicos y ambientales para restaurar y lograr producciones agrícolas que minimicen el éxodo masivo de los finqueros. Los principios en los que se basa permiten esta integración [Hechavarría *et al.*, 2012].

MATERIALES Y MÉTODOS

En la faja costera del sur de la provincia de Guantánamo las temperaturas son relativamente altas. La estación meteorológica del aeropuerto de Guantánamo reporta una media

anual de 26 °C [Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias, 1976]. Las precipitaciones reportadas por ambas estaciones meteorológica son 757,5 mm. El promedio anual de precipitaciones fluctúa entre 400 y 500 mm. Según Sánchez *et al.* (2008), el suelo es clasificado como aluvial (fluvisol), diferenciado, sobre material transportado, carbonatado; medianamente profundo (20-50 cm), medianamente humificado (2,1-4 %), poca erosión, medianamente salino; textura arcillosa; 30 cm de profundidad efectiva, topografía casi llano (1,1-2 %). El drenaje superficial es moderado y el interno es de moderado a deficiente.

Para el trabajo de gabinete se utilizaron los mapas de Ordenación de la Empresa Forestal Integral Guantánamo a escala 1:2500. Para la elaboración de los mapas de cada finca se empleó el método planimétrico de una poligonal cerrada con cinta y brújula, y posteriormente esta información se digitalizó en la Empresa de Proyectos Agropecuario de Guantánamo [Toirac *et al.*, 2010].

La selección de las especies a utilizar para comenzar el trabajo de restauración partió siete tablas de Excel laboradas que contienen 37 registros de utilidad, como la tolerancia a la salinidad, usos, tipo de crecimiento, ancho de copa, ecología y adaptabilidad a diferentes ambientes, entre otros, además de la experiencia de las personas de la comunidad (tercera edad) conocedoras de las especies que existían porque han vivido o trabajado en la localidad, los conocimientos de los finqueros y los resultados de las investigaciones del Instituto Investigaciones Agro-Forestales [Herrera y Mercadet, 1983 y Martínez *et al.*, 1991]. Estas tablas contienen especies maderables, arbustivas, frutales, condimentosas y medicinales [Montalvo, 2010] y actualizadas por Hutter (2011).

La producción de posturas se realizó en las comunidades debido a la falta de agua en las fincas; posteriormente, con el uso de canaletas, tanques, embalses y pozos se comenzaron en microviveros y la cosecha de semillas de las especies solicitadas en el diseño para una zona determinada. La producción de materia orgánica y su aplicación fue básica para alimentar el suelo en todas las actividades, en especial los hoyos de plantaciones. La preparación del sitio se realizó empleando hoyos de plantación (40 cm x 40 cm) y cajuelas

(0,30 x 0,30 x 0,25) con montículos de materia orgánica para la zona donde la salinidad es alta.

Se identificaron las actividades propias de la técnica que garantizaran la calidad de las posturas y se determinaron los costos tecnológicos unitarios para cada actividad por el método de gastos. El monitoreo de las actividades de Forestería Análoga se realizó con los finqueros *in situ* y los especialistas de la Unidad Silvícola Guantánamo [Villamet y Hamilton, 2011].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la evaluación de las áreas de cada una de las fincas objeto de estudio se identificaron cuatro zonas (1, 2, 3 y 4) por fincas.

Estas zonas se diferencian entre sí en cuanto a características de la vegetación y estructura de suelo. La presencia de especies herbáceas, cactáceas, espinosas de bajo porte, verdolaga de playa, parches de *Casuarina equisetifolia* Forst., *Leucaena leucocephala* L. y *Caesalpinea violaceae* Standl. caracterizan a las zonas 1 y 2; las zonas 3 y 4 por plantaciones de *Samanea saman* Jacq. y *Lysiloma latisiliqua* L. y algunas lianas, pero en la mayoría de las fincas existen estas diferencias de zonas [Toirac *et al.*, 2011].

Se plantaron diez especies en 2008, distribuidas por las diferentes zonas, a partir de sus características. Se muestra a continuación los resultados de altura y supervivencia de las especies a los tres años de edad.

TABLA 1
Evaluación de supervivencia y altura de las plantaciones a los tres años de edad

Especie	Finca 1 (zona 1)		Finca 2 (zona 2)		Finca 14 (zona 3)	
	Supervivencia (%)	Altura (m)	Supervivencia (%)	Altura (m)	Supervivencia (%)	Altura (m)
<i>Guaicacum officinale</i> L. (guayacán)	15	1,13	82,6	1,23	-	-
<i>Cassia robiniaefolia</i> Benth. (carbonero de costa)	-	-	88,90	2,16	-	-
<i>Swietenia mahagoni</i> L. (caoba antillana)	-	-	60	3,03	-	-
<i>Simaruba laevis</i> Griseb. (gavilán)	-	-	80	1,87	-	-
<i>Colubrina ferruginosa</i> Brong. (bijáguara)	-	-	92,10	1,08	-	-
<i>Azadirachta indica</i> L. (árbol del nim)	24,7	1,63	60	5	40	2,35
<i>Conocarpus erectus</i> L. (yana)	0,90	1	69,3	2,40	-	-
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D. C. (mezquite)	60	3,71	82,50	5,83	40	3,60
<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. (majagüilla)	38,7	1,20	71,20	1,20	-	-
<i>Moringa oleifera</i> Lam. (paraíso francés)	32,10	1,40	89,90	1,40	60	3,26

La especie con mejores resultados de altura y supervivencia hasta 2011 (última evaluación realizada) es *Prosopis juliflora* para la zona 1 de la finca 1, con el 60 % y 3,71 m, respectivamente, finca con altos tenores de sal entre los 10-20 cm de suelo [Sánchez *et al.*, 2008]. La ventaja de esta especie en esta zona es que permite conservar y recuperar los suelos porque crece lentamente al principio, mientras desarrolla su sistema radical profundo y luego inicia el crecimiento de la parte aérea. Aporta nitrógeno al suelo, tiene una alta capacidad de competir con las malezas, las flores son visitadas por las abejas y la semilla

sirve de alimento para la fauna local, que ha ido retornando al lugar. El mayor resultado de esta especie se ha logrado en plantaciones donde se ha aplicado el sistema de cajuelas. Es importante destacar que la especie, sin un adecuado manejo de su follaje y floración, en sitios favorables puede convertirse en invasora. En México adquiere gran utilidad como melífera, la corteza como curtiente, la legumbre como alimento a personas y animales; su crecimiento depende del agua disponible para el desarrollo de sus raíces. En realidad las áreas salinizadas pueden ser mejoradas considerablemente me-

dian­te la repoblación forestal con las especies adecuadas, no solo porque el humus acumulado neutraliza los efectos tóxicos de las sales, sino también porque la existencia de cubierta vegetal influye en la cantidad de agua que se acumula en los horizontes superficiales, lo que impide la concentración y cristalización de las sales presentes. Esto hace que haya condiciones más favorables para la conservación de los tejidos vegetales [Herrera, 1984].

La zona 2 de la finca 2 presenta los mejores resultados debido a que se ha incorporado materia orgánica en los hoyos de plantación y se cumple con las recomendaciones de las labores establecidas en la mayoría de las especies. Es un área donde tenores de sal oscilan de muy poco salino a poco salino a las profundidades de 0-20 cm hasta 20-40 cm, mientras que para la profundidad de 40-60 cm existe un aumento significativo de esta, con predominio de la excesiva salinidad $CE > 4 \text{ ds} \times \text{m}^{-1}$, siendo este tenor el que predomina en el resto de la profundidades, según Sánchez *et al.* (2008).

Los mejores resultados en altura se presentan en *Prosopis juliflora* con 5,83 m altura y el 2,1 % de supervivencia en *Colubrina ferruginosa*. En ambos casos ya se han observado presencia de frutos y semillas de estas especies desde octubre hasta enero durante 2011 y 2012, lo que coincide con lo planteado por Fors (1975), que *Colubrina ferruginosa* florece a los dos años y madura sus frutos en enero. Las especies nativas *Guaiacum officinale* y *Thespesia populnea* han mostrado resultados aceptables en supervivencia (82,6 %) y altura (1,23 m), a partir de la incorporación al suelo de materia orgánica y abono verde. La supervivencia se ha logrado incrementar en un 50 % con relación a los resultados reportados por Martínez *et al* (1991) del 32 % para la especie.

La zona 3 de la finca 14 muestra que en las profundidades de 0-20 cm hasta 40-60 cm los suelos tienen tenores de sal de muy poco a poco salino. Se observa el incremento de los tenores de sal a la profundidad de 60-80 cm y de 80-100 cm hasta excesivamente salinos [Sánchez *et al.*, 2008]. A pesar de tener suelos con mejores condiciones, se han presentado bajos resultados de supervivencia en las especies debido a que en esta zona la sequía es más intensa que en

el resto de las fincas. Las especies con mejores resultados en supervivencia es *Moringa olifera* con el 60 %, y en altura *Prosopis juliflora*, con 3,60 m, ambas especies de rápido crecimiento. La primera resiste un régimen pluviométrico de 250 mm de lluvia; es útil para restaurar áreas degradadas, lo que permitió su establecimiento [www.gardenorganica (online), 2012], refresca el ambiente y aporta materia verde al suelo, creando las condiciones para la entrada de especies nativas. La segunda especie resiste precipitaciones de hasta 70 mm/año, diez meses de estación seca y diversidad de suelos [Barrance *et al.*, 2003].

Los resultados hasta la fecha en las zonas de estas especies muestran que, producto a la degradación de la biodiversidad y del suelo, la selección de las especies a plantar en cada zona es clave para lograr su rápida adaptación al medio. Además, para lograr una buena distribución de las especies se debe tener una visión de lo que existe actualmente y cómo se espera que sea en el futuro a partir de la información base de las especies investigadas para cada zona [Matos *et al.*, 2011]. Se comprueba además que para lograr altas supervivencias (más de 85 %) es necesario aplicar materia orgánica en los hoyos de plantación, aplicar riego localizado en los primeros estadios de las plantas, plantar en cajuelas incorporando compost, aspecto que no están considerados en los proyectos forestales para esta zona extrema. La supervivencia ha sido baja durante mucho tiempo en las plantaciones de soplillo.

De conjunto con las especies forestales se han logrado otras especies como algodón, higuera, anoncillo, guanábana, anón, aguacate, guayaba, granada, mamey colorado, limón, naranja y mandarina; medicinales dentro del bosque: espinaca, orozuz; medicinales en casa: albahaca, menta, tilo, sábila, caña santa, orégano francés; ornamentales: clavellina, rosas, aralia, marpacífico, marilope, cabalonga y lianas comestibles (maracuyá y ñame) y rastreras (canavalia).

La producción de cultivos agrícolas es una actividad nueva para los finqueros de la zona; la elaboración de compost ha permitido enriquecer los suelos; la colecta de agua a partir de las canaletas, creación de pozos y nuevos embalses han creado la base para lograr paulatinamente

algunos resultados. La incorporación de los finqueros a las producciones ha permitido su abastecimiento y disminución del éxodo de la

población. La *Fig. 1* muestra las fincas incorporadas a la producción de alimentos en el proceso de restauración.

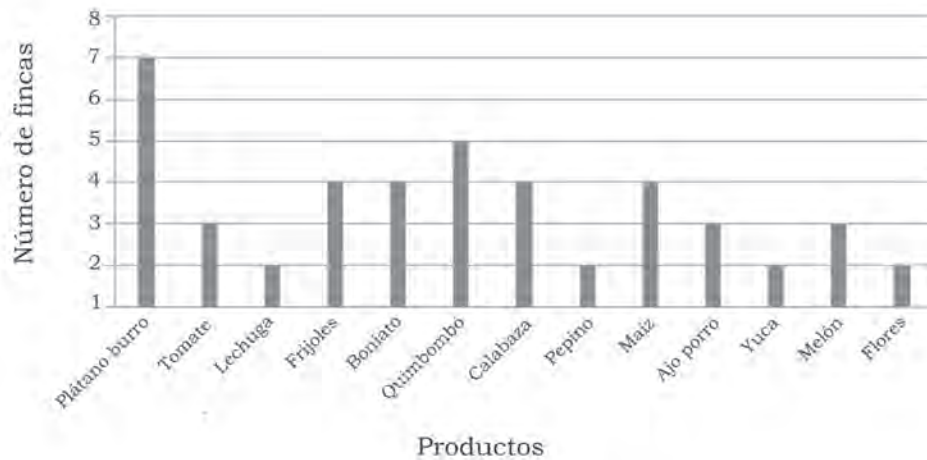


Figura 1. Número de fincas forestales de la localidad de Paraguay incorporadas a la producción de alimentos.

Como se muestra en la figura, el plátano burro es el cultivo que más predomina, presente en siete fincas, seguido del quimbombó en cinco fincas y otros cuatro cultivos presentes en cuatro fincas como frijoles, boniato, calabaza y maíz. Cultivos como ajo porro y melón están en tres fincas; lechuga y pepinos son cosechados en canteros en solo dos fincas, mientras que el cultivo de la yuca está presente en dos de ellas. En general solo en siete de las 14 fincas tienen cultivos hasta la fecha.

La mayor cantidad de productos obtenidos en las fincas pasan a formar parte del reforzamiento alimentario de los finqueros y sus familias; sin embargo, algunos de sus excedentes se utilizan en la comercialización entre finqueros y comunidades aledañas como Cecilia, La Sombrilla y Paraguay.

Ha existido un ligero incremento en la comercialización de las producciones agrícolas, en especial las fincas 2 y 14, que han sabido aprovechar las áreas de menores contenidos de sal utilizando compost a las siembras de estos productos. Durante 2010 y 2011 se comercializaron 1153 pesos a precios topados, y

4521 pesos a precios oferta-demanda [Sordo y Suárez, 2011].

En el proceso de implementación de la técnica de Forestería Análoga, de conjunto con finqueros, extensionistas y especialistas de la Empresa Forestal Guantánamo, se identificaron actividades propias de la técnica que garantizan la calidad de las posturas que se producen en el vivero, la preparación de suelo, los mantenimientos y limpiezas, actividades que se integraron al proyecto forestal y a la programación de trabajo mensual de los finqueros. Como resultado de este trabajo se certificaron en 2012 plantaciones en la zona 1 por el Servicio Estatal Forestal (*Tabla 4*).

En la *Tabla 4* se muestra los cambios y la introducción de nuevas tareas con sus respectivos costos unitarios para la ejecución de la Forestería Análoga en las fincas forestales de Paraguay, Guantánamo. Tal es el caso de las actividades reflejadas del 1-7, la aplicación de arroyo en la construcción, mantenimiento y limpiezas en el segundo y tercer año de establecidas las plantaciones, y construcción de trochas y cercas vivas con suculentas y

plantas medicinales. La necesidad de realizar plantaciones sobre cajuelas con montículos de materia orgánica en estas condiciones de suelos salinos es vital para la supervivencia

de las especies, así como el arrope, ya que se disminuye la evaporación del agua en los suelos, que permanecen expuestos a altas temperaturas durante todo el día.

TABLA 4

Actividades propias identificadas en el proceso que garantizan la calidad del manejo forestal en la zona

No.	Actividades	U/M	Costo
1	Producción en vivero en bolsas de plantas medicinales	u	0,27
2	Producción en vivero en bolsas de plantas forestales y frutales	u	0,26
3	Preparación de tierra terraza aplicación de materia orgánica	u	0,33
4	Preparación de tierra con hoyo de plantación aplicando materia orgánica	u	0,29
5	Preparación de tierra hoyo de plantación (40 cm x 40 cm)	u	0,22
6	Preparación de tierra por cajuela de 0,30 x 0,30 x 0,25	u	1,35
7	Aplicación de materia orgánica a la plantaciones mayores de un año	postura	0,075
8	Plantaciones a raíz desnuda (hoyos de plantación)	postura	0,03
9	Siembra y establecimiento de fajas verdes	km	451,64
10	Reposición de fallas del 30 % de 1 ha	ha	364,14
11	Construcción de ruedo con arrope a las plantaciones de un año de vida	ha	182,39
12	Mantenimientos chapea con arrope a las plantaciones de un año de vida	ha	282,57
13	Limpia de ruedo con arrope a las plantaciones con dos años de vida	ha	133,09
14	Mantenimientos chapea con arrope a las plantaciones de dos años de vida	ha	232,67
15	Limpia de ruedo con arrope a las plantaciones con tres años de vida	ha	133,09
16	Mantenimientos chapea con arrope a las plantaciones de veintitrés años de vida	ha	198,30
17	Costo de mantenimientos de trocha	km	249,50
18	Costo de construcción de trocha (sábila, orégano, lengua de vaca)	km	368,51
19	Construcción de cercas vivas (bálsamo, maguey, sábila, piñón florido)	km	334,38

En la *Tabla 5* se muestran los costos tecnológicos para 1 ha, según los gastos por fase de cada producción para la implementación de la Forrestería Análoga, que es de 4118,40 pesos, más comparado con el método tradicional, de

3343,1 pesos. Este aumento se produce por un mayor tiempo dedicado a las actividades que se derivan en mayores gastos directos e indirectos (salarios, seguro forestal, entre otros).

TABLA 5

Costos tecnológicos para el manejo forestal por Forestería Análoga en las fincas de Paraguay, Guantánamo

Modelo-tipo para la determinación del costo tecnológico por método de gastos para el nuevo método de Forestería Análoga						Ficha de costo
Empresa: Forestal Integral Guantánamo			Volumen del manejo (ha) Año de plantación: 2011			
Elementos de costo/ actividades de forestería análoga	Gastos por fase de producción					Costo por unidad
	Producción de postura 1,2	Preparación de tierra 3-6	Plantación 8-9	Atenciones culturales 10-19	Total de gastos	
Materias primas y materiales	713,18	11,88	3,800	33,42	762,28	152,46
Combustibles y lubricantes	73,00	5,6	90,00	27,00	195,60	39,12
Subtotal gastos de elaboración	786,18	17,48	93,80	60,42	957,88	191,58
Gastos de la fuerza de trabajo	3934,50	5188,14	679,20	7226,13	17 027,97	3405,59
Salarios	3451,32	4551,00	595,79	6338,71	14 936,82	2987,364
Contribución a la seguridad social	483,18	637,14	83,4106	887,42	2091,15	22,29
Total de gastos directos	4720,68	5205,62	773,00	7286,55	17 985,85	3597,17
Gastos indirectos de producción	330,45	364,39	54,11	510,06	1259,01	251,80
Gastos totales	5051,13	5570,01	827,11	7796,61	19 244,86	3848,97
Seguro forestal 7%	353,58	389,90	57,90	545,76	1347,14	269,43
Costo tecnológico	5404,71	5959,91	885,01	8342,37	20 592,01	4118,40
Costo tecnológico 1 ha	1080,94	1191,98	177,00	1668,47	4118,40	4118,40

CONCLUSIONES

- Se han logrado diversificar las fincas con especies maderables, frutales, medicinales, ornamentales y lianas. En especial las especies maderables nativas *Guaiacum officinale* L., *Swietenia mahagoni* L., *Colubrina ferruginosa* Brong., *Conocarpus erectus* L. y *Thespesia populnea* (L.), y las introducidas que cumplen función análoga en este ecosistema: *Simarouba laevis* Griseb., *Azadirachta indica* L., *Prosopis juliflora* (Sw.) D. C. y *Moringa oleifera* Lam.
- El mejoramiento de los suelos en áreas de las fincas forestales ha permitido un aumento de la producción de alimentos de manera paulatina, lo que ha garantizado durante este tiempo el autoconsumo e intercambio entre fincas.
- La identificación de las actividades propias de Forestería Análoga y el conocimiento del costo tecnológico por hectárea en las condiciones de las 14 fincas de Paraguay, Guantánamo, permite un pago más justo por las actividades que realizan y garantiza la esta-

bilidad económica de los finqueros en la Empresa Forestal Guantánamo (FINTEG).

BIBLIOGRAFÍA

- BARRANCE, A., ET AL. 2003. Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionistas. Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza. 1077 p.
- FORS, A. 1975. Maderas cubanas. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 162 p.
- HERRERA, J.C. 1984. Perspectivas de la utilización forestal de las áreas salinizadas en la zona de regadío del Río Dulce de Santiago Estero. Actas del Primer Congreso Forestal. 385 p.
- HERRERA Y MERCADET. 1983. Principios estratégicos y generalidades sobre la introducción de especies. 98 p.
- HECHAVARRÍA, O., ET AL. 2012. Informe final de proyecto "Restauración de la biodiversidad y desarrollo comunitario en la provincia de Guantánamo". Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Programa de Diversidad Biológica. CITMA. 118 p.
- HUTTER, A. 2011. Completamiento de tablas de datos de especies para proyecto "Restauración de la biodiversidad y desarrollo comunitario en la provincia de Guantánamo, Cuba (inédito)
- INSTITUTO DE METEOROLOGÍA DE LA ACADEMIA DE CIENCIA DE CUBA [Inst. Met. Acad. Cien. Cuba], (1976). Datos mensuales y decenales pluv. 630.
- MARTÍNEZ, E., NOA, N., GONZÁLEZ ABREU, A. 1991. Estudio del establecimiento de plantaciones experimentales de especies

- forestales en suelo salino del valle de Guantánamo. Revista Forestal Baracoa (CU) 21(1):29-36
- MATOS, A. ET AL. 2011. Respuesta adaptativa de especies forestales en condiciones extremas de la localidad de Paraguay. Guantánamo. V Congreso Forestal de Cuba. 10 p.
- MONTALVO, J.M., ET AL. 2010. Tabla de datos de especies para proyecto. Informe de ejecución. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. La Habana. (Inédito).
- Moringa oleifera*. A multi-purpose tree. HDRA. The organic organization [en línea]. 15 p. 2002. Disponible en: www.gardenorganic.org.uk (Consulta abril 2013).
- SÁNCHEZ, R., ET AL. 2008. Informe de suelo realizado a tres fincas forestales (1, 2 y 14) de Paraguay, Guantánamo. Ministerio de la Agricultura. Centro Provincial de Suelos. Guantánamo. 10 p.
- SENANAYAKE, R. AND BRUCE M. BEEHLER. 2000. Forest Gardens: Sustaining Rural Communities Around the World Through Holistic Agro Forestry. 95-98 Sustainable Development International, Second Edition IGC Publ. London
- SENANAYAKE, R., 2005. Principles of Analogy Forestry. 12 p.
- SORDO, L., SUÁREZ, E. 2011. Evaluación de los ingresos obtenidos por los finqueros en las 14 fincas forestales de Paraguay. Informe parcial de proyecto. 30 p. (Inédito)
- TOIRAC, W., ET AL. 2010. Resultados de mapas y diseños de la Forestería Análoga en la provincia de Guantánamo. V Congreso Forestal de Cuba .11 p.
- VILLAMET, P., HAMILTON, R. 2011. Los costos de la Forestería análoga en fincas forestales integrales. Experiencias de la localidad de Paraguay en Guantánamo. V Congreso Forestal de Cuba. 6 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Orlidia Hechavarría Kindelán

Doctora en Ciencias Forestales, máster en Ciencias Ecológicas, investigadora auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, especialista en Conservación de Recursos Genéticos Forestales y Fenología Forestal, trabaja actualmente en la temática de Restauración de Ecosistemas Degradados. Ha sido líder de proyectos internacionales y nacionales. Es profesora a nivel nacional y regional de la temática de Forestería Análoga. Recibió premio en el foro municipal y provincial. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

RETENCIÓN DE CARBONO POR LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL BARACOA Y SU EVALUACIÓN FUTURA

CARBON RETENTION BY INTEGRAL FOREST ENTERPRISE BARACOA AND ITS FUTURE EVALUATION

ING. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ,¹ DR. C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO,² ING. WILMER TOIRAC-ARGÜELLES,¹
TÉC. VÍCTOR M. FUENTES-UTRIAS¹ E ING. PEDRO E. RODRÍGUEZ-CUEVAS³

¹ Estación UCTB Baracoa. Paso de Cuba. Baracoa, Guantánamo, Cuba, arlety@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu

³ Empresa Forestal Integral Baracoa, reparto Bohorque no. 126, Baracoa, Guantánamo, Cuba, ftalbcoa@enet.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados correspondientes a la determinación de la línea base de retención de carbono de la Empresa Forestal Integral (EFI) Baracoa a partir de la capacidad actual de retención de carbono para un año base, desglosados por plantaciones establecidas, bosques naturales (por formación y categoría), área por (re)forestar y área inforestal. Para la realización de este trabajo se parte del empleo del sistema automatizado Sumfor v-2.14. Los resultados muestran que la mayor cuantía de carbono retenido se encuentra en los bosques naturales, y en un segundo lugar en las plantaciones. Se destaca además el aumento de la retención de carbono para la empresa en algo más de 4292,91 kt de carbono para un periodo de diez años según la línea base proyectada.

Palabras claves: cambio climático, mitigación, bosques, plantaciones, retención de carbono.

INTRODUCCIÓN

En los acuerdos internacionales sobre cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los bosques adquieren su protagonismo por su capacidad de fijar carbono y mitigar las emisiones de CO₂ [López *et al.*, 2002, Canadell, citado por Fonseca *et al.*, 2011].

La posibilidad de reducir las emisiones de GEI y el potencial para aumentar la remoción de car-

ABSTRACT

The results corresponding to the determination of the line base of retention of carbon of the Integral Forest Enterprise (EFI) Baracoa are presented starting from the current capacity of retention of carbon for one year bases, removed by established plantations, natural forests (for formation and category), area for (re)forestar and area inforestal. For the realization of this work leaves of the employment of the automated system Sumfor v-2.14. The reached results show that the biggest quantity of retained carbon is in the natural forests, and in a second place in the plantations. Also stands out the increase of the retention of carbon for the Enterprise in something more than 4292,91 kt of carbon for a 10 year period according to the line it bases projected.

Key words: change climatic, carbon, mitigation, forests, plantations

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

de la biomasa influye en su capacidad de almacenar o fijar carbono [Moura, 2001].

El sector forestal cubano constituye el único sumidero neto de carbono identificado en el país [Centella *et al.*, 2001], razón por la cual la determinación de la capacidad actual de retención de carbono por las empresas forestales y su evaluación futura constituyen un objetivo de importancia para el sector. Por tal razón se realiza este estudio con el propósito de proyectar la línea base de retención de carbono para la EFI Baracoa por un período de diez años,

equivalente al tiempo de validez de su Proyecto de Ordenación Forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La entidad seleccionada para efectuar el estudio se encuentra ubicada en la parte norte del extremo más oriental de la provincia de Guantánamo. Limita al norte con el océano Atlántico, al sur con la EFI Imías, al este con la Empresa Municipal Agropecuaria (EMA) Maisí, y al oeste con el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (*Fig. 1*).

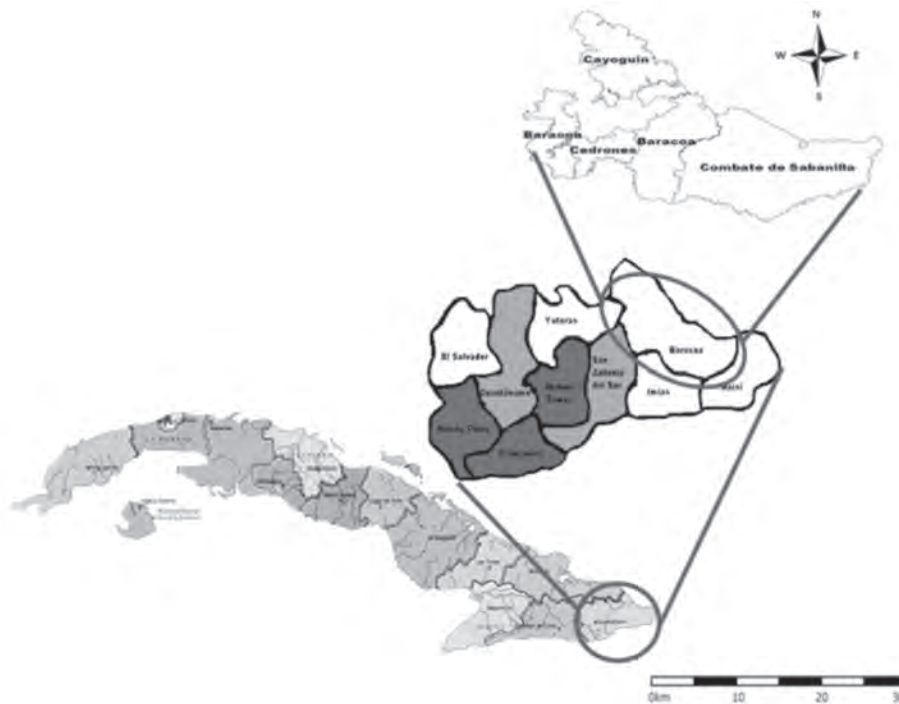


Figura 1. Ubicación de la EFI Baracoa.

Los datos solicitados a la empresa fueron suministrados por el Departamento de Ordenación correspondientes a 2008 [Rodríguez *et al.*, 2009], y comprenden una caracterización general del patrimonio y de las actividades forestales anuales, una descripción de las plantaciones

por especie, incluyendo superficie y volumen para las establecidas y solo superficie para las que están en desarrollo, así como una descripción de los bosques naturales por formación y categoría, indicando la superficie y el volumen existentes en ellas (*Tablas 1, 2 y 3*).

TABLA 1
Caracterización del patrimonio y de la gestión técnica

Indicador	Valor
Superficie de bosques naturales (ha)	29 228,50
Superficie de plantaciones establecidas (ha)	5466,7
Superficie de plantaciones en desarrollo (ha)	174,9

Superficie por reforestar (ha)	607,1
Superficie de otras áreas inforestales (ha)	424
Superficie promedio anual de plantación (ha)	460,8
Logro promedio de las plantaciones (%)	85
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha)	5
Volumen promedio anual extraído por tratamientos/raleos (m ³)	5241,2
Superficie promedio anual de talas rasas (ha)	37,9
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m ³)	140,3
Incremento medio anual de los bosques naturales (m ³ /ha/año)	3,7
Incremento medio anual de las plantaciones (m ³ /ha/año)	10,8

TABLA 2
Caracterización de los bosques naturales de la EFI Baracoa

Formación	Abreviaturas	Área (ha)	Volumen (m ³)
Manglar	Mg	244,3	13 422
Manigua costera	Mc	9,20	895
Pinar	PN	5800,40	606 551
Pluvisilva	PV	1,10	68,00
Pluvisilva de montaña	PV-M	16 793,40	1161 019
Semicaducifolio en suelo ácido	Scf-a	3591,60	261 983
Semicaducifolio en suelo calizo	Scf-c	2629,70	145 074
Semicaducifolio de mal drenaje	Scf-md	129	6534
Uveral	Uv	29,80	906
Total		29 228,50	2 196 452

TABLA 3
Composición por categorías de manejo presentes en los bosques naturales

Categoría	Área (ha)	Volumen (m ³)
Manejo especial	1042,40	63 953
Productor	12 445,90	1 093 560
Protector aguas y suelos	15 455,10	1 024 386
Protector del litoral	128,70	5430
Protector flora y fauna	156,40	9123
Total	29 228,50	2 196 452

La información suministrada por la empresa fue procesada mediante el sistema Sumfor v. 2.14 desarrollado por Álvarez y Mercadet (2008), que emplea un método de cálculo basado en las existencias de biomasa, el producto de las existencias en formación, la densidad de la madera, el factor de expansión de la biomasa, la relación entre parte aérea y radical y la fracción de carbono de la biomasa, a la par que deduce el carbono correspondiente a las pérdidas de biomasa aérea reportadas en la reforestación (logro), a la biomasa removida por tratamientos silvícolas y por aprovechamientos, y a la pérdida de biomasa aérea ocurrida como resultado de los incendios.

El sistema estima el carbono retenido en el año base por las plantaciones en desarrollo, las establecidas y los bosques naturales, así como las

áreas inforestales y por reforestar, y asumiendo que la gestión de la empresa para el año base se mantiene constante, proyecta una evolución temporal para la retención de carbono por un período de diez años coincidente con el tiempo de validez del proyecto de Ordenación Forestal, lo que constituye la línea base de carbono de la empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono retenido por los bosques naturales en la EFI Baracoa

a) Por formación natural

La mayor concentración de carbono de estas formaciones naturales está almacenada en los suelos y biomasa con valores de 3315,64 y 2400,84 kt, respectivamente (Tabla 4).

TABLA 4
Carbono retenido por las formaciones naturales

Formación	Carbono (kt)				Promedio (kt/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	
Mg	28,07	2,08	0,00	30,15	0,12
Mc	0,88	0,08	1,13	2,09	0,23
PN	749,67	49,77	464,03	1263,48	0,22
PV	0,07	0,00	0,14	0,21	0,20
PV-M	1131,41	143,28	2065,59	3340,28	0,20
Scf-a	307,03	30,64	441,77	779,44	0,22
Scf-c	175,86	22,44	323,45	521,75	0,20
Scf-md	6,69	1,10	15,87	23,66	0,18
Uv	1,16	0,25	3,67	5,08	0,17
Total	2400,84	249,67	3315,64	5966,15	0,20

De las nueve formaciones naturales reportadas por la empresa, los manglares son los que menores niveles de retención promedio de carbono reportan (0,12 kt/ha), influido por la premisa metodológica que excluye el cálculo de carbono en el suelo para esta formación, dado que una parte importante, pero no precisada de ella, se encuentra en el agua, mientras que los bosques de manigua costera alcanzaron las mayores retenciones promedio

de carbono con 0,23 kt/ha secundados por los pinares y los bosques semicaducifolios (Tabla 4).

b) Por categoría

Estas categorías de manejo retienen en sus bosques 0,20 kt/ha estando retenida la mayor cantidad de carbono en el suelo y la biomasa, con valores de 3315,64 kt y 2400,84 kt, respectivamente (Tabla 5).

TABLA 5
Carbono retenido por categoría de área forestal en los bosques naturales

Categoría	Carbono (kt)				Promedio (kt/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	
Productor	1260,15	106,44	1312,40	2678,99	0,22
Protector agua y suelos	1046,50	131,90	1865,31	3043,71	0,20
Protector del litoral	11,07	1,10	3,67	15,83	0,12
Protector flora y fauna	9,17	1,33	18,91	29,42	0,19
Manejo especial	73,96	8,90	115,34	198,20	0,19
Total	2400,84	249,67	3315,64	5966,15	0,20

De las cinco categorías de área forestal existentes en los bosques naturales de la empresa, son los bosques productores los que mayores promedios alcanzaron con 0,22 kt/ha; en tanto que los protectores del litoral muestran los valores más bajos (0,12 kt/ha).

Carbono retenido por las plantaciones establecidas en la EFI Baracoa

Estas poblaciones de árboles forestales añaden 1200,76 kt al carbono retenido en los bosques

naturales, destacándose las plantaciones de *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb. con 933,01 kt que representan el 77,70 % del carbono retenido, seguido de las de *Calophyllum utile* Bisse con 131,69 kt y las de *Hibiscus elatus* Sw. con 90,44 kt, los que representan un 10,97 y 7,53 % del total, respectivamente. El resto de las especies representan menos del 5 % del total, resultados altamente influenciados por el efecto de la edad y del volumen en pie existente.

En lo que a las plantaciones en desarrollo se refiere, estas añaden 0,69 kt de carbono al potencial de la empresa. En la *Tabla 6* se re-

flejan los valores del potencial de retención de carbono en las plantaciones establecidas de la empresa.

TABLA 6
Carbono retenido por las plantaciones establecidas

Especie	Carbono (kt)				Prom. (ktC/ha)
	Biom.	Necrom.	Suelo	Total	
<i>Albizzia</i> sp.	1,22	0,09	1,30	2,62	0,25
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) D. C.	1,72	0,68	9,86	12,27	0,15
<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	49,41	5,54	76,75	131,69	0,21
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	0,03	0,01	0,11	0,14	0,16
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	0,29	0,03	0,46	0,78	0,21
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	0,06	0,11	1,66	1,83	0,14
<i>Eucalyptus</i> sp.	0,30	0,03	0,42	0,75	0,22
<i>Guaiacum officinale</i> L.	0,04	0,01	0,20	0,25	0,16
<i>Pinus cubensis</i> Sarg. ex Griseb.	570,37	35,13	327,51	933,01	0,23
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	0,33	0,06	0,86	1,25	0,18
<i>Tabebuia dubia</i> (C. Wright) Britton ex Siebert.	6,18	0,38	5,49	12,05	0,27
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	32,47	3,74	54,23	90,44	0,21
<i>Tectona grandis</i> L. f.	1,06	0,36	5,08	6,50	0,16
<i>Terminalia catappa</i> L.	0,80	0,09	1,28	2,17	0,21
<i>Trichilia hirta</i> L.	0,01	0,00	0,05	0,07	0,16
Otras especies	1,42	0,23	3,27	4,92	0,19
Total	665,73	46,50	488,53	1200,76	0,22

* Biom: Biomasa Necrom: Necromasa Prom: Promedio

En general las plantaciones forestales han aportado 1200,76 kt de carbono al potencial de la empresa para 2008, con un promedio de 0,22 kt/ha, encontrándose este valor entre las cuantías descritas por Kanninen (2000), quien citaba que las plantaciones en Costa Rica retenían un carbono entre 0,06 kt/ha y 0,23 kt/ha.

Carbono retenido por las áreas por (re)forestar

La vegetación y el suelo presentes en las áreas por (re)forestar hacen un aporte significativo al acumulado de carbono en los bosques. La entidad en estudio cuenta con una existencia total de 607,1 ha para almacenar en ellas un total de 32,18 kt de carbono (*Tabla 7*), equivalente a 0,05 kt/ha, registro este similar al

reporte de Cordero *et al.* (2004) en áreas de la EFI Mayabeque, en el cual se registró un valor de 0,05 kt/ha (52,99 t/ha).

Carbono retenido por las áreas inforestales

En lo que al área inforestal respecta, la empresa cuenta con un total de 424 ha, atendiendo a reportes ofrecidos en 2008 por Rodríguez *et al.* (2009). Para el cálculo solo se consideraron 22 ha; el resto no fue utilizado, pues correspondía a territorios con construcciones, los cuales no acumulan carbono, por lo que solo se emplearon los datos de los territorios que comprendían pantanos, pastizales y tierras agrícolas, preservándose un total de 3,22 kt de carbono total retenido, de las cuales 0,19 kt se encuentran retenidas en la biomasa y 3,02 kt en el suelo (*Tabla 7*).

TABLA 7
Carbono retenido en las áreas por (re)forestar e inforestal

Estado de uso	Área (ha)	Carbono (kt)			Promedio (kt/ha)
		Biomasa	Suelo	Total	
Superficie por (re)forestar	607,1	9,11	23,07	32,18	0,05
Superficie inforestal	22,0	0,19	3,02	3,22	0,15
Pantanos	3	0,13	1,93	2,06	0,69
Pastizales	9,1	0,05	0,03	0,03	0,003
Tierras agrícolas	9,9	0,02	0,08	0,08	0,008

Carbono retenido en la EFI Baracoa para el año base

En general la empresa retuvo en 2008 unas 7202,99 ktC, con un promedio general de 0,20 ktC/ha. Los componentes principales de la primera de estas cifras son, en primer lugar, los suelos (3830,26 kt), secundados por la biomasa total (3075,87 kt). Ambos componentes se

encuentran reflejados en su mayor cuantía en los bosques naturales que, fundamentalmente por su extensión, aportan 5966,15 kt seguidos de las plantaciones establecidas con 1200,76 kt.

Otro de los componentes que contribuyó al carbono retenido por los bosques de la empresa es la necromasa, que retuvo un total de 630,29 kt (Fig. 2).

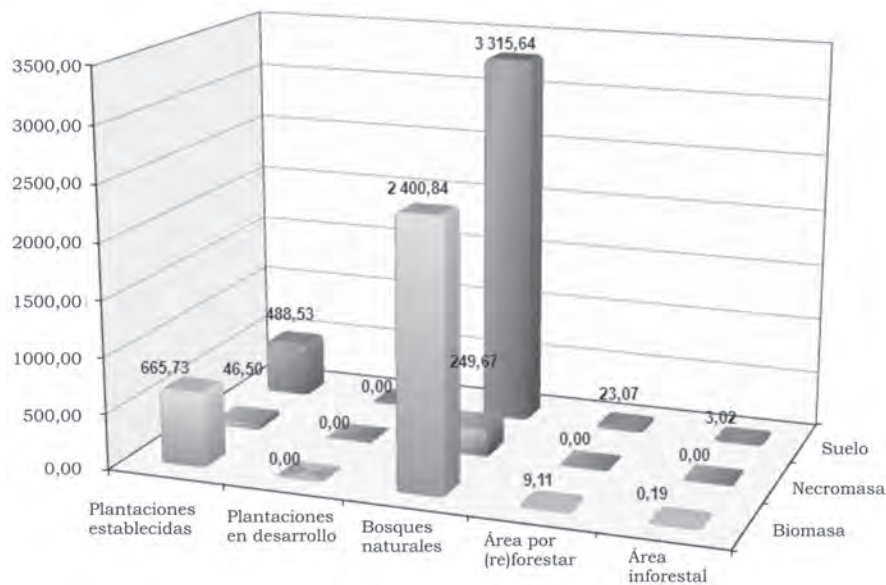


Figura 2. Estimado de carbono total retenido (kt).

Variación temporal 2008-2018 del carbono retenido (ktC) por cada componente de la línea base en la EFI Baracoa

La tendencia que manifiesta el proceso de retención de carbono en cualquier empresa forestal es crucial para valorar su incidencia en la mitigación del cambio climático. Asumiendo que en los próximos diez años la empresa mantendrá un patrimonio y una gestión técnica similares a las presentadas en las Tablas 1, 2 y 3, y considerando el desarrollo futuro de las plantaciones y bosques naturales existentes en 2008, la proyección de la evolución temporal de la línea base de retención de carbono y de sus componentes quedaría como se muestran en la Fig. 3.

En un plazo de diez años la empresa aumentará su retención total de carbono en algo más de 4291,92 kt de carbono, con una media anual de unas 429,19 kt, en tanto que el componente que más aportará a ese aumento serán los bosques

naturales, que en 2018 representarán el 72,67 % del carbono total retenido (Anexo).

El resultado de la evaluación inicial de la empresa y la obtención a partir de su línea base de carbono hasta 2018 pudiera ser considerado de hecho como su plan de retención de carbono para ese período de tiempo, y su análisis permitiría entonces la identificación de aquellas actividades que lo alteraran o modificaran tanto positiva como negativamente.

Además, si se toma en consideración que la gestión de las empresas forestales está basada principalmente en la generación de productos madereros y en menor medida en la de productos forestales no madereros (PFNM), así como por algunos indicadores de la actividad forestal (logro de plantaciones, supervivencia, etc.), y que ninguno de los diversos bienes y servicios que brindan los bosques a favor del medio ambiente (como la biodiversidad, conservación de agua, etc.) es

tomado en consideración cuando se evalúa la gestión de las empresas que los administran, a pesar de lo mucho que se insiste en el valor de los recursos forestales, entonces al cuantificar el carbono retenido por los bosques como uno de los bienes y servicios que aportan los bosques, la empresa estaría en condiciones de añadir al éxito de su gestión productiva este

resultado ambiental, y si a esto se adicionara el contar con una línea base de retención de carbono, también podría evaluar en los años venideros cómo se comportaría ese valor de acuerdo con sus planes, contribuyendo así con ello al prestigio nacional de la empresa y al internacional del país, por sus acciones en favor del medio ambiente.

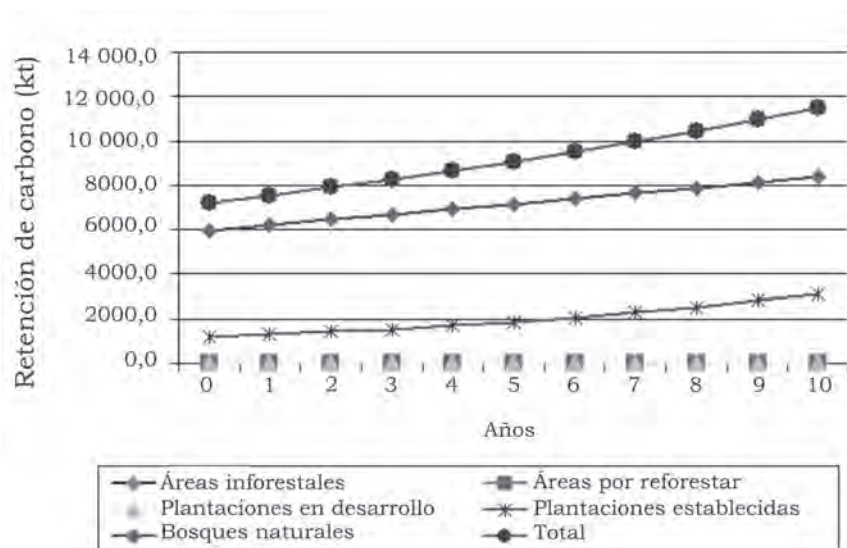


Figura 3. Representación gráfica de la línea base y sus componentes.

CONCLUSIONES

- La empresa retiene unas 7202,99 kt de carbono en su año base estimado, reflejados en su mayor cuantía en los bosques naturales que aportan 5966,15 kt, previéndose de acuerdo con su línea base estimada una retención de 4292,91 kt de carbono para un período de diez años.
- La línea base de carbono obtenida para la EFI Baracoa puede ser considerada como el plan de retención de carbono de la empresa para un período de diez años, permitiendo a la empresa ejecutar su implementación y la identificación de aquellas actividades que pueden alterar o modificar negativamente este plan.
- Los resultados descritos pudieran contribuir con el prestigio nacional de la empresa y al internacional del país, en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), por sus acciones a favor del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A., MERCADET, A. 2008. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.0 hasta v2.14. Informe Final del Subproyecto: La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos; Proyecto: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal; PRCT: Preservación de los Recursos Naturales. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana, 8 p.
- CENTELLA, A., LLANES, J., PAZ, L. 2001. Primera Comunicación Nacional de Cuba a la CMNUCC. La Habana. INSMET. 169 p.
- CORDERO, E.M.; MERCADET, A.; ÁLVAREZ, A., RODRÍGUEZ, O. 2004. Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. La EFI Mayabeque de provincia Habana: Segunda aproximación. III Congreso Forestal de Cuba. (La Habana, 14-16 de septiembre: Palacio de las Convenciones) Cuba.
- DÍAZ, F., ROMERO, E. 2000. Cuantificación y valoración económica de la captura de CO₂ por plantaciones del género *Eucalyptus* establecido por el precio de las cuencas carboníferas del CESAR, IUFRO-RIFALC. Taller Internacional sobre Secuestro de Carbono. (Mérida, 16-20 de julio: Universidad de los Andes) Venezuela.
- FAO. 2005. Situación de los Bosques del Mundo. Ed. FAO. Roma. Carbon Accounting Model for Forests [en línea]. Disponible en: <http://www.greenhouse.gov.au/ncas/reports/pubs/tr26final.pdf> [Consulta 21 de mayo 2012].

- FONSECA, W., ALICE, F.E., BENAYAS, J.M.R. 2011. Carbon accumulation in aboveground and belowground biomass and soil of different age native forest plantations in the humid tropical lowlands of Costa Rica [en línea]. Disponible en: http://www2.uah.es/josemrey/Reprints/Fonseca_CarbonAccumulationPlantations_NewForests_2011withcover.pdf [Consulta 21 de mayo 2012].
- KANNINEN, M. 2000. Secuestro de carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Agroforestería para la producción animal en América latina-II. Sánchez, M.D y R. M. Dirección de Producción y Sanidad vegetal [en línea] Disponible en: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4435s/y4435s00.pdf> [Consulta: 13 de marzo 2011].
- LÓPEZ, M., KONING, F., PAREDES, H., BENÍTEZ, P. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidental de Ecuador. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH. Eschborn. Alemania. 32 p.
- LÓPEZ, C., ET AL. Gases Efecto Invernadero. Emisiones y Remociones, Cuba 1990-2002. ETGEI-Instituto de Meteorología, La Habana, junio de 2007. 27 p.
- MOURA, C.P. 2001. La Convención sobre el clima y el mercado de las contrapartes de las emisiones de carbono basadas en las actividades forestales. Unasylva (IT), 52 (206): 34-40.
- RAMÍREZ, O.A., GÓMEZ, M. 1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. Forestal Centroamericana (CR) (27): 17- 22, julio-septiembre.
- RODRÍGUEZ, P.E., NOA N., LEYVA, G., RODRÍGUEZ, B. 2009. Proyecto de Ordenación y Desarrollo de la Economía Forestal (2008-2017) para la Empresa Forestal Integral Baracoa. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. 57 p.

ANEXO

Línea base de retención de carbono y su composición por variables (ktC)

Componentes	Años					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Áreas inforestales	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22
Áreas por reforestar	32,18	10,49	13,23	16,97	18,70	21,44
Plantaciones en desarrollo	0,69	3,47	5,58	8,25	9,96	11,67
Plantaciones establecidas	1200,76	1316,56	1432,66	1549,06	1702,06	1875,98
Bosques naturales	5966,15	6205,96	6443,77	6682,58	6921,39	7160,20
Total	7203,99	7538,70	7898,45	8259,08	8655,33	9071,51

(Continuación)

Componentes	Años				
	2014	2015	2016	2017	2018
Áreas inforestales	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22
Áreas por reforestar	24,18	26,91	5,23	7,97	10,70
Plantaciones en desarrollo	13,38	14,57	11,19	7,82	4,97
Plantaciones establecidas	2070,71	2292,16	2542,25	2823,90	3122,76
Bosques naturales	7399,02	7637,83	7876,64	8115,45	8354,26
Total	9510,50	9974,69	10 438,53	10 958,36	11 495,91

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Arlety Ajete Hernández

Ingeniera Forestal, investigadora agregada, es miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado Técnico Medio Forestal en el Instituto Politécnico de Agronomía Limbano Sánchez, de Baracoa, Guantánamo. Se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal. Integrante del Grupo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, es autora y coautora de varias publicaciones. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

NORMAS EDITORIALES
Revista Forestal Baracoa
Instrucciones a los Autores

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AQUÍ CUPÓN