

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Obtención y caracterización química del aceite esencial de <i>Corymbia citriodora</i> Hill & Johnson establecido en Cuba Obtaining and chemical characterization of <i>Corymbia citriodora</i> Hill & Johnson essential oil that grow in Cuba <i>Dr. Rolando Quert-Álvarez, Ing. Yaneli Peña-Guerra, Esp. Manuel Valle-López, Esp. Iris Enríquez-González, Téc. Henry Recio-Cabrera y Lic. Humberto García-Corrales</i>	3
2	Alternativas silvícolas para la mitigación del cambio climático por la Empresa Agro-Forestal Las Tunas Sylvicultural alternatives for the mitigation of the climatic change by the Agroforestry Company Las Tunas <i>M.Sc. Yunior Álvarez-Góngora, Dr. Arnaldo Álvarez-Brito, Dra. Alicia Mercadet-Portillo e Ing. Israel Domínguez-Leyva</i>	9
3	Especificaciones para el incremento del rendimiento de la fibra vegetal de <i>Trichostigma octandrum</i> (guaniquiqui) Specifications to increase the efficiency of the <i>Trichostigma octandrum</i> vegetable fiber (guaniquiqui) <i>Dr.C. Adolfo Núñez-Barrizonte e Ing. Luisa Cutiño-Mirot</i>	17
4	Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Costa Sur, provincia de Artemisa Carbon retention for the forest patrimony of the agroforestry enterprise Costa Sur. province Artemisa <i>Dra. C. Alicia Mercadet-Portillo, Dr. C. Arnaldo Alvarez-Brito, M.Sc. Yolani Rodríguez-Gil e Ing. José Luis Reyes-Pérez</i>	23
5	Estructura poblacional de <i>Magnolia orbiculata</i> en la Unidad Zonal de Conservación El Cojo, Parque Nacional Turquino Populational structures of <i>Magnolia orbiculata</i> in the Zonal Unit of Conservation The Cojo, Turquino National Park <i>Ing. Isnaudy García-Rodríguez, M.Sc. Yenía Molina-Pelegri, M.Sc. Alain Puig-Pérez, Ing. José L. Rodríguez-Fonseca e Ing. Ariannis Martínez-Meriño</i>	33
6	Diagnóstico de la situación actual de los Productos Forestales No Maderables de origen vegetal en bosques semidecíduos de la Ciénaga de Zapata Diagnostic of the present situation of the Non Wood Forest Products of vegetable origin in semi-deciduous forests of Ciénaga de Zapata <i>Lic. María Teresa Verdura-Almendariz; Dr. C. Adolfo Núñez-Barrizonte Dra. C. Katia Manzanares y M.Sc. Giraldo Fagundo-Abreu</i>	41
7	Análisis de estructura y composición de la vegetación en fragmento de bosque manejado con técnica de Forestería Análoga en la cuenca del río Sabanilla, Baracoa, Guantánamo Analysis of structure and composition of the vegetation in forest fragment managed with analogue forestry technique in the basin of the river Sabanilla, Baracoa, Guantánamo <i>Dr. Wilmer Toirac-Arguelle, Ing. Yulia Samón-Aranda, Dr. Yuris Rodríguez-Matos, Dra. Arlety Ajete-Hernández, M.Sc. Abilio O'Farrill-Collebrook, Téc. Eider Suárez-Ramos y Dra. Orlidia Hechavarría-Kindelán</i>	51
8	Acciones de adaptación ante los impactos de la penetración del mar en la Empresa Agro-Forestal Las Tunas Adaptation actions in front the impacts of the sea penetration on the patrimony of Las Tunas Agroforestry Enterprise <i>M.Sc. Yunior Álvarez-Góngora, Dr. Arnaldo Álvarez-Brito y Dra. Alicia Mercadet-Portillo</i>	57
9	Bosque nublado, sus fitocenosis y vulnerabilidades ante el cambio climático Cloud forest, it's phytocoenoses and vulnerability taking account the climatic change <i>Dr. Orlando J. Reyes e Ing. Félix Acosta-Cantillo</i>	65
10	Aporte en la mitigación del cambio climático por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral de Matanzas, Cuba Contribution in the mitigation of climate change for the forest heritage of the integral enterprise forest of Matanzas, Cuba <i>Dra. Osiris Ortiz-Álvarez, Dra. Alicia Mercadet-Portillo, Esp. Roberto Ramos-Gutiérrez, Esp. Lourdes Gómez-Pulido' e Ing. Eduardo Monagas-Valle</i>	75
11	Estructura poblacional de <i>Sideroxylon jubilla</i> (Ekman ex Urb.) T. D. Penn. en la reserva ecológica El Gigante Populational structures of <i>Sideroxylon jubilla</i> (Ekman ex Urb.) T. D. Penn. in the ecological reserve El Gigante <i>M.Sc. Adonis Sosa-López, M.Sc. William Santos-Chacón, M.Sc. Yenía Molina-Pelegri e Ing. José L. Rodríguez-Fonseca</i>	81
12	Carbono retenido en tres sitios en proceso de restauración mediante técnica de Forestería Análoga Carbon retained in three areas in process of restauration with Analogy Forestry technique <i>Dra. Orlidia Hechavarría-Kindelán, Dr. Wilmer Toirac-Arguelle, M.Sc. Abilio O'Farrill-Collebrook, Dra. Arlety Ajete-Hernández, M Sc. Yenía Molina-Pelegri, M Sc. Adonis Sosa-López, Ing. Alquilio Mosquera-Figueroa, M.Sc. Magdalena Martínez-Flores, Esp. Orcides Bravo-Pérez y Esp. Eider Suárez-Ramos</i>	91

EDITORIAL

Durante 48 años la Revista Forestal Baracoa, cuya génesis fue la Revista Forestal, con un carácter más bien divulgativo, ha sido exponente de los principales resultados de las investigaciones forestales de Cuba, y ha acompañado el quehacer científico del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, que arriba este año al 50 aniversario de su fructífera existencia, con un trabajo que ha abarcado una amplia gama de temáticas relacionadas con la Silvicultura, Genética, Manejo y Conservación de Suelos, Protección Forestal, Uso y Manejo del Fuego, Tecnología y Aprovechamiento e Industria Forestal, Productos Forestales No Maderables, Tecnología de la Madera, Cambio Climático, Manejo y Conservación de Suelos, Conservación de la Biodiversidad, Hidrología Forestal, Genética Forestal y Agroforestería, entre otros.

Las páginas de nuestra revista continuarán llevando los resultados de la ciencia forestal a investigadores, docentes y productores, como contribución al desarrollo forestal del país.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL INAF

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE *CORYMBIA CITRIODORA* HILL & JOHNSON ESTABLECIDO EN CUBA

OBTAINING AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF *CORYMBIA CITRIODORA* HILL & JOHNSON ESSENTIAL OIL THAT GROW IN CUBA

DR. ROLANDO QUERT-ÁLVAREZ, ING. YANELI PEÑA-GUERRA, ESP. MANUEL VALLE-LÓPEZ, ESP. IRIS ENRÍQUEZ-GONZÁLEZ, TÈC. HENRY RECIO-CABRERA Y LIC. HUMBERTO GARCÍA-CORRALES

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

RESUMEN

En el artículo se presentan los resultados en la obtención y caracterización química del aceite esencial de las hojas de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson establecido en Cuba. El contenido de aceite esencial obtenido fue de 22,5 g (2,2 %) de aceite por kilogramo de hojas para la especie, mientras que los parámetros físico-químicos densidad relativa, índice de refracción, índice de acidez e índice de ésteres determinados no difieren de los rangos publicados internacionalmente para este tipo de aceite. La composición química está constituida fundamentalmente por citronelal, citronelol, iso-pulegol y acetato de citronelilo. De los resultados se infiere que existen posibilidades para el manejo del follaje residual de esta especie, como planta medicinal para la obtención de aceite esencial, como materia prima para la industria de cosméticos y la aromaterapia.

Palabras claves: *Corymbia citriodora*, follaje, aceite esencial, citronelal.

INTRODUCCIÓN

Corymbia citriodora Hill y Johnson, originaria de Queensland, Australia, puede proveer un buen fuste de madera dura y, al mismo tiempo, de sus hojas se puede extraer un aceite esencial (esencia) que posee valor comercial cuando tiene un alto contenido de citronelal.

Las hojas y las ramas terminales de los árboles de la especie rinden entre el 1 y 1,3 % de esencia, pudiendo llegar al 2 % en árboles

ABSTRACT

In the article, present the results obtained in the chemical extraction and characterization of the essential oil of the leaves of *Corymbia citriodora* Hill & Johnson that grows in Cuba are presented. The essential oil content obtained was 22.5 g (2.2 %) of oil/kg of leaves for the species, whereas the physical-chemical parameters: relative density, refractive index, acid index, and index esters determined did not differ of the internationally published ranges for this type of oil. The chemical composition consists mainly of citronelal, citronellol, iso-pulegol and citronellil acetate. From the results obtained it is inferred that there are possibilities for the management of the residual foliage of these species, as a medicinal plant to obtain essential oil as raw material for the Cosmetics and Aroma therapy industry.

Key words: *Corymbia citriodora*, foliage, essential oil, citronellal.

cultivados. El principal componente es el citronelal, cuyo contenido puede ascender hasta el 85 %, aunque se han observado muestras de bajo contenido de este aldehído (Miranda, 1981; Giménez, 1999).

La probable causa de la disminución del contenido en aldehídos es la existencia de formas fisiológicas desarrolladas como resultado de la hibridización y que, siendo indistinguibles bo-

tánicamente, presentan composición química diferente. En estos casos el citronelal parece haber sido remplazado por citronelol y sus ésteres (Güenther, 1948, citado por Lastra, 1979, Miranda, 1995).

En un trabajo realizado por Vesga (2014) se estudió la composición química de las esencias obtenidas de *C. citriodora* aclimatado en varias regiones de España, reconociéndose cuatro formas fisiológicas con diferente contenido de citronelal: la normal (60-85 %), una variedad A (contenido inferior al 30 %), una forma intermedia (30-60 %) y una forma hidrocarbónica (con pobre rendimiento en esencia y en citronelal).

Si se tienen en cuenta estos antecedentes, es de esperar que, dependiendo de las condiciones agroclimáticas y de la ocurrencia de la hibridación, sea probable encontrar en una población ejemplares de esencias que difiera en el contenido de citronelal. El reconocimiento de la existencia de una forma fisiológica, cuya esencia posea un contenido de citronelal superior al 60 %, es de suma importancia dado que es la única de interés comercial.



Figura 1. Almacenamiento de los raquis a la sombra durante 20 días.

2. Extracción del aceite esencial

La extracción del aceite esencial se realizó por el método de arrastre por vapor a escala de banco en un equipo existente en el Laboratorio

Actualmente, en el INAF y hasta 2019 se ejecuta el proyecto Aprovechamiento del Follaje de Pino y Eucalipto para la Obtención de Extracto Alcohólico Bioactivo y Aceite Esencial Terapéutico, el cual incluye proponer al grupo Agroforestal del MINAG y a Tabacuba el empleo de la especie *Corymbia citriodora* Hill y Johnson para la producción de cujes para el tabaco y utilizar el follaje residual para la obtención de aceite esencial terapéutico. El objetivo de este trabajo consistió en obtener y caracterizar químicamente el aceite de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Recolección del material vegetal

Las hojas de la especie se recolectaron en áreas de una masa semillera existente en la zona de Los Cayos en edad ≥ 20 años, se liberaron de las ramas en forma de ramas pequeñas (raquis) y se almacenaron a la sombra por espacio de 20 días (Fig. 1), posteriormente se liberaron las hojas de la parte maderable de forma manual y se trituraron en un molino de cuchilla a un tamaño de partícula de ≤ 20 mm (2 cm).

de Fitoquímica del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), a un tiempo de extracción de 1,5 hora (Fig. 2).



Figura 2. Equipo de banco para la extracción del aceite esencial terapéutico por arrastre con vapor de agua.

El contenido de aceite se determinó mediante la expresión:

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

donde:

‰: Porcentaje de aceite esencial

M: Masa en gramos de aceite esencial

M_i: Masa en gramos de follaje

100: Factor matemático

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

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

La determinación de los componentes químicos mayoritarios presente en el aceite esencial se realizó por el método de Cromatografía Gaseosa acoplada a un Espectrómetro de Masa, en

un equipo Shimadzu 6890 HPGC dotado de un detector FID. Se utilizó una columna capilar ZB5 (30 m x 0,25 mm), y las condiciones de operación fueron:

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se presentan los resultados en el contenido de aceite esencial y parámetros físico-químicos de la especie, los cuales se comparan con lo reportado en la literatura por Boland (1991) y Mercadet (2014).

Tabla 1. Contenido de aceite esencial y parámetros físico-químicos

Parámetro	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (INAF, 2017)	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (INAF, 2014)	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (D. J. Boland, 1991)
Contenido de aceite esencial (%)	2,25 ± 0,03	2,0	2,3
Densidad relativa (g/cm ³)	0,8847 ± 0,0003	0,8741	–
Índice de refracción	1,4608 ± 0,0001	1,4517	–
Índice de acidez (mg KOH/g)	3,35* ± 0,32	1,46	–
Índice de éster (mg KOH/g)	20,6 ± 0,5	19,7	–
Color	Amarillo claro	Amarillo claro	Amarillo claro
Olor	Característico a limón	Característico a limón	Característico a limón.

–: (García, 2014), no se reporta

–: No se reporta.

Como se puede observar en la tabla, el contenido de aceite esencial obtenido en nuestro trabajo es similar a lo reportado por Mercadet (2014) para la especie; de igual forma en lo reportado por Boland (1991) para la especie que crece en Australia.

Referido a los parámetros físico-químicos, solo se compara con lo reportado por el INAF, 2014, notándose que existen diferencias numéricas en el índice de acidez, mientras que el índice de ésteres son similares. Resultados similares fueron obtenidos por Giménez (1999).

Las diferencias encontradas en el aceite esencial de la especie puede estar dada al origen de la muestras de hojas recolectadas, ya que este elemento y las condiciones edafoclimáticas de la especie puede influir en los resultados. Por

otra parte, otro elemento a tener en cuenta son las condiciones en que se realizó el análisis.

Los resultados en la determinación de la composición química del aceite esencial se presentan en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Composición química del aceite esencial por especie

No.	Componente	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (Quert, 2017) (%)	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (García, 2014) (%)	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (Proenza InSTEC 2005) (%)	<i>Corymbia citriodora</i> Hill y Johnson (Boland, 1991) (%)
	Citronelal	50	69	34,72	80,00
	Iso Isopulegol	10	–	15,48	8,00
	Citronelol	20	–	28,17	4,00
	Acetato de citronelilo	3	–	4,93	–

–: (García, 2014), no se reporta.

–: No se reporta.

Como se aprecia en la tabla, dentro de los componentes mayoritarios identificados en el aceite esencial objeto de estudio se encuentran el citronelal, 50 % de abundancia; el citronelol, 20 %; isopulegol, 10 % y el acetato de citronelilo, 3 %.

Proenza, (2005), en estudio realizado al aceite esencial de las hojas de la especie, en tesis de diploma para licenciado en Radio-Química, obtiene resultados similares en muestras de aceite esencial de las hojas que crece en Cuba. Por otra parte, Boland, (1991) obtiene resultados similares para el aceite esencial de la especie que crece en Australia. Hay que destacar que para este caso el contenido de citronelal es mayor, y el contenido de citronelol menor a la especie que crece en Cuba. En relación con lo reportado por García (2014), solo se compara el contenido de citronelal porque los otros componentes no se reportan.

CONCLUSIONES

- La especie tiene un alto contenido de aceite esencial ≥ 50 %, los parámetros fisico-químicos y la composición química se encuentran dentro de lo reportado en la literatura para la especie.
- Teniendo en cuenta estos elementos, se infiere que existen posibilidades objetivas para el manejo del follaje residual de la especie, como planta medicinal para la obtención de

aceite esencial, materia prima en la industria de cosméticos y la aromaterapia.

BIBLIOGRAFÍA

- Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K., Kaur, S. 2008. Eucalyptus Essential Oil as a Natural Pesticide. *Forest Ecology Management* (NL) 256(12): 2166-2174.
- Boland, D.J., Brophy, J.J. 1991. Aceites de hoja de eucalipto: uso, química, destilación y comercialización. Melbourne. Inkata Press. 252 p.
- Bustamante, J.A. 1998. Aceites esenciales de eucaliptos cultivados en Mendoza (Argentina). Contenido y caracterización. *Revista Ciencias Agrarias* (AR) 3(1): 30-36.
- Gé, Y.P. 2005. Efecto de la radiación β^- sobre el aceite esencial del *Eucalyptus citriodora* hook. 80 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Licenciado en Radio Química). Instituto de Tecnología y Ciencias Aplicadas.
- Giménez, M., Romero, A. 1999. Essence content of *Eucalyptus citriodora* specimens. *Revista Quebracho* (MX) 7: 67-71.
- Lastra, H. 1979. Estudio de optimización en la obtención del aceite esencial de *Eucalyptus Citriodora* Hook. *Revista Cubana de Farmacia* (CU) 13(1): 47-52.
- Luqman, S. et al. 2008. Antimicrobial Activity of *Eucalyptus Citriodora* Essential. *International Journal Essential Oil Therapeutic* (FR) 2:69–75.
- Mercadet Portillo, A. 2014. Adaptación, manejo, y usos del género *Eucalyptus* en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 82 p. ISBN: 978-959-7215-19-6.
- Miranda, M., Pérez J.R. 1981. Estudio de los componentes principales de 19 especies de Eucalipto aclimatadas en Cuba. *Revista Cubana Farmacia* (CU) 15(2):106-114.

- Norma ISO 1242. 2005 Método para determinar el índice de acidez en aceites esenciales.
- Norma ISO 279 2004. Método para determinar la Densidad relativa en aceites esenciales.
- Norma ISO 280 2004. Método para determinar la Densidad relativa en aceites esenciales.
- Norma ISO 709 2006. Método para determinar el índice de ésteres en aceites esenciales.
- Pino, J.A., Marbot, R., Quert, R., García, H. 2002. Study of essential oils of *E. resinifera* S., *E. Tereticornis* S. and *Corymbia maculata* K. D. Hill & L. A. S. Johnson, grown in Cuba. *Flavour Fragrancy Journal* (US) 17:1-4.
- Silva, J. *et al.* 2003. Analgesic and Anti-Inflammatory Effects of Essential Oils of *Eucalyptus*. *Journal Ethnopharmacology* (GB) 89(2-3): 277-283.
- Singh, H. P. *et al.* 2012. Assessment of in Vitro Antioxidant Activity of Essential Oil of *Eucalyptus citriodora* (lemon-Scented Eucalypt; Myrtaceae) and Its Major Constituents. *LWT-Food Science Technology* (NL) 48(2):237-241.
- Vesga, L.C., Bueno, Y., Stashenko, E.E., Méndez Sánchez, S.C. 2014. Efecto del aceite esencial de *Eucalyptus citriodora* sobre el metabolismo energético mitocondrial. *Revista Colombiana de Química* (CO) 43(2):10-17.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Rolando Quert Álvarez

Licenciado en Química, Doctor en Ciencias Farmacéuticas Investigador Auxiliar, se desempeña como investigador-coordinador del Laboratorio de Química y Preservación de la Madera, Fitoquímica y Suelos UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Jefe de Proyectos (I + D) y de I + D + I. Tutor de tesis de diploma y máster defendidas en ciencias químicas, forestales, radioquímica y ciencias farmacéuticas, respectivamente. Es autor de dos patentes, consultor para la producción de aceites esenciales a partir de especies vegetales, producción de extracto bioactivo a partir del follaje residual de *Pinus* y *Eucalyptus* sp. y residuos vegetales. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

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.

ALTERNATIVAS SILVÍCOLAS PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR LA EMPRESA AGRO-FORESTAL LAS TUNAS

SYLVICULTURAL ALTERNATIVES FOR THE MITIGATION OF THE CLIMATICCHANGE BY THE AGROFORESTRY COMPANY LAS TUNAS

M.Sc. YUNIOR ÁLVAREZ-GÓNGORA¹, DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO², DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO² E ING. ISRAEL DOMÍNGUEZ-LEYVA³

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera vía Victorino, Km 11/2, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, investigacion@guisa.inaf.co.cu, teléf.: (023) 39 1387

²Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu, mercadet@forestales.co.cu, teléf.: (07) 208 4767

³Empresa Agro-Forestal Las Tunas. Carretera Central Km 699, salida Holguín, Las Tunas, dpto.ordenacion@efilt.co.cu, teléf.: (0131) 34 2136

RESUMEN

A partir de las características del patrimonio forestal de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas y de la gestión técnica con que este es manejado, fue empleado el sistema automatizado SUMFOR v. 2.19 para definir alternativas silvícolas de mitigación del cambio climático. Los resultados justifican la capacidad sumidero de carbono que tienen estos bosques, teniendo en cuenta que retienen actualmente 15,8 millones de toneladas de carbono, con un promedio general de 151,7 t/ha, aportado mayoritariamente por los bosques naturales con algo más de 10,6 millones de toneladas; en cambio por unidad de superficie resultan las áreas inforestales las más importantes con 353,1 t/ha. Del análisis de alternativas resultaron las más prometedoras para que la empresa aumente la retención de carbono, el aumento del incremento medio anual de los bosques naturales en 1 m³/ha/año, lo cual permitiría alcanzar en 2025 una acumulación extra de 2,7 millones de toneladas, seguido de la elevación del logro promedio de las plantaciones hasta el 90 % y la duplicación del área de plantación anual.

Palabras claves: *Mitigación, retención, clima.*

INTRODUCCIÓN

Los árboles y bosques juegan un rol crucial en la regulación del clima. Los árboles remueven el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis y almacenan el carbono en carbohidratos,

ABSTRACT

As from the characteristics of the forested patrimony of the Agroforestry Company Las Tunas and of the technical step this is with driven, that SUMFOR was used the automated system with v. 2.19 to define alternatives residing in the forest of mitigation of the change. The obtained results justify the capability carbon drain that these forests have, considering that 15.8 million tons of carbon retain at present, with 151.7 t/ha general average, contributed by majority for the natural forests with some more 10.6 million tons, on the other hand inforestales prove to be the areas for unit of surface the most important with 353,1 t/ha. They proved to be of the analysis of alternatives the most promising in order that the company increase the retention of carbon, the increase of the half yearly increment of the natural forests in 1 m³/ha/año, which would enable catching up with an extra accumulation of 2.7 million tons in 2025, followed of the elevation of the average achievement of the plantations to 90 % and the duplication the area of yearly plantation.

Key words: *Mitigation, retention, climate.*

lignina y celulosa. El carbono es retenido en la biomasa (troncos, ramas, follaje, raíces, etc.) y como carbono orgánico en el suelo (Rollinson, 2007).

La posibilidad de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero mediante la actividad forestal y el potencial para aumentar el secuestro de carbono aumenta la importancia del Sector Forestal y su participación en las medidas orientadas a mitigar los efectos del cambio climático, según lo estipulado en el Protocolo de Kyoto (Makundi *et al.*, 1998), pues la fijación de carbono mediante la actividad forestal está en función de la acumulación y almacenamiento en la biomasa; por lo tanto, cualquier actividad práctica de ordenación que modifique la cuantía de la biomasa existente en una zona influye en su capacidad de almacenar o fijar carbono (Moura, 2001).

El Sector Forestal cubano constituye el único sumidero de carbono identificado en el país (Centella, Llanes y Paz, 2001), razón por la cual la determinación de la capacidad actual y futura de retención de carbono por las empresas forestales (año y línea base de carbono), así como la evaluación de alternativas que les permitan aumentarla (estrategia de mitigación), constituyen un objetivo de importancia para el sector, dado que estas empresas administran el 60 % del patrimonio forestal nacional, y los resultados que se alcancen en tal sentido contribuyen al cumplimiento de las obligaciones contraídas por Cuba como parte de la Convención Marco

de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Como objetivo de esta investigación se planteó definir alternativas silvícolas de mitigación del cambio climático para el patrimonio forestal de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Agro-Forestal (EAF) seleccionada para la determinación del año y de la línea base de carbono, así como para la evaluación de alternativas para su respectiva estrategia de mitigación fue Las Tunas, empleándose como fuente de información los datos suministrados por su dirección de silvicultura correspondientes a 2015.

Dicha empresa está ubicada en la provincia Las Tunas, y esta a su vez en el noroeste de la región oriental de la isla de Cuba, limitando al norte con el Océano Atlántico, al sur con la provincia de Granma y el golfo de Guacanayabo, al este con la provincia de Holguín y al oeste con la provincia de Camagüey (*Fig. 1*).

Para lograr una planificación y administración adecuadas, la empresa está dividida en ocho unidades empresariales de base silvícolas, de las cuales seis están presentes en la zona costera, donde predomina un relieve llano.



Figura 1. Ubicación de la provincia de Las Tunas y del patrimonio forestal costero de la EAF.

Los datos solicitados a la empresa comprenden una caracterización general de su patrimonio y de su actividad forestal anual; una descripción de sus plantaciones por especie, incluyendo superficie y volumen para las establecidas, y solo superficie para las que están en desarrollo, y una descripción de sus bosques naturales por formación y categoría, indicando la superficie y el volumen existentes en ellas.

La información suministrada por la empresa fue procesada mediante el sistema automatizado SUMFOR versión 2,19 (Álvarez y Mercadet, 2008), que emplea un método de cálculo basado en la variación de las existencias (estima las variaciones del carbono basándose en las diferencias en las existencias de biomasa entre dos inventarios periódicos, siendo la biomasa, en cada uno de esos momentos, el producto de

las existencias en formación, la densidad de la madera, el factor de expansión de la biomasa, la relación entre raíces y brotes y la fracción de carbono

de la biomasa), elaborado sobre un libro Excel que estima el carbono retenido por los siguientes componentes del patrimonio forestal:



A la par, deduce el carbono correspondiente a las pérdidas de biomasa aérea reportadas en la reforestación (logro), a la biomasa aérea removida por tratamientos silvícolas y por aprovechamientos, y a la pérdida de biomasa aérea ocurrida como resultado de los incendios.

El sistema permitió la estimación del carbono retenido en el año base por las áreas inforestales y por reforestar, por las plantaciones en desarrollo y por las ya establecidas, así como por los bosques naturales y, asumiendo que las condiciones de la empresa para el año base se mantienen constantes, proyecta una evolución temporal para la retención de carbono por un período de 10 años, lo que constituye la línea base de carbono de la empresa.

Posteriormente el sistema fue utilizado para realizar simulaciones sobre los posibles efectos, que en la retención de carbono original podían originar siete alternativas silvícolas de mitigación, consistentes en:

- A-1 Duplicar el área de plantación anual.
- A-2 Elevar el logro promedio de las plantaciones hasta un 90 %.
- A-3 Eliminar las áreas afectadas por incendios.
- A-4 Reducir en un 50 % los aprovechamientos por tala rasa.
- A-5 Reducir en un 50 % los aprovechamientos por otros tipos de tala.
- A-6 Aumentar el incremento medio anual de los bosques naturales en 1 m³/ha/año.
- A-7 Aumentar el incremento medio anual de las plantaciones en 1 m³/ha/año.

Los valores alcanzados por cada alternativa fueron comparados anualmente con los de la línea base, acumulándose los resultados durante los 10 años, seleccionándose como las alternativas

técnicamente mejores las que mayores acumulados alcanzaron, convirtiéndose así en la estrategia de mitigación a recomendar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación de carbono por las plantaciones de la EAF Las Tunas

Entre las 31 especies que la empresa maneja en sus plantaciones, las de *Cedrela odorata* L. (cedro) son las de menor retención promedio de carbono (149 t/ha), en tanto que las de *Albizia procera* (Roxb.) Benth (algarrobo indio) y las de *Calophyllum antillanum* Britton (ocuje) son las de mayores retenciones, alcanzando 197,7 y 196,8 t/ha, respectivamente; no obstante, otras 28 especies presentan valores superiores a las 152,0 t/ha, resultados altamente influenciados por el efecto de la edad y del volumen en pie existente, aunque según Díaz y Romero (2000), el hábito de crecimiento, las densidades de las maderas de las especies integrantes de cada ecosistema en particular y las condiciones edáficas también influyen en la capacidad de retención de carbono de la vegetación.

Acumulación de carbono por los bosques naturales de la EAF Las Tunas

a) Por formación natural.

De las cinco formaciones forestales reportadas por la empresa, corresponden a los bosques semicaducifolios sobre suelo calizo los mayores niveles de retención de carbono, con un total de 6500,2 kt, influenciado entre otros aspectos por la extensión superficial con que estos se presentan, abarcando unas 35 510,7 ha. A estos les continúan por orden los bosques de manglares y

los bosques semicaducifolios sobre suelo de mal drenaje con 2089 y 1958,1 kt, respectivamente (*Tabla 1*). En el caso específico de los manglares, es de esperar que existan valores superiores a los mostrados, teniendo en cuenta que se desestima el contenido de carbono existente en el suelo por no existir aún una metodología que permita su evaluación.

El análisis de estos resultados por unidad de superficie ubica a los manglares como

la formación que menos carbono retiene con un valor de 81,1 t/ha, contenido solamente en su biomasa y necromasa, aspecto por el cual fue exenta de comparación con las demás formaciones, que muestran a los uverales, entre el resto, con los menores niveles de retención de carbono (157,1 t/ha), mientras que los bosques semicaducifolios sobre suelo calizo y sobre mal drenaje alcanzaron las mayores retenciones, con 183,0 y 182,6 t/ha, respectivamente (*Tabla 1*).

Tabla 1. Acumulación de carbono por las formaciones naturales de la EAF Las Tunas para el año base

No.	Formación	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	Prom. (t/ha)
		(kt)				
1	Manglar	1869,1	219,9	0,0	2089,0	81,1
2	Scf. ácido	1,5	0,3	4,6	6,4	172,6
3	Scf. calizo	1829,4	303,0	4367,8	6500,2	183,0
4	Scf. mal dren.	547,9	91,5	1318,7	1958,1	182,6
5	Uveral	9,5	3,2	45,7	58,3	157,1

kt: kilotonelada = 1000 t

b) Por categoría de bosque.

Como parte de los bosques naturales de la empresa se presentan cinco categorías, entre las cuales los bosques protectores del litoral son los que menor promedio de retención de carbono alcanzan con 130,0 t/ha, en gran medida debido a que es precisamente en ellas donde se concentran los manglares, y por tanto donde se desestima el carbono retenido por una parte importante de sus suelos, mientras que las áreas de bosques destinados a la protección de agua y suelos, caracterizados por la presencia de especies de gran

porte con un volumen total que asciende a los 181 578,2 m³ de madera, son los que mayores promedios alcanzaron, con 175,2 t/ha, aunque el resto de los bosques retienen valores aproximados (*Tabla 2*).

Sin embargo los acumulados totales a nivel de empresa muestran a los bosques protectores del litoral con los mayores niveles de retención de carbono, acumulando 5018,7 kt, seguidos por los productores con 3492,1 kt (*Tabla 2*), cifras altamente influenciadas por su extensión superficial, que asciende a 38 593 y 20 672 ha, respectivamente.

Tabla 2. Acumulación de carbono por categoría de bosques en la EAF Las Tunas para el año base

No.	Categoría	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	Prom. (t/ha)
		(kt)				
1	Productor	1123,5	176,4	2192,2	3492,1	168,9
2	Prot. Ag./Suelos	199,6	32,5	436,2	668,4	175,2
3	Prot. Litoral	2407,2	329,3	2282,2	5018,7	130,0
4	Prot. Flor/Fauna	526,7	79,6	824,9	1431,1	153,5
5	Recreativo	0,3	0,1	1,3	1,7	161,8

Acumulación general de carbono en la EAF Las Tunas para el año base

Como se muestra en la *Tabla 3*, de modo general la empresa retiene en 2015 algo más de 15,8 MtC (megatoneladas de carbono = 1000 000

toneladas de carbono), con un promedio general de 151,7 tC/ha (toneladas de carbono por hectárea). Los componentes principales de estas cifras son, en primer lugar, los bosques naturales que, fundamentalmente por su extensión, aportan algo más de 10,6 MtC, y en segundo

lugar el área inforestal que, por sus características cenagosas con altos valores de carbono, principalmente en sus suelos, aporta casi tanto como los bosques naturales (3,4 MtC), con la diferencia de que en estos existe la posibilidad del aumento futuro de la retención total, mientras que en el caso del área inforestal su nivel se mantendrá constante en el tiempo.

El análisis de estos resultados por unidad de superficie muestra al área inforestal como la que mayores cantidades de carbono retiene con 353,1 t/ha, estando en correspondencia con lo planteado por Álvarez y Mercadet (2011) en un estudio integral realizado a siete empresas forestales del país.

Tabla 3. Acumulación general de carbono en la EAF Las Tunas para el año base

Tipo de bosque	Total por depósito de C (kt)			Empresa (t)	Prom. (t/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo		
Plant. establecidas	335,1	62,9	912,8	1 310 755,6	176,6
Plant. en desarrollo	68,8	-----	-----	68 789,7	8,6
Bosques naturales	4257,4	617,8	5736,8	10 612 013,0	146,5
Área por (re) forestar	206,0	-----	266,2	472 150,5	67,4
Área inforestal	211,1	-----	3162,0	3 373 137,2	353,1
Empresa	5078,4	680,7	10077,7	15 836 846,0	151,7

Variación temporal 2016-2025 del carbono retenido por cada componente de la línea base de la EAF Las Tunas

Los resultados, a partir de que se asumió que la empresa mantendrá un patrimonio y una gestión técnica similares a las del año base y de considerar el desarrollo futuro de sus plantaciones y bosques naturales, evidencian que en un plazo de 10 años la empresa duplicará su retención total de carbono respecto al año base, aumentando en algo más de 15 873,7 kt, con una media anual de unas 1587,37 kt, en tanto que el componente que

mayor aporte proporcionará a ese aumento serán los bosques naturales, que en 2025 representarán el 69 % del carbono total a retener, coincidiendo con los resultados de Ajete *et al.* (2014) en la Empresa Forestal Integral Baracoa, donde los bosques naturales para igual periodo retendrán el 72,67 % del carbono total.

Referente a las áreas inforestales representadas mayoritariamente por ciénagas, mantendrán constantes sus niveles de retención con 3373,1 kt, debido a que su superficie también se mantendrá invariable (*Fig. 2 y Anexo 1*).

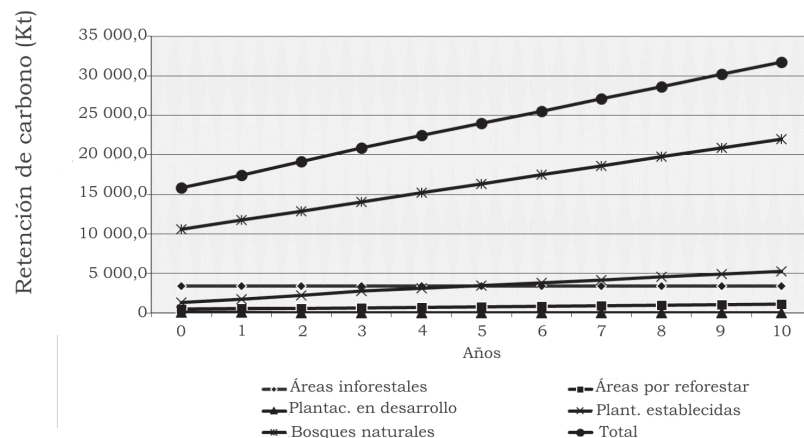


Figura 2. Representación gráfica de la línea base de retención de carbono para la EAF Las Tunas y de sus componentes.

Simulación de las alternativas de mitigación

Los resultados de las alternativas de mitigación evaluadas se presentan en la *Fig. 3* y *Anexo 2*, mostrando que al cabo de 10 años todas alcanzarán niveles de retención de carbono por encima de la línea base, aunque en algunos casos con diferencias poco marcadas, resultando como opciones más prometedoras para que la empresa aumente la retención de carbono el desarrollo de un programa de manejo silvícola de sus bosques naturales, con vistas a elevar en 1 m³/ha/año el rendimiento que presentaron en

2015, lo que si se cumpliera a partir de 2016 le permitiría alcanzar en 2025 una acumulación extra de 2671,89 kt, seguido de la elevación del logro promedio de las plantaciones hasta el 90 %, y en tercera instancia duplicando el área de plantación anual, a pesar de que la implementación de esta alternativa conllevará a la obtención de resultados desfavorables durante los primeros cuatro años, situación que a partir del quinto año de aplicación se revertirá en un aumento significativo, hasta ubicarse finalmente en tercer lugar con una retención total de 16 832,2 kt.

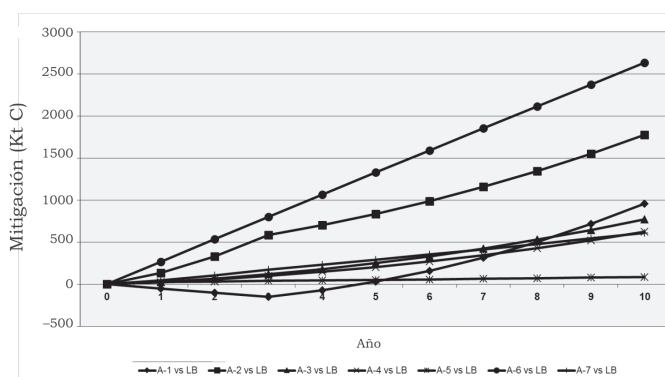


Figura 3. Efecto mitigador generado por cada alternativa respecto a la línea base.

CONCLUSIONES

- La cuantía de carbono que retiene actualmente el patrimonio forestal de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas con aproximadamente 15,8 Mt justifica la capacidad sumidero de carbono que tienen sus bosques y su aporte significativo en la mitigación del cambio climático por el sector forestal del país.
- La alternativa de mitigación más promisoría para la empresa consiste en aumentar el incremento medio anual de sus bosques naturales en 1 m³/ha/año.
- Las características del patrimonio forestal de la empresa y la gestión técnica con que estos son manejados contribuirán de manera ascendente a la retención de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

Ajete Hernández, A., Álvarez, A., Toirac, W. 2014. Retención de carbono por la Empresa Forestal Integral Baracoa y su evaluación futura. *Revista Forestal Baracoa* (CU) 33 (1): 83-90.

Álvarez, A. y Mercadet, A. 2008. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.0. Inf. Final Subproyecto: La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos; Pro-

yecto: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal; PRCT: Preservación de los Recursos Naturales. Inst. Inv. Forestales. 8 p.

Álvarez, A., Mercadet, A. y col. 2011. El sector forestal cubano y el cambio climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 248 p.

Centella, A., Llanes, J. y Paz, L. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático [En línea] 2001. Disponible en: <http://ncsp.undp.org/sites/default/files/198.pdf> [Consulta: octubre, 7 2015].

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, 16-20 julio, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Makundi, W., Rozali, W., Justin J., D. y Cyril, P. 1998. Los bosques tropicales en el Protocolo de Kyoto. *Actualidad Forestal Tropical* (JP) 6 (4): 5.

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. *Unasyuva* (IT) 52(206): 34-40, marzo.

Rollinson, T. 2007. Forest and climate change: conclusions and the way forward. In: *Forestry and climate change*. CAB International. ISBN-139781845932947. Edit por: PH Freer, MSJ Broadmeadow, JM Lynch. UK/USA/London: 233-240.

Anexo 1. Variación general del carbono retenido (kt) por cada componente de la línea base

Variables	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Áreas inforestales	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1	3373,1
Áreas por reforestar	472,2	535,4	598,6	661,8	725,0	788,2	851,4	914,6	977,8	1041,0	1104,2
Plantac. en desarrollo	68,8	53,1	37,4	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7
Plantac. establecidas	1310,8	1737,6	2227,6	2781,4	3113,5	3450,2	3791,4	4137,1	4487,4	4842,2	5201,6
Bosques naturales	10 612,0	11 737,8	12 896,9	14 051,6	15 201,8	16 347,6	17 488,9	18 625,8	19 758,2	20 886,2	22 009,8
Total	15 836,8	17 437,0	19 133,7	20 889,6	22 435,2	23 980,9	25 526,6	27 072,4	28 618,4	30 164,4	31 710,5

Anexo 2. Estimación de la retención de carbono por las alternativas de mitigación en la EAF Las Tunas

Alternativas de mitigación	Años											Acumulado
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
LB	15 836,8	17 437,0	19 133,7	20 889,6	22 435,2	23 980,9	25 526,6	27 072,4	28 618,4	30 164,4	31 710,5	15 873,65
A-1	15 836,8	17 387,6	19 035,0	20 741,5	22 362,4	24 010,8	25 686,9	27 390,7	29 122,3	30 881,7	32 669,0	16 832,16
A-2	15 836,8	17 572,7	19 464,8	21 476,5	23 136,9	24 815,8	26 513,3	28 229,2	29 963,6	31 716,7	33 488,2	17 651,40
A-3	15 836,8	17 465,0	19 201,9	21 010,5	22 615,4	24 231,6	25 859,2	27 498,0	29 148,2	30 809,7	32 482,6	16 645,75
A-4	15 836,8	17 460,6	19 190,9	20 990,3	22 583,9	24 186,5	25 798,0	27 418,5	29 048,0	30 686,5	32 334,0	16 497,11
A-5	15 836,8	17 461,6	19 165,7	20 930,5	22 481,2	24 032,5	25 584,4	27 136,8	28 689,8	30 243,4	31 797,6	15 960,76
A-6	15 836,8	17 704,6	19 668,7	21 692,6	23 501,4	25 309,7	27 117,7	28 925,3	30 732,4	32 539,2	34 345,5	18 508,69
A-7	15 836,8	17 483,3	19 238,7	21 065,6	22 669,3	24 274,3	25 880,8	27 488,7	29 098,0	30 708,7	32 320,7	16 483,90

LB: línea base, A: alternativa, kt: kilotonelada = 1000 t.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yunior Álvarez Góngora

Ingeniero Forestal, Máster en Gestión Ambiental, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales forma parte del equipo institucional del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático para el sector forestal cubano. Es autor de varios artículos científicos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

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

ESPECIFICACIONES PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DE LA FIBRA VEGETAL DE *TRICHOSTIGMA OCTANDRUM* (GUANIQUIQUI)

SPECIFICATIONS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE *TRICHOSTIGMA OCTANDRUM* VEGETABLE FIBER (GUANIQUIQUI)

DR.C. ADOLFO NÚÑEZ-BARRIZONTE¹ E ING. LUISA CUTIÑO-MIROT²

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

² Servicio Estatal Forestal. Municipio de Niceto Pérez, Guantánamo, Cuba

RESUMEN

Se definen especificaciones para incrementar el rendimiento del aprovechamiento de la fibra vegetal de *Trichostigma octandrum* durante los procesos de recolección y transformación productiva en artículos artesanales. La estimación de la partida económica de la producción de un juego de sala de cuatro piezas muestra un comportamiento económico favorable, pero una incidencia ambiental negativa, fundamentada además en los resultados del diagnóstico de las actividades de recolección y aprovechamiento actuales de la especie. La implementación de las especificaciones permite incrementar en un 20 % el rendimiento de la fibra del bejuco por concepto de disminución de desperdicios y rechazos, debiendo ser tenidas en cuenta por las entidades que manejan productivamente el bejuco, y por los artesanos y creativos independientes, y todos aquellos que emplean la fibra en cualquier contexto de utilización.

Palabras claves: Especificaciones, rendimiento, fibra vegetal.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los Productos Forestales No Maderables (PFNM) ha suscitado en la actualidad un interés en el mundo entero por su contribución ambiental y social en el sostenimiento de las comunidades, pues por lo general no implica la tala del árbol y satisface diferentes necesidades, además de la generación de ingresos derivados de su venta y la creación de puestos de empleo con su beneficio y trans-

ABSTRACT

There are defined the Specifications to increase the profitability of the use of the vegetable fiber of *Trichostigma octandrum*, during the gathering processes and productive transformation in handmade articles. The estimation of the production economic departure of a game of room of 4 pieces shows a favorable economic behavior, but the incidence environmental is negative, it based in the results of the Diagnosis of the gathering activities and current use of the species. The implementation of the Specifications allow increasing in 20 % the efficiency of the liana for concept of decrease of waste, should be kept in mind for the entities that manage and have to do with the productivity of the liana, and for the artisans and creative independent, and all persons that uses the fiber in any application context.

Key words: Specifications, efficiency, vegetable fiber.

formación. En la industria artesanal las fibras vegetales obtenidas de diversas especies constituyen, desde hace tiempo, una materia prima apreciable en la elaboración de variados artículos artesanales de amplia demanda popular.

Trichostigma octandrum es una de las especies que proveen fibras de sus tallos largos, delgados y flexibles. Sin embargo, sobre la obtención y trans-

formación productiva de esta fibra, la información es dispersa y con distintos enfoques de acuerdo a los diferentes usos en que es utilizada, existiendo una sobreexplotación de las posibilidades de los bosques en los cuales crece, y un bajo rendimiento del material durante su transformación.

El presente trabajo tiene por objetivo definir especificaciones que posibiliten incrementar el rendimiento del aprovechamiento de la fibra vegetal de *Trichostigma octandrum* durante los procesos de recolección y transformación productiva en artículos artesanales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la Unidad Empresarial Forestal de Base, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Casimba de Filipina y en talleres de la industria local, ambos escenarios localizados en el municipio de Niceto Pérez, provincia de Guantánamo.

La Unidad Empresarial Forestal de Base se encuentra ubicada en la parte sur del municipio, a 22 km de la cabecera municipal. Su objeto social está basado fundamentalmente en la esfera agropecuaria, siendo sus principales renglones la ganadería, los cultivos varios y el café, además de la actividad forestal. El patrimonio forestal de la entidad está constituido por bosques naturales de gran diversidad biológica de especies, manejados la mayor parte bajo las categorías de manejo especial, más de 2000 ha, y protectores de aguas y suelo, con 230,4 ha, aproximadamente. En sus indicadores económicos, la unidad cuenta con un plan de aprovechamiento de la fibra de guaniquiqui, la que comercializa a las industrias locales del territorio, el Fondo de Bienes Culturales y los artesanos y creativos independientes.

Metodología de trabajo

De la descripción botánica de Roig (1988) se resumieron brevemente datos sobre la especie *Trichostigma octandrum*, y se caracterizó la fibra vegetal que provee la especie a partir de sus propiedades organolépticas, a fin de distinguir sus cualidades y posibilidades de uso.

El diagnóstico de las actividades de recolección y aprovechamiento actuales de la especie se

realizó en la Unidad Empresarial Forestal de Base, de la Empresa Agropecuaria Casimba de Filipina, donde se revisaron los documentos referentes a las producciones actuales, así como las fichas de costo. El rendimiento económico y los aspectos ambientales del aprovechamiento de la fibra de guaniquiqui se valoraron mediante la estimación de la partida económica de la producción de un juego de sala de cuatro piezas.

Con respecto al guaniquiqui, se entrevistaron un total de 14 personas, de ellas siete obreros recolectores contratados por la EFI, cuatro recolectores independientes y tres artesanos transformadores de la fibra para conocer sobre la especie, los métodos empleados en la obtención del recurso y aspectos relacionados con la legalidad de la actividad. La observación directa participante contempló labores de elaboración en los talleres, así como las condiciones en las cuales los obreros la realizan.

Se definieron especificaciones generales para incrementar el rendimiento del aprovechamiento de la fibra desde los procesos de recolección hasta la transformación productiva en artículos artesanales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Breve caracterización de la especie y de la fibra de guaniquiqui

El guaniquiqui, conocido también como bejuco de canasta o mimbre criollo, es un arbusto trepador muy común en terrenos calcáreos y pedregosos que forma parte de la vegetación secundaria de bosques degradados de la formación semidecidua. Su nombre científico es *Trichostigma octandrum* (L.) H. Walter y pertenece a la familia Fitolacaceae (Roig, 1988). La especie tiene ramas largas, flexibles y resistentes, generalmente trepadoras, aunque también postradas, de las cuales se obtiene una fibra vegetal larga, flexible, ligera, resistente y algo porosa, lo que le otorga facilidades para la tejeduría, el teñido y la conformación de estructuras esqueléticas artesanales. Se cree que fueron los negros africanos traídos a Cuba como fuerza de trabajo esclava los primeros en utilizar artesanalmente la especie.

Como Producto Forestal No Maderable de los bosques cubanos, la fibra de guaniquiqui es

utilizada en la tejeduría de diferentes artículos artesanales, fundamentalmente cestas, canastas y muebles, además de otros artículos de menor importancia.

Diagnóstico de las actividades de recolección y aprovechamiento actuales de la especie

En la Unidad Empresarial Forestal de Base, el guaniquiqui es recolectado por obreros forestales, además de los recolectores independientes, de los cuales también se nutre la empresa. Por cada paca de 40-50 bejucos de longitud variable, los recolectores reciben un pago de 30 pesos MN, y luego la empresa comercializa los bejucos con los talleres de las industrias locales y con artesanos y creativos independientes encargados del aprovechamiento en la elaboración de muebles y artículos artesanales de tejeduría, además del consumo de la fibra en el propio taller de la empresa. La recolección se realiza ininterrumpidamente durante todo el año, constituyendo actualmente un medio de vida para las personas que se dedican a la actividad. La forma más común de obtención es el extractivismo comercial, sin previsión ecológica de sus efectos ni estimación de su capacidad productiva sostenible, con perturbaciones además al espacio arbolado en que se encuentra.

La observación directa de pacas de tallos recolectados con longitudes menores de 1 m y diámetros menores de 1 pulg, que conlleva improductividad durante la obtención de las cintas, permitió inferir disminución poblacional de individuos de la especie con tallos de longitud y grosor aprovechables.

Cuando se reciben en la unidad las pacas de tallos recolectados, no se revisan los parámetros dimensionales, de modo que no se le exige al obrero o recolector por la calidad del recurso que entrega y que se le paga, y luego, durante el primer paso del proceso productivo, que es la selección de los tallos, muchos son rechazados por jorobas, nudos y daños mecánicos.

Las entrevistas a recolectores permitieron conocer que muchos no tienen permiso para la realización de la actividad (licencia estatal), ni pagan tributo a la Oficina Nacional de la Administración Tributaria, violando la Resolución 50/1996 del Ministerio de Finanzas y Precios (MINFP, 1996), relacionada con el pago de impuesto por utilización de los recursos natura-

les, y la Resolución 32/2010 del Ministerio del Trabajo y la Seguridad Social (MTSS, 2010) que regula el trabajo por cuenta propia. Durante la recolección, los recolectores cortan el bejuco casi al pie de la base y no cumplen la orientación de plantar por cada planta cortada, dos o tres estacas con yemas para la continuidad del individuo en el sitio.

Los recolectores de guaniquiqui entrevistados, tanto los contratados como los independientes, manifiestan desconocimiento de las regulaciones establecidas en la Ley Forestal del país, así como ignorancia de su relación con la problemática ambiental que se presenta. Por ser el guaniquiqui un bejuco o arbusto trepador y no precisamente un árbol o una especie maderable, aunque crece naturalmente dentro de las plantaciones forestales, no resulta de interés de acuerdo a las prioridades forestales productivas de las mismas.

Existe una contradicción entre la instrucción técnica específica de Ferrer (2005), vigente desde 2005 en la Empresa Forestal Integral Gran Piedra-Baconao y el criterio de los recolectores sobre el corte del bejuco. La instrucción técnica específica refiere que los tallos deben ser cortados en cuarto menguante para que queden libres de la savia azucarada que estimula el ataque de agentes xilófagos, condición que resulta además difícil de probar y que limitaría la obtención y aprovechamiento del recurso solo a esa fase del período lunar. Por el contrario, el criterio de algunos recolectores es cortar el bejuco en cuarto creciente para favorecer el rebrote y el desarrollo de los renuevos en el tocón de la planta madre que han dejado con varias yemas.

En los dos talleres visitados de la industria local en el municipio de Niceto Pérez, en Guantánamo, las existencias de guaniquiqui almacenado en los locales son mayores que las necesidades productivas diarias, no existen los tanques de calentamiento donde deben sumergirse previamente, entre 15 y 30 min, las varas que deben ser curvadas para la elaboración de los muebles, por lo que muchos tallos se fracturan por la sequedad durante la operación. Tampoco existen los tanques para la inmersión de los tallos o cintas ya cortadas en una solución de bórax y ácido bórico al 10 % de concentración, como tratamiento químico al cual deben ser sometidos para evitar el ataque de hongos e

insectos, tanto del recurso materia prima como del artículo terminado.

Es conocido que la condición rural de los lugares donde crece el guaniquiqui limita las posibilidades y oportunidades de empleo de los pobladores, hecho que conduce al incremento del número de recolectores y transformadores de la fibra y a la sobreexplotación de la especie como consecuencia directa de la intensidad demandada.

Valoraciones económicas y ambientales

La producción actual de artículos artesanales elaborados con fibra de guaniquiqui tiene un rendimiento productivo favorable, desde el punto de vista económico, si se tiene en cuenta la ganancia neta resultante de la diferencia entre el costo del producto elaborado y el precio de venta a la población. Sin embargo, no resulta

así cuando se valora, por ejemplo, la cuantía de bejuco empelada como materia prima en la elaboración de los artículos.

En la actualidad durante el proceso de obtención de las fibras solo se aprovecha el 40 % del bejuco en fibras para tejeduría; el resto, compuesto por la corteza y los residuos de la transformación, se desecha por ineptitud para el uso, implicando un mayor consumo de bejuco, mayor demanda de materia prima vegetal, mayor presión sobre el recurso natural y mayor incidencia negativa sobre la especie, y por extensión sobre el bosque. Por tanto, desde el punto de vista ambiental la producción artesanal resulta negativa por el bajo rendimiento y el exceso de desperdicio de materia prima.

La siguiente tabla muestra los valores que alcanzan los indicadores económicos de la producción de un juego de sala de cuatro piezas, elaborado con fibra de guaniquiqui.

Tabla 1. Partida económica estimada del producto juego de sala de cuatro piezas, elaborado con fibra de guaniquiqui

<i>Producto</i>	<i>Indicadores económicos</i>	<i>Valor (pesos)</i>
Juego de sala de cuatro piezas (un sofá de dos plazas, dos butacas y una mesa centro)	Salario base (pesos)	325,00
	Vacaciones acumuladas (9,09 %)	29,54
	Impuesto por utilización de la fuerza de trabajo (12,5 %)	40,62
	Impuesto sobre la seguridad social (12,0 %)	39,00
	Gastos indirectos (10,0 %)	53,50
	Costo de la materia prima (pesos)	210,00 (30 pesos por cada 100 kg)
Costo total (pesos)		697,66
Precio unitario (pesos)		1130,00
Ganancia neta (pesos)		432,34

Como se observa en la tabla, la ganancia neta de la entidad se estima en 432,34 pesos por cada juego de sala producido y vendido, valor que representa el 38,2 % del precio unitario y el 62,0 % aproximadamente del costo total del producto. Estos valores resultan positivos en sí mismos, pero no reflejan otros aspectos relacionados con la materia prima, como por ejemplo el elevado consumo de 700 kg de bejuco por cada juego de sala elaborado.

Especificaciones para implementar por la empresa forestal

1. Implementar las regulaciones para el corte del guaniquiqui del otrora Centro para la Inves-

tigación, *Diseño y Desarrollo de las Industrias Locales Varias* (CIDDILV, 1988) del Ministerio de la Industria Ligera para el corte del guaniquiqui.

Sobre estas regulaciones es válido señalar que, aunque establecen un grosor mínimo aprovechable del bejuco en 1,5 cm, en la práctica, sin embargo, esa dimensión no resulta favorable, pues el corazón del bejuco aún no se ha formado en su extensión y no se pueden obtener cintas, utilizándose como madre luego del descortezamiento, lo que ciertamente no ocasiona un desperdicio de la materia prima, pero sí un aprovechamiento inapropiado por la diferencia de resistencia entre albura y duramen. Además, conscientemente se provoca una frustración

prematura de las dimensiones de grosor que puede alcanzar el bejuco y del rendimiento posterior durante el aprovechamiento. Por tanto, se sugiere cortar guaniquiqui con un diámetro mínimo de 1 pulg y no mayor de 2 pulg, pues entonces el bejuco está demasiado lignificado, se obstaculiza la obtención de las cintas y el desperdicio es inevitable.

2. No cortar plantas con defectos visibles como nudos, codos y horquetas y curvaturas superiores a 45 grados.

Aunque las regulaciones establecen que deben rechazarse los tallos o varas secos, con nudos, codos y horquetas y curvaturas superiores a 45°, o aprovecharse en el porcentaje que lo permita, es necesario evitar el corte de plantas con esas características observables a simple vista, consideradas defectos para la obtención de fibras y el trabajo artesanal. La planta brindaría mejores servicios viva, creciendo en su sitio, produciendo semillas para luego diseminar, o propágulos vegetativos para plantar, que cortada a fin de aprovecharse en el porcentaje que lo permita su grado de afectación.

3. Es necesario plantar por cada individuo cortado, dos o tres estacas con yemas para la continuidad y la perpetuidad de la especie.

La plantación de estacas con yemas es más fácil y efectiva que la siembra de semillas, tienen un rápido crecimiento una vez que han enraizado y se ahorra, además del tiempo, las atenciones de que deben ser prodigadas en vivero. El arbusto crece tan largo como la altura de las colinas o los árboles que utilizan de apoyo.

4. Las empresas forestales deben ordenar sus áreas a fin de conocer y cuantificar las existencias de guaniquiqui; planificar el aprovechamiento del bejuco en base a las potencialidades y proyectar el incremento físico de la especie.

Esto conlleva la realización de inventarios bajo criterios de presencia y ausencia, abundancia y distribución, homogeneidad y disetaneidad, además de los índices medibles de grosor, longitud y número de tallos, lo cual permite determinar los individuos aptos para cosechar.

5. Implementar cursos de capacitación a los obreros recolectores sobre la biología de la especie y las particularidades del aprovechamiento, así como campañas de educación ambiental para

el desarrollo del sentido de responsabilidad individual.

La vinculación del sistema de capacitación con el programa de educación ambiental es un proceso que, según Sancho (2001), incorpora nuevos valores alternativos como la participación, a partir de un conjunto de actividades que promueven una relación equitativa y armónica entre los seres humanos con la naturaleza, diseñada para el desarrollo de actitudes, opiniones y creencias.

Especificaciones para implementar por los talleres de producción artesanal

1. Establecer un sistema de clasificación del bejuco para cintas de acuerdo al grosor del bejuco y de la cinta que se debe obtener.

Actualmente se clasifican las cintas según la longitud y el ancho; sin embargo, no se clasifican los tallos del bejuco recolectado de acuerdo con su grosor, aspecto que puede definir previamente el tipo de cinta posible de obtener.

2. Los tallos, una vez cortados para fibras, deben ser almacenados bajo techo, en un lugar limpio, seco, ventilado y fumigado, y ser colocados en estantes o paletas de forma horizontal.

La fibra de guaniquiqui tiene una alta higroscopividad que la vuelve susceptible al ataque de agentes patógenos, sobre todo hongos, que merman su calidad y la destruyen. Aun así, el guaniquiqui debe elaborarse con un contenido alto de humedad a fin de lograr un mayor rendimiento en su uso, en cuanto a flexibilidad y facilidades durante la tejeduría. De ahí que los bejucos deban almacenarse en sitios saneados y de forma completamente horizontal, pues el almacenamiento horizontal demora la desecación del bejuco, favorable para facilitar las diferentes labores de transformación.

3. Para su mejor conservación, las fibras verdes, secas o en fases intermedias durante el proceso de transformación productiva deben ser sometidas a tratamientos químicos de carácter preventivo.

Para los posibles tratamientos químicos a aplicar debe consultarse la metodología para la desinfección y beneficio de los recursos vegetales, contenida en el Instructivo Técnico 1 (Núñez, 1988), de la Empresa Provincial de Industrias Locales de La Habana, vigente aún para este tipo de actividad.

Incremento del rendimiento productivo de la fibra

Las especificaciones definidas permiten desde el punto de vista ambiental o ecológico fortalecer la relación del hombre con la naturaleza a partir de la toma de conciencia con los resultados de la capacitación, la educación ambiental, la participación comunitaria y la gestión integrada del recurso forestal.

Desde el punto de vista productivo, la implementación de las especificaciones, además de conducir el sistema productivo al manejo adecuado de los tallos y de las fibras, permite mejorar el aprovechamiento de la fibra, incrementando en un 20 % el rendimiento del bejuco. Este incremento en el rendimiento se produce no solo por los propios procedimientos incluidos en las especificaciones definidas, sino también, y fundamentalmente, por concepto de disminución de desperdicios y rechazos como consecuencia del aprovechamiento solo de tallos con un diámetro mínimo de 1 pulg y no mayor de 2 pulg, rectos en toda su longitud o con curvaturas inferiores a 45°, clasificados adecuadamente según la longitud y el grosor, e incluso por la previa clasificación, según el ancho, de las cintas obtenidas para tejeduría, todo lo cual favorece la disminución del volumen a consumir y una menor presión sobre el recurso natural.

CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la situación actual de la recolección y transformación productiva de

la fibra de *Trichostigma octandrum* refleja la necesidad de mejorar el rendimiento del aprovechamiento desde el proceso de corte y extracción del bejuco.

- Las especificaciones generales permiten incrementar en un 20 % el rendimiento del bejuco, debiendo ser tenidas en cuenta, por las entidades que manejan productivamente el bejuco, y por los artesanos y creativos independientes, el Fondo de Bienes Culturales y todos aquellos que emplean la fibra en cualquier contexto de utilización.

BIBLIOGRAFÍA

- CIDDILV. 1988. Manual para las producciones de guaniquiqui. Centro para la Investigación, Diseño y Desarrollo de las Industrias Locales Varias. MINIL, 47-48.
- Ferrer Cabezas, M. 2005. Selección de la materia prima para muebles artesanales de guaniquiqui. Instrucción técnica específica IEA 01-01. Empresa Forestal Integral Gran Piedra-Baconao. 2 p.
- MINFP. 1996. Resolución No. 50. Impuesto sobre la utilización o explotación de los recursos naturales. Ministerio de Finanzas y Precios. 5 p.
- MTSS. 2010. Resolución No. 32. Reglamento del ejercicio del trabajo por cuenta propia. Ministerio del Trabajo y la Seguridad Social. 18 p.
- Núñez Barrizonte, A. 1988. Instructivo Técnico No. 1. Desinfección y beneficio de los recursos vegetales. EPILVH. Dpto. Diseño y Desarrollo. 8 p.
- Roig y Mesa, J.T. 1988. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. La Habana, Editorial Científico-Técnica, 1127 p.
- Sancho, Lirae. 2001. La educación ambiental, la extensión y la perspectiva de género: para enriquecer las propuestas metodológicas. Revista Forestal Centroamericana (CR) 33: 38-41. enero-marzo.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adolfo Núñez Barrizonte

Ingeniero Forestal, Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, Doctor en Ciencias Forestales, atiende la temática de los Productos Forestales No Maderables, área en la cual dirige actualmente un proyecto sobre potencialidades de estos productos en el ecosistema de pinares y bosques semidecíduos sobre suelo calizo y mal drenaje. Se desempeña como investigador-jefe del Grupo de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.

RETENCIÓN DE CARBONO POR EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL COSTA SUR, PROVINCIA DE ARTEMISA

CARBON RETENTION FOR THE FOREST PATRIMONY OF THE AGROFORESTRY ENTERPRISE COSTA SUR. PROVINCE ARTEMISA

DRA. C. ALICIA MERCADET-PORTILLO¹, DR. C. ARNALDO ALVAREZ-BRITO¹, M.Sc. YOLANIS RODRIGUEZ-GIL¹
E ING. JOSÉ LUIS REYES-PÉREZ²

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

² Empresa Forestal Integral Costa Sur, Artemisa, Cuba

RESUMEN

Los bosques pueden desempeñar una función fundamental en la mitigación del cambio climático. El propósito de esta investigación fue evaluar el potencial de retención de carbono en los bosques del patrimonio de la Empresa Forestal Integral Costa Sur, ubicada en la provincia de Artemisa. Se determinó la cantidad de carbono para cada uno de los componentes del patrimonio forestal de esta entidad, y para el procesamiento de la información se utilizó el sistema automatizado SUMFOR v. 2.16. El patrimonio de la empresa constituye un sumidero importante de carbono al acumular 10 010,2 Mt en 2014, lo que representa 194,3 t/ha, siendo los bosques naturales el mayor reservorio de carbono. La cantidad de carbono retenido en los bosques equivale a la remoción de 40 040,8 Mt de CO₂ de la atmósfera. Se valoraron además alternativas, con lo cual la empresa garantizaría aumentar su contribución a la mitigación del cambio climático.

Palabras claves: Bosques, mitigación, carbono, retención.

ABSTRACT

Forests can play a fundamental role in mitigating climate change. The purpose of this research was to evaluate the potential for carbon sequestration in the forests of the patrimony of the Costa Sur Agroforestry Enterprise, located in the Artemisa province. The amount of carbon for each one of the components of the forestry patrimony of this entity was determined and for the processing of the information was used the automated system SUMFOR v. 2.16. The enterprise assets constitute an important carbon sink, accumulating 10 010.2 Mt in 2014, which represents 194.3 t / ha, with natural forests being the largest carbon reservoir. The amount of carbon retained in the forests is equivalent to the removal of 40 040.8 Mt of CO₂ from the atmosphere. Alternatives were also valued, with which the enterprise would guarantee to increase its contribution to the mitigation of climate change.

Key words: Forests, mitigation, carbon, retention.

Introducción

Una buena gestión de los bosques asegura la supervivencia de los ecosistemas forestales y mejora sus funciones medioambientales, so-

cioculturales y económicas. También puede aumentar al máximo la contribución de los bosques a la mitigación del cambio climático, así

Tabla 1. Composición general del patrimonio administrado por la empresa

<i>Tipo de área</i>	<i>Área (ha)</i>
Empresa	51 480,1
a) Área forestal	40 503,6
• Área cubierta	38 323,1
• Bosques naturales	30 516,2
• Plantaciones establecidas	5936,9
• Plantaciones en desarrollo	1870,0
• Área por (re)forestar	2180,5
b) Área inforestal	10 976,50
• Ciénagas	3770,80
• Pastizales	12,00
• Tierras agrícolas	40,50
• Otras áreas	7153,20

Fuente: Subdirección Técnica, EFI Costa Sur.

Para el estudio de caso realizado en 2015 fue utilizada la última versión de la metodología del carbono retenido en el año base (Mercadet y Álvarez, 2009) y del sistema automatizado (SUMFOR v-2.16) para las estimaciones del carbono retenido en el año base (Álvarez y Mercadet, 2012), a partir del cual se puede estimar además la línea base de retención de carbono para un período de 10 años, considerando que el patrimonio y la gestión técnica de la empresa, que incluye los datos presentados en la *Tabla 2*, se mantengan constantes a lo largo del tiempo con respecto al año base.

Tabla 2. Caracterización de la gestión técnica de la EFI Costa Sur en 2014

<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>
Infestación de la superficie por reforestar	2180,48
Sin marabú (< 50 %) (%)	98
Con marabú (≥ 50 %) (%)	2
Superficie promedio anual de plantación (ha)	750,0
Logro promedio de las plantaciones (%)	87
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha)	307,9
Aéreas quemadas en zonas inforestales (%)	0
Áreas quemadas en zonas por reforestar (%)	0
Áreas quemadas en plantaciones en desarrollo (%)	100
Áreas quemadas en plantaciones establecidas (%)	0
Áreas quemadas en bosques naturales (%)	0
Volumen promedio anual extraído por tratamientos/raleos (m ³)	12,7
Tratamientos/raleos en plantaciones (%)	100
Tratamientos/raleos en bosques naturales (%)	0
Superficie promedio anual de talas rasas (ha)	35,1
Talas rasas en plantaciones (%)	100
Talas rasas en bosques naturales (%)	0
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m ³)	3777,0
En plantaciones establecidas (%)	0
En bosques naturales (%)	100
Incremento medio anual de los bosques naturales (m ³ /ha/año)	4,1
Incremento medio anual de las plantaciones (m ³ /ha/año)	7,0

Fuente: Subdirección Técnica, EFI Costa Sur.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono retenido por las plantaciones establecidas de la EFI Costa Sur

En la *Tabla 3* se reflejan los valores del potencial de retención de carbono en las plantaciones establecidas de la empresa.

Las plantaciones forestales aportan 1275,0 Mt de carbono al potencial de la empresa para 2014, con un promedio de 214,8 tC/ha.

Tabla 3. Retención de carbono por las plantaciones establecidas

<i>Acumulación de carbono por especie (Mt): Plantaciones establecidas</i>					<i>Promedio (t/ha)</i>
<i>Especie</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	
Acacia	10,5	1,1	15,0	26,6	218,2
Algarrobo del país	7,4	1,7	25,3	34,4	167,4
Algarrobo indio	31,0	3,4	49,3	83,8	208,9
Almendra	4,5	0,6	9,2	14,4	191,6
Baría	0,3	0,0	0,6	0,9	183,6
Bijáguara	0,1	0,0	0,1	0,2	182,1
Caoba africana	0,1	0,0	0,1	0,2	172,0
Caoba de Honduras	2,5	1,0	13,8	17,3	154,0
Casuarina	3,7	0,4	5,8	9,9	210,9
Cedro	2,3	0,6	9,2	12,2	162,9
<i>Eucalyptus</i> sp.	34,3	2,5	36,7	73,6	246,5
Gmelina	7,3	1,5	21,1	29,8	174,1
Ipil-ipil	15,3	1,8	26,1	43,3	203,6
Majagua sp.	23,7	2,5	36,0	62,2	212,5
Mangle prieto	144,6	10,4	149,4	304,4	250,6
Mangle rojo	31,2	2,3	33,8	67,3	245,2
Nim	0,1	0,0	0,2	0,4	184,9
Ocuje	9,2	1,3	18,3	28,9	193,8
Patabán	72,0	6,5	93,8	172,3	226,0
Pino macho	35,3	4,2	39,1	78,6	160,9
Piñón florido	19,6	1,8	25,4	46,7	226,4
Roble sp.	0,8	0,2	2,7	3,7	169,3
Soplillo	0,9	0,2	3,1	4,2	166,0
Teca	1,2	0,5	7,5	9,3	151,2
Yana	53,0	5,3	76,2	134,4	217,1
Yarúa	5,1	0,8	10,2	16,0	193,7
Total	516,0	50,6	708,0	1275,0	214,8

Carbono retenido por los bosques naturales en la EFI Costa Sur

Por formación natural

El carbono retenido en el año base para cada formación se reporta en la *Tabla 4*.

De las ocho formaciones naturales reportadas por la empresa, los manglares son los

que menores niveles de retención promedio de carbono reportan (143,6 tC/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 semicaducifolios sobre suelo calizo y suelo ácido alcan-

zaron las mayores retenciones promedio de carbono, secundados por los semicaducifolios sobre suelos de mal drenaje y cuabal. No obstante, atendiendo a los totales de carbono retenido, son las formaciones semicaducifolio sobre calizo y manglar las que mayores valores aportan, sustentado este resultado por la superficie que ocupan.

Tabla 4. Retención de carbono por formación

Formación	Superficie (ha)	Acumulación de carbono por formación (Mt)				Promedio (t/ha)
		Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	
Cuabal		22,1	3,2	46,6	71,9	189,8
Manglar		1318,7	83,3	0,0	1402,0	143,6
Pinar		2,0	0,2	2,0	4,2	171,8
Scf. ácido		351,0	36,6	527,8	915,4	213,3
Scf. calizo		1065,3	108,4	1562,9	2736,5	215,4
Scf. mal dren.		179,7	24,2	348,2	552,1	195,0
Uveral		0,5	0,1	1,2	1,8	181,3
Xerófilo mogote		24,1	4,4	62,8	91,3	178,7
Total		2963,4	260,4	2551,5	5775,3	189,3

Por categoría

Estas categorías de manejo retienen en sus bosques un promedio de 189,3 tC/ha, con los

mayores valores de carbono total retenido y promedio en los bosques protectores de agua y suelos (Tabla 5).

Tabla 5. Retención de carbono por categoría

Categoría	Acumulación de carbono por categoría (Mt)				Promedio (t/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	
Productor	118,6	14,1	203,5	336,3	203,2
Prot. agua/suelos	1341,2	138,3	1992,4	3471,9	214,2
Prot. litoral	1503,5	108,0	355,6	1967,1	155,4
Total	2963,3	260,4	2551,5	5775,3	189,3

Carbono retenido por las áreas por (re)forestar

La vegetación y el suelo presentes en las áreas por (re)forestar aportan en las 2180,5 ha un total de 116,3 Mt de carbono.

Carbono retenido por las áreas inforestales

En lo que al área inforestal respecta, la empresa cuenta con un total de 10 976,5 ha

en 2014, considerándose para el cálculo las 3823,3 ha que ocupan las ciénagas, pastizales y tierras agrícolas, reportando un total de 2590,6 Mt de carbono retenido.

Los resultados de la estimación del carbono retenido por los principales componentes del patrimonio forestal de la empresa, para el año base, se muestran en la Tabla 6 y Fig. 2.

Tabla 6. Retención de carbono por componente del patrimonio forestal en la EFI Costa Sur

Tipo de bosque	Acumulación de carbono (Mt)			
	Biomasa	Necromasa	Suelo	Empresa
Plantaciones establecidas	516,6	50,8	709,2	1276,7
Plantaciones en desarrollo	21,8		229,5	251,3
Bosques naturales	2963,3	260,4	2551,6	5775,3
Área por (re)forestar	33,4		82,9	116,3
Área inforestal	162,3		2428,3	2590,6
Empresa	3697,4	311,2	6001,5	10 010,2

Como promedio, la empresa retiene en su patrimonio 194,3 tC/ha, en tanto que el total de carbono acumulado equivale a una remoción de 40 040,8 Mt de CO₂ de la atmósfera.

Variación temporal 2014-2024 del carbono retenido (MtC) por cada componente de la línea base en la EFI Costa Sur

Asumiendo que en los próximos 10 años la empresa mantendrá la gestión técnica similar a la presentada en la *Tabla 2*, y considerando el desarrollo futuro de las plantaciones y bosques

naturales existentes en 2014, 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. 2*.

Manteniendo las características actuales de gestión de su patrimonio, en un plazo de 10 años la empresa aumentará su retención total de carbono en algo más de 5898,6 Mt de carbono, en tanto que el componente que mayor aporte reportará a ese aumento serán los bosques naturales, que en 2024 representarían el 57,97 % del carbono total retenido.

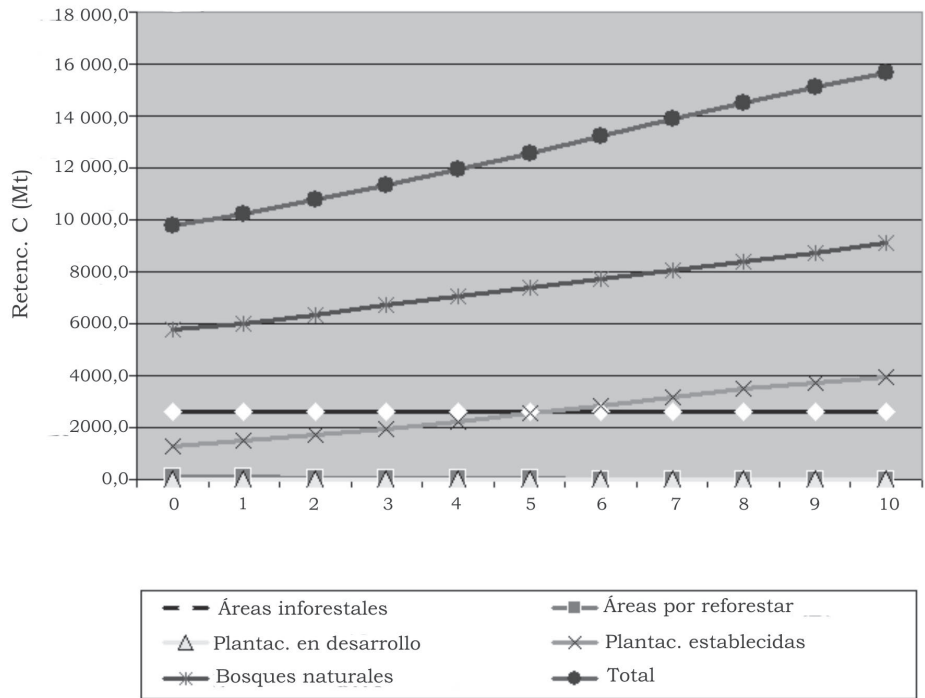


Figura 2. Cantidad de carbono retenido para un periodo de 10 años para la EFI Costa Sur.

Alternativas para aumentar la retención de carbono

Teniendo en cuenta la caracterización de la gestión de la EFI en el año base, se valoran

cuatro alternativas que podrían incrementar el carbono retenido por el patrimonio forestal. Los resultados son los siguientes:

Alternativa 1: Aumentar el logro a 90 %.

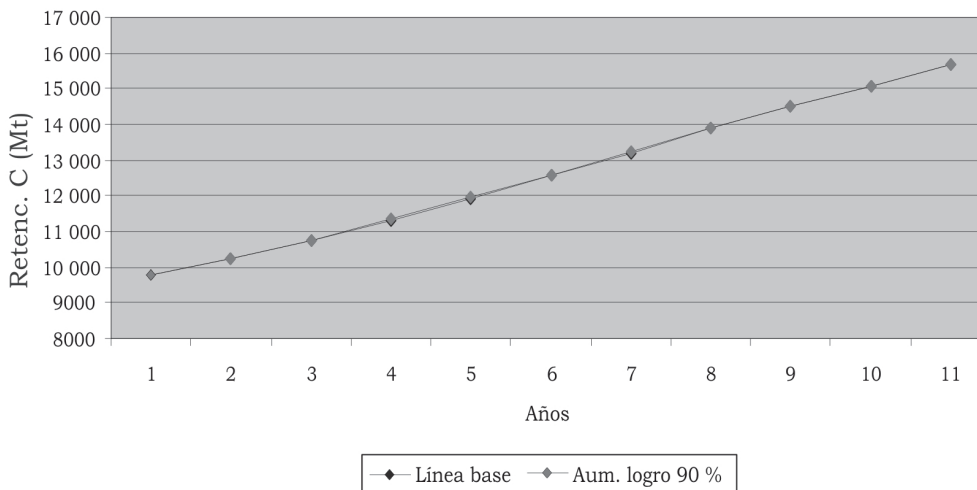


Figura 3. Aumento del logro al 90 %.

Esta alternativa solamente produce un ligero incremento entre 2015 a 2022, ya que actualmente el logro es del 87 %.

Alternativa 2: Aumento del IMA de bosques naturales en 1 m³/ha/año.

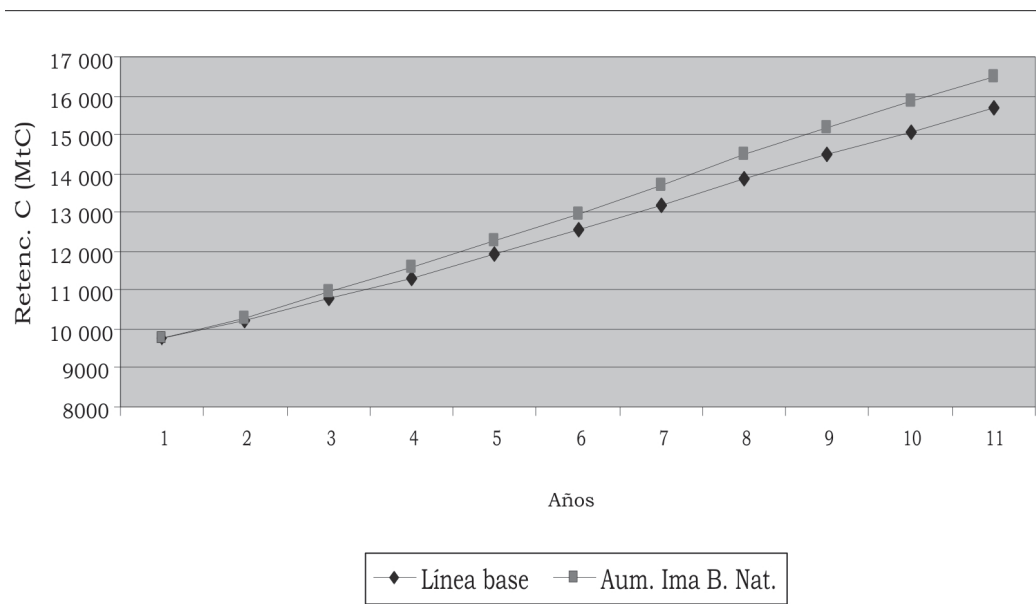


Figura 4. Aumento del IMA de bosques naturales en 1 m³/ha/año.

El aumento del IMA de volumen de los bosques naturales produciría un aumento de 834,8 t en la retención de carbono, lo que equivaldría a un incremento del 5,3 %.

Alternativa 3: Aumento del IMA de las plantaciones en 1 m³/ha/año.

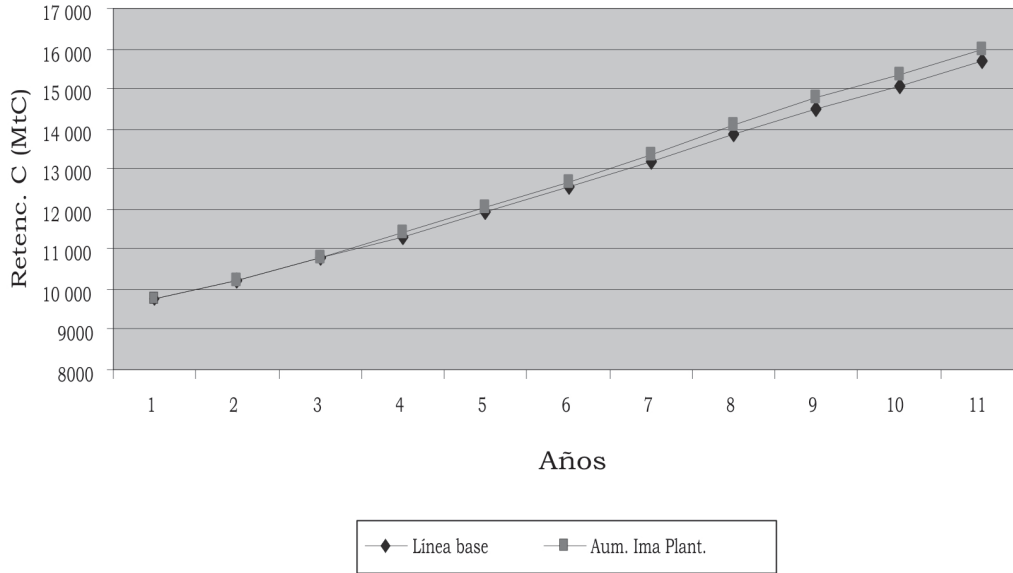


Figura 5. Aumento del IMA de las plantaciones en 1 m³/ha/año.

El aumento del volumen de las plantaciones produciría un aumento de 309,9 t en la retención de carbono, lo que equivaldría a un incremento del 2,0 %.

Alternativa 4: Eliminación de los incendios forestales.

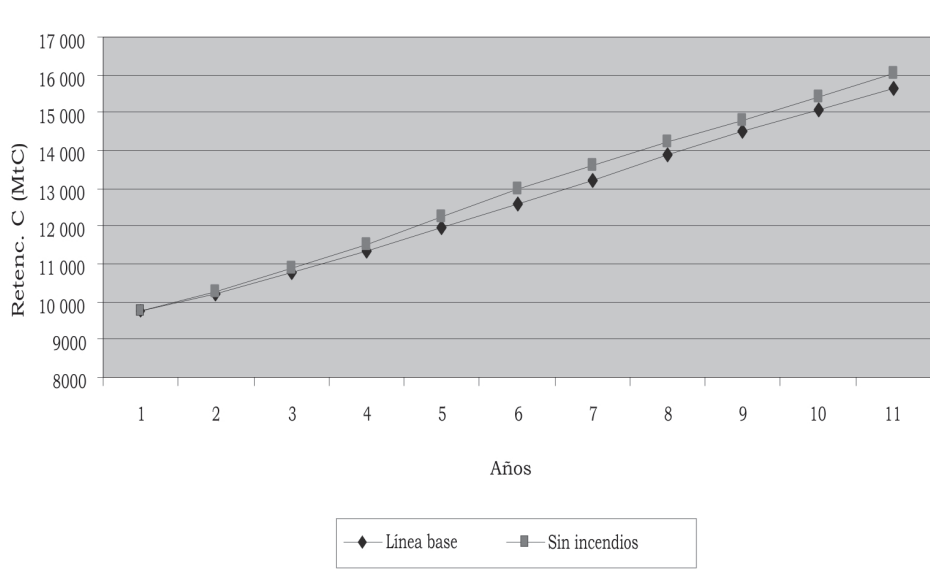


Figura 6. Eliminación de los incendios forestales.

La eliminación de los incendios forestales produciría un aumento de 351,9 t en la retención de carbono, lo que equivaldría a un incremento del 2,2 %.

Alternativa 5: Reducción del volumen de otras talas en 50 %.

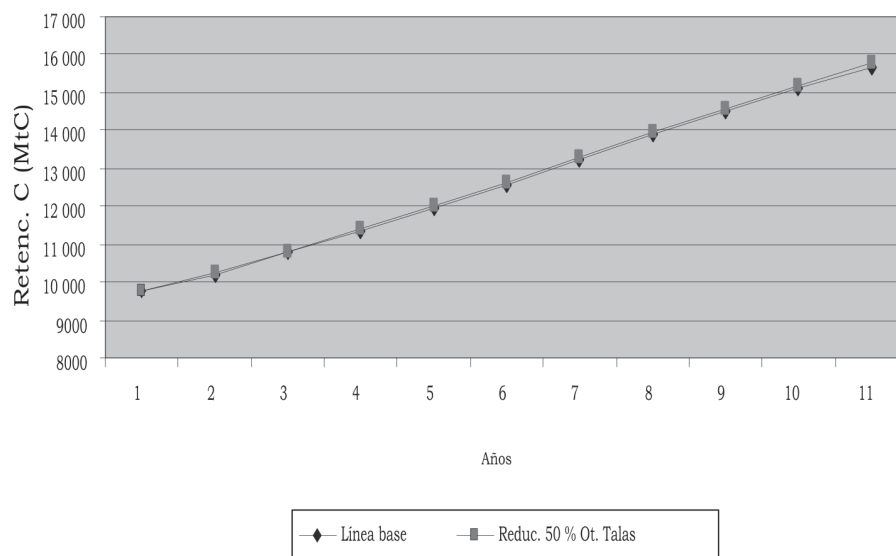


Figura 7. Reducción del volumen de otras talas en 50 %.

La reducción en un 50 % de las talas que no sean rasas produciría un aumento de 79,2 t en la retención de carbono, lo que equivaldría a un incremento del 0,6 %.

CONCLUSIONES

- La cantidad de carbono retenido y la equivalencia en CO₂ removido de la atmósfera constata la contribución a la mitigación del cambio climático por el patrimonio forestal de la EFI.
- Los bosques naturales son los que mayor contribución tienen en el total de carbono retenido.
- La línea base definida para un período de 10 años permitirá evaluar anualmente el comportamiento del carbono retenido por el patrimonio de la entidad y adoptar las medidas para incrementarlo.
- Las alternativas de mitigación más promisorias son las relacionadas con el incremento del IMA de volumen de madera, tanto en bosques naturales como en plantaciones, y la disminución de los incendios forestales.

BIBLIOGRAFÍA

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

Álvarez, A., Mercadet, A. y col. 2011. *El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático*, Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 248 p.

Alvarez, A., Mercadet, A. 2012. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.16. Proyecto: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Subsector Forestal; Programa Nacional: Cambio climático en Cuba: Impactos. Mitigación y Adaptación. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales.

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

FAO. 2010. La gestión de los bosques ante el cambio climático. Disponible en: www.fao.org/docrep/O14/i1960s/i1960sOO.pdf.

Hernández, A., Caballero, L., Álvarez, A., Mercadet, A. 2012. Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Villa Clara. Primera aproximación. Revista Forestal Baracoa (CU) 31(1): 41-50.

Mercadet, A. 2007. Cambio climático: Estudios de impactos y mitigación en el sector forestal cubano. Agricultura Orgánica (CU) 1: 43-53.

Mercadet, A. y Álvarez, A. 2005. Propuesta metodológica para establecer la línea base de retención de carbono en las empresas forestales cubanas. Informe final de Subproyecto 11.25.03. Proyecto: El cambio climático y el sector forestal: Segunda aproximación. Programa Ramal: Preservación de los Recursos Naturales, Minag. 26 pp.

Mercadet, A. y Álvarez, A. 2007. Certificación del carbono retenido por las empresas forestales y bases para su reconocimiento ambiental. Revista Forestal Baracoa (CU) 25(1): 65-70.

Mercadet, A. y Álvarez, A. 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba. En: Efecto de los cambios glo-

bales sobre el ciclo de carbono. Eds. F. Ortega, L. Lucas y A. V. Volpedo, La Habana. Red 406RT0285: Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). 107-118.

Rodríguez, J. L., Álvarez, A., Mercadet, A., Santana, M.F. 2005. La retención de carbono y su impacto en el calentamiento global. Estudio de caso Empresa Forestal Integral La Palma. Revista TATASCAN (HN) 17(1): 1-10.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Alicia Mercadet Portillo

Doctora en Ciencias Forestales, Investigadora Titular del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales trabaja en la temática de Cambio Climático y Bosques. Ha impartido cursos de posgrado, tutoría de Tesis de Maestría y Doctorado. Ha recibido cinco Premios Organismo MINAG, dos Premios Academia de Ciencias y dos Premios Especial de CITMA en Medio Ambiente por los resultados presentados en los libros *El sector forestal cubano y el cambio climático* y *Cambio climático, impactos y medidas de adaptación en Cuba*. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

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

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *MAGNOLIA ORBICULATA* EN LA UNIDAD ZONAL DE CONSERVACIÓN EL COJO, PARQUE NACIONAL TURQUINO

POPULATIONAL STRUCTURES OF *MAGNOLIA ORBICULATA* IN THE ZONAL UNIT OF CONSERVATION THE COJO, TURQUINO NATIONAL PARK

ING. ISNAUDY GARCÍA-RODRÍGUEZ¹, M.SC. YENIA MOLINA-PELEGRÍN¹, M.SC. ALAIN PUIG-PÉREZ¹, ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA¹ E ING. ARIANNIS MARTÍNEZ-MERINO²

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Granma, igarcia@guisa.inaf.co.cu, teléf.: (23) 391387 y (23) 392511

²Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo Km 17½, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba

RESUMEN

Magnolia orbiculata (Britton & p. Wilson) Palmarola es un árbol endémico de Cuba que se encuentra vulnerable de extinción. Con el objetivo de caracterizar su estructura poblacional se marcaron 10 parcelas temporales de 10 m x 10 m, siguiendo un diseño de muestreo no probabilístico. En cada parcela se registró el número de individuos y se agruparon en clases diamétricas y de altura, y se determinaron las fases de desarrollo. También se determinó el patrón de distribución espacial a través de la relación varianza media. Se encontraron 38 individuos, en su mayoría adultos, con una estructura diamétrica en forma de campana, mientras que la estructura de tamaños presentó mayor frecuencia en las clases de altura superiores. El 24 % se encuentra en estadios juveniles, de ellos el 7 % son plántulas, el 7 % juveniles y un 10 % pertenecen a la categoría juvenil adulto, mientras que el 76 % se encuentra en la fase adulta. El patrón de distribución espacial es agregado con un índice igual a 1,2.

Palabras claves: *Magnolia orbiculata*, estructura, campana, no probabilístico, agregado,

INTRODUCCIÓN

Las *Magnolias* son un género perteneciente a la familia botánica Magnoliaceae, de interés creciente tanto por su historia natural como por las amenazas presentes en las poblaciones

ABSTRACT

Magnolia orbiculata (Britton & p. Wilson) Palmarola is an endemic tree of Cuba that is vulnerable of extinction. With the objective of characterizing their population structure, 10 temporary parcels of 10 x 10 m were marked following a non-probabilistic design of sampling. In each parcel was registered the number of individuals and grouped in diametric classes and height classes, the development phases were determined. The pattern of space distribution was also determined through the relationship of average variance. 38 individuals were found, in their majority adults, with a diametric structure in bell form, while the structure of sizes presented higher frequency in the superior classes of height. 24 % is in juvenile stadiums, of them 7 % are seedlings, 7 % juvenils and 10 % belong to the category adult juvenile, while 76 % is in the adult phase. The pattern of space distribution is added with an index of 1,2.

Key words: *Magnolia orbiculata*, structures, bell, non-probabilistic, added.

existentes en el planeta. La importancia de las *Magnolias* radica en su belleza, su posición en la historia evolutiva de las plantas y su uso intensivo con fines madereros, lo que, unido a

bajas poblaciones, las ha llevado a un peligro eminente de extinción (Samper, 2010).

La principal causa de riesgo de las Magnoliáceas es la destrucción de sus hábitats, la tala y el uso insostenible (García, 2007). Es por ello que la Unión Mundial para la Conservación (UICN) y la Comisión para la Supervivencia de las Especies (SSC), a través del Grupo Mundial Especialista en Árboles, reconoció como una prioridad urgente la evaluación del estado de conservación de la familia Magnoliaceae en todo el planeta. El 19 de abril de 2002 los países adoptaron la Estrategia Global para la Conservación de las plantas (Cicuzza *et al.*, 2007).

Según Palmarola *et al.* (2016), en Cuba se han descrito dos géneros de Magnoliaceae: *Magnolia* y *Talauma* con 12 taxones entre especies y subespecies. Este mismo autor refiere que en la actualidad se acepta mundialmente la reducción de todos los géneros de Magnolioideae (*Magnoliaceae*) a un único género: *Magnolia* s.l. Con esta unión las especies cubanas de *Talauma* han permanecido en el anonimato excluidas de los tratamientos mundiales del grupo. Al no tener nombre bajo el género *Magnolia*, estas especies han sido arbitrariamente pasadas a la sinonimia de la única especie de este grupo que tenía un nombre válidamente publicado en la nueva concepción genérica: *Magnolia minor* (Urb.)

Magnolia orbiculata es una especie endémica de la Sierra Maestra, que aparece como especie a proteger por el reglamento de la Ley Forestal en su sección séptima artículo 95, sin embargo no aparece registrada en los apéndices de la Resolución 160/2011 del Citma, un instrumento legal para proteger las especies, que sustituyó lo planteado por el reglamento de la Ley Forestal.

En la Lista Roja de Especies Amenazadas, González *et al.* (2016) exponen el estado de conservación del 66 % de la flora cubana, con la evaluación de 4627 taxones, donde se reporta al menos siete taxones del género *Magnolia*, entre los que se encuentra *Magnolia orbiculata* con la categoría de Vulnerable (VU), con un área de ocupación menor de 2000 km², y se encuentra severamente fragmentada con una disminución continua del área de ocupación y del número de individuos maduros en cada subpoblación.

Teniendo en cuenta la poca información que se tiene sobre las poblaciones existentes de la

especie, y ante las necesidades y prioridades de conservación de las especies de género a nivel mundial, se desarrolló la investigación con el objetivo de caracterizar la estructura poblacional de *Magnolia orbiculata* (Britton & P. Wilson) Palmarola en un segmento de bosque pluvial montano de la Unidad Zonal de Conservación El Cojo, Parque Nacional Turquino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

El estudio se realizó en un segmento de bosque pluvial montano de la Unidad Zonal de Conservación (UZC) El Cojo, perteneciente al Parque Nacional Turquino (*Fig. 1*). El clima es muy variable como respuesta a la variación de la altitud. La temperatura media anual del aire oscila desde 30 °C hasta 16 °C en las partes más altas para el verano. La precipitación media anual varía desde 1500 mm a 2700 mm en el período de abril a octubre, siendo los meses de mayo, septiembre y octubre los más lluviosos, y la humedad relativa también crece de un 70 a un 80 %. A su vez la evaporación media anual es baja. Se presenta un gran dominio de días nublados, frescos, con niebla y nubes bajas (Lastres *et al.*, 2011). El suelo es Ferralítico Rojo Lixiviado (Renda & *al.*, 1981, citado por Reyes, 2012).



Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Método de muestreo

Para evaluar la estructura de la especie se marcaron 10 parcelas temporales de 10 m x 10 m, siguiendo un diseño de muestreo no probabilístico (Bonilla, 1993; Rodríguez, 2001; Robledo, 2005). En cada parcela se registró el número de individuos encontrados, se georreferenciaron con un GPS Garmin y se midió el diámetro a 1,30 m con una cinta métrica y la altura. Los datos de las coordenadas de la ubicación de los mismos pueden verse en el *Anexo 1*.

Estructura poblacional

Para definir la estructura de la especie se construyeron escalas de altura y diámetro, donde se agruparon en cinco clases de altura con 4 m de amplitud (*Tabla 1*) y siete clases diamétricas con 10 cm de amplitud. Los intervalos de clase fueron definidos arbitrariamente a partir de los datos obtenidos en el campo.

Tabla 1. Escala de estructura de tamaños según las clases de altura

Clases de altura	Altura (m)
1	≤ 1,0
2	1,1-5,0
3	5,1-9,0
4	9,1-13,0
5	13,1-17,0

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

Clases diamétricas	Diámetro
1	≤ 1,0
2	1,1-10,9
3	11,0-21,9
4	22,0-32,9
5	33,0-43,9
6	44,0-54,9
7	55,0-65,9

Dada la imposibilidad de establecer una aproximación de la estructura poblacional de *Magnolia orbiculata* basada en una distribución de edades, se estableció un criterio de estructura según clases de altura y diámetro, siguiendo la metodología desarrollada por Sáenz y Finegan (2000).

Tabla 3. Escala de la estructura de tamaños según los estadios de desarrollo

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

Patrón de distribución

Se determinó el patrón de distribución espacial de la especie, teniendo en cuenta los valores estimados de medias y varianzas de la frecuencia de individuos por unidad muestral, calculándose el índice de razón variancia/media (Nascimento *et al.*, 2001). Se expresa a través de la siguiente fórmula:

$$P = V/M$$

donde:

P: Índice de agregación

V: Varianza del número de plantas por parcela

M: Media del número de plantas por cuadrado

Los valores de *P* menores que 1,0 indican la inexistencia de agrupamiento, mientras que los valores entre 1,0 y 1,5 indican tendencia al agrupamiento, y los valores mayores a 1,5 indican agrupamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Localización

Se localizaron 38 individuos de *Magnolia orbiculata* en un rango altitudinal comprendido entre los 1153 y 1441 msnm, formando parte principalmente del estrato arbóreo del bosque. Esta información confirma la presencia de la especie en este tipo de formación y contribuye al aumento del areal de distribución, ya que los reportes sobre la distribución altitudinal de la especie en Cuba están comprendidos entre los 800 y 1100 msnm en bosque pluvial montano (Palmarola *et al.*, 2016), aunque muchas especies de esta familia se han encontrado en bosques húmedos y muy húmedos, hasta los 2800 msnm aproximadamente (García, 2007).

Estructura poblacional de la especie

La estructura poblacional de la especie presentó una distribución de tamaño irregular con ma-

yor número de individuos en clases de altura superiores, y mayor frecuencia en la clase de altura de 9,1 a 13 m. Estos resultados pueden sugerir que la población tiene un crecimiento lento, ya que la distribución no favorece a las

primeras clases de tamaño, mientras que los individuos de mayor tamaño son reproductivamente maduros y son los que garantizan las producciones de semillas.

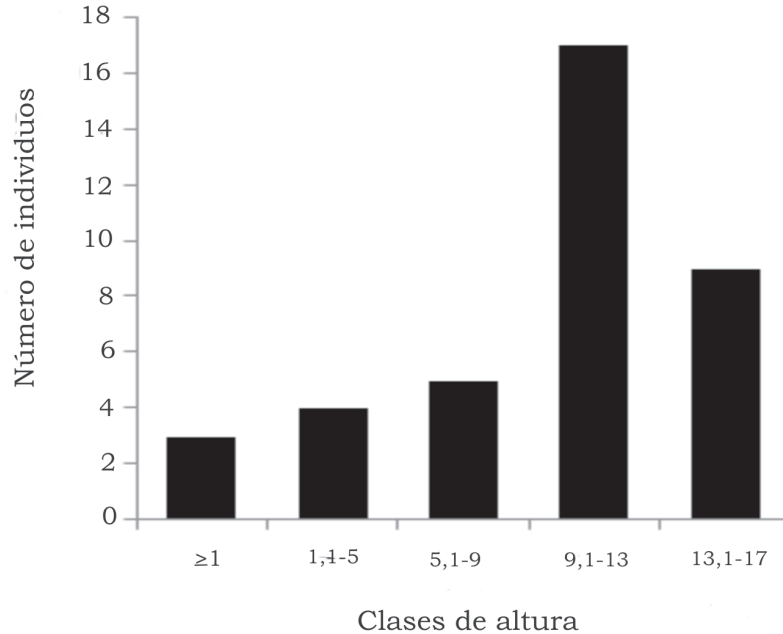


Figura 2. Estructura vertical de los individuos según las clases de altura.

La estructura diamétrica se distribuyó en seis clases de diámetro de las siete evaluadas (Fig. 3), con mayor frecuencia de individuos en las jerarquías diamétricas intermedias, generando una gráfica con distribución en “forma de campana”, característica de varias especies con problemas de

regeneración y de alto valor comercial (Lamprecht, 1990), por lo que se infiere que la estructura poblacional de la especie en el segmento de estudio se caracteriza por una reproducción mala y un reclutamiento discontinuo, aunque la frecuencia de clases intermedias es regular.

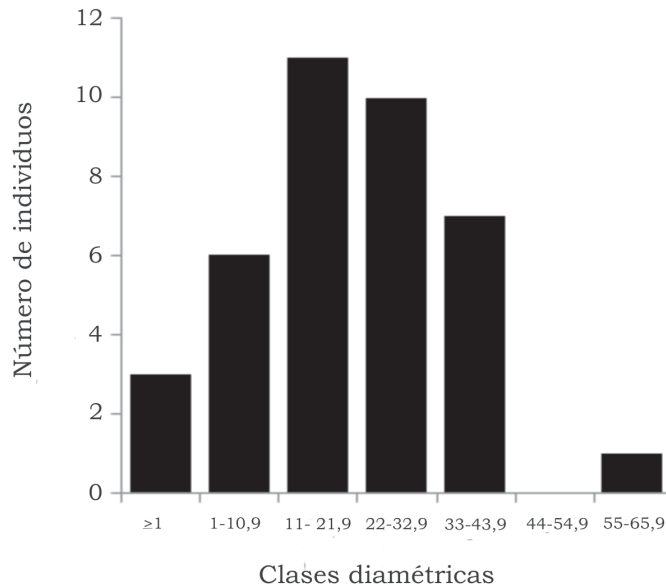


Figura 3. Estructura diamétrica de los individuos según las clases de diámetro.

Cabe destacar la presencia de un individuo con la mayor resolución diámetral (62,42 cm de diámetro), indicando el nivel de perturbaciones a los que ha sido sometida la especie en el área, preferentemente de origen natural, como es el caso de eventos meteorológicos.

Fases de desarrollo

La especie presentó individuos en los diferentes estadios de desarrollo (Fig. 4), donde se obtuvo que un 7 % de los individuos encontrados son plántulas, 7 % son juveniles y 10 % pertenecen a la categoría juvenil adulto, mientras que un 76 % se desarrolla en la fase adulta. También se observó la presencia de vestigios de frutos en

individuos a partir de los 10,83 cm de diámetro a 1,30 sobre el nivel del suelo (34 cm circunferencia) aproximadamente, valor que representa la talla mínima reproductiva de la especie en el área de estudio, donde se infiere que el tamaño de la población reproductiva (o población efectiva) es de 27 individuos. El estado de desarrollo de la especie coincide con el reportado por Fonseca (2011) en el estudio de la estructura poblacional y distribución espacial de *Magnolia colombiana*, donde reportó que individuos encontrados en bosques primarios son adultos o juveniles, y en ninguno de los casos se encuentran plántulas. Para el caso de *Magnolia orbiculata* la regeneración natural es escasa y dispersa.

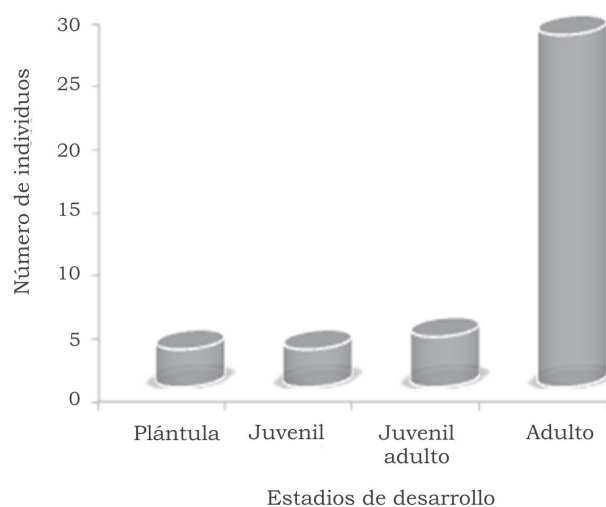


Figura 4. Estadios de desarrollo de *Magnolia orbiculata* en la Unidad Zonal de Conservación El Cojo, Parque Nacional Turquino.

El patrón de distribución espacial fue agregado con un valor de 1,2, que según Márquez (2000) las distribuciones agrupadas indican la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio. Martínez & Álvarez (1995) también sugieren algunos de los factores que pueden influenciar un patrón de distribución agregado; ciertas poblaciones se encuentran agregadas en los sitios donde han ocurrido claros producidos por la caída de árboles, otras se agregan debido a bajos niveles de dispersión de semillas y la insuficiente predación de las mismas, y otras muestran agregación en relación con hábitats topográficos y edáficos específicos.

La tendencia de *Magnolia orbiculata* al agrupamiento también coincide con estudios realizados

por Fonseca (2011) en el estudio de *Magnolia colombiana*, el cual obtuvo un patrón de distribución similar. El índice de agregación obtenido pudo haber estado influenciado por sus propios mecanismos de dispersión, ya que según Palmarola *et al.* (2016) es común en Cuba encontrar plántulas en la base de ejemplares adultos de las especies de esta sección, apuntando a una dispersión barócora o, lo que es más probable, la ausencia de los animales diseminadores (probablemente aves de gran porte). El color rojo de su arilo puede atraer a las aves para su diseminación. Teniendo en cuenta que se encuentran cerca de cañadas, si la lluvia de semillas coincide con los meses de precipitación, se pudiera pensar en que la especie también puede tener una dispersión hidrocoria.

CONCLUSIONES

- La especie *Magnolia orbiculata* presentó una estructura de estado irregular con predominio de individuos adultos y escasa regeneración natural, indicando problemas con la reproducción y el reclutamiento de los individuos en el segmento de estudio.
- El patrón de distribución espacial es agregado, evidenciando preferencias en cuanto a las condiciones del medio.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, G. 1993. Como hacer una tesis de graduación con técnicas estadísticas. San Salvador. Editorial UCA. 342 p.
- Cicuzza, D., Newton, A., Oldfield, S. 2007. The Red List of Magnoliaceae. Fauna & Flora Internacional. Cambridge, UK.
- Fonseca Cortés, A. 2011. Estructura poblacional y distribución espacial de *Magnolia colombiana* (Lozano) Govaerts en el parque nacional natural cueva de los guacharos y su zona de influencia, Huila – Colombia. Universidad de la amazonia, Facultad de Ciencias Básicas Programa de Biología.
- García, N. (ed.). 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 5: las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpaceas. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt-Corantioquia-Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín. Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 236 p.
- González Torres, L.R. et al. 2016. Estado de conservación de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1): 1-23.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. República Federal de Alemania. Ed. Cooperación Técnica. 335 p.
- Lastres, A.I., Hernández, R.P., Gómez, T.J.M. 2011. Área Protegida Parque Nacional Turquino. Plan de Manejo 2011-2015. 45 p.
- Márquez, E. Curso de Biología de Poblaciones y Evolución. Tema 2: Disposición Espacial. 2000. Disponible en: Web-site: prof.usb.ve/ejmarque/cursos/ea2181/core/desp 01.
- Martínez, R.M., Álvarez, B.E.R. 1995. Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 56: 121-153.
- Nascimento, A.R.T., Longhi, S.J., Brena, D. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. Ciência Florestal (BR) 11(1).
- Palmarola, A. & al. 2016. Las magnolias de Cuba: Talauma – taxonomía y nomenclatura. Revista del Jardín Botánico Nacional (CU) 37: 1-10.
- Renda, A. et al. 1981. Estudio sobre las condiciones edafológicas, fisiográficas y agrisilviculturales de la Sierra Maestra, Provincia Santiago de Cuba. MINAGRI. CIF. 95 p.
- Reyes, O.J. 2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional (CU) 32-33: 59-71.
- Robledo Martín, J. 2005. Diseños de muestreo (II) Nure Investigación, no. 12. 57.
- Rodríguez, J. 2001. Métodos de muestreo. Cuadernos Metodológicos, 1. Siglo XXI de España. Editores S.A. 114 p.
- Sáenz, G., Finegan, B. 2000. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Manejo Forestal Tropical (CR) No. 15. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 8 p.
- Samper, A.J.M. 2010. Estado de conservación de la especie *Magnolia caricifragans* (lozano) Govaerts en el Departamento de Cundinamarca. 45 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Licenciado en Biología). Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera de biología. Bogotá. Colombia.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Isnaudy García Rodríguez

Ingeniero Forestal, se ha vinculado a proyectos de investigación-desarrollo relacionados con la temática de silvicultura, aplicando modelos matemáticos para predecir crecimiento y rendimiento de variables dasométricas, a más de realizar estudios sobre secuestro de carbono. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes tales como el 6to. Encuentro de Jóvenes Investigadores, alcanzando el premio al mayor impacto ambiental.

Anexo1. Ubicación geográfica de los árboles encontrados de *Magnolia orbiculata* Britton & P. Wilson) Palmarola

Nº	Unidad Zonal	Coordenadas		Altitud (m)	Exposición
		N	W		
1	El Cojo	20° 01' 25.2"	76° 49' 58.3"	1287	NE
2	El Cojo	20° 01' 24.2"	76° 49' 59.1"	1441	NE
3	El Cojo	20° 01' 32,7"	76° 49' 58,3"	1153	E
4	El Cojo	20° 01' 32.4"	76° 49' 58.5"	1156	E
5	El Cojo	20° 01' 32.9"	76° 49' 58.0"	1154	E
6	El Cojo	20° 01' 32.7"	76° 49' 58.8"	1180	E
7	El Cojo	20° 01' 33.9"	76° 50' 00.4"	1202	E
8	El Cojo	20° 01' 34.3"	76° 50' 00.1"	1200	E
9	El Cojo	20° 01' 34.2"	76° 49' 59.7"	1193	E
10	El Cojo	20° 01' 33.9"	76° 49' 59.5"	1191	E
11	El Cojo	20° 01' 33.8"	76° 49' 59.6"	1190	E
12	El Cojo	20° 01' 33.5"	76° 50' 00.1"	1188	E
13	El Cojo	20° 01' 03.7"	76° 50' 01.0"	1217	E
14	El Cojo	20° 01' 34.0"	76° 50' 02.0"	1212	E
15	El Cojo	20° 01' 34.3"	76° 50' 02.0"	1210	E
16	El Cojo	20° 01' 34.9"	76° 50' 01.7"	1221	E
17	El Cojo	20° 01' 34.8"	76° 50' 01.6"	1220	E
18	El Cojo	20° 01' 34.9"	76° 50' 01.4"	1218	E
19	El Cojo	20° 01' 34.9"	76° 50' 01.1"	1222	E
20	El Cojo	20° 01' 34.6"	76° 50' 00.9"	1215	E
21	El Cojo	20° 01' 34.6"	76° 50' 00.7"	1214	E
22	El Cojo	20° 01' 34.4"	76° 50' 01.4"	1213	E
23	El Cojo	20° 01' 34.3"	76° 50' 00.9"	1218	E

Nombre científico:

***Bucida buceras* L.**



Familia: Combretacea

Nombre vulgar: júcaro negro

No: 93A.

Distribución geográfica: en las costas del mar Caribe, Ciénaga de Zapata, Oriente, Florida, Antillas y Panamá. En orillas de los ríos.

Caracteres macroscópicos: corazón pardo amarillento verdoso muy durable y albura parda clara a amarilla parduzca no durable. Textura media, grano recto a ondulado, dura, pesada y resistente.

Densidad: 1000 - 1100 g/cm³.

Principales usos: Pilotes, postes y construcciones donde se necesite madera altamente durable.

Caracteres microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa. Poros solitarios más bien de forma oval; grupos radiales de dos a tres células.

ϕ (μm): 95 - 115 - 200.

No./mm²: 8.

Pared (μm): 5.

Placa perforada: simple.

Punteaduras: alternas, circulares.

Contenidos: no se observan.

Longitud (ϕm): 95 - 115 - 200.

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal confluyente.

ϕ (μm): 20.

No. células la serie: 2 - 4 - 6.

Contenidos: no se observan.

Long. serie (μm): 392 - 470 - 510.

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados.

Composición: homogéneos.

No./mm: 10.

Contenidos: no se observan.

Ancho (μm): 39 - 50 - 54.

No. células: 2 a 3.

Alto (μm): 52-317-621.

No. células: 8 - 20 - 25.

D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales.

Distribución: irregular.

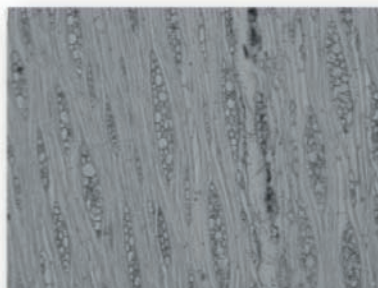
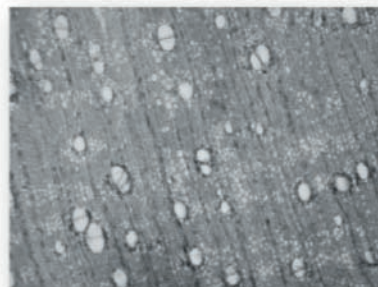
ϕ (mm): 14.

Grosor de pared (μm): 4.

Longitud (μm): 1350 - 1420 - 1500.

E. Caracteres especiales: no.

Secciones microscópicas transversales, tangenciales y radiales



DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES DE ORIGEN VEGETAL EN BOSQUES SEMIDECIDUOS DE LA CIÉNAGA DE ZAPATA

DIAGNOSTIC OF THE PRESENT SITUATION OF THE NON WOOD FOREST PRODUCTS OF VEGETABLE ORIGIN IN SEMI-DECIDUOUS FORESTS OF CIÉNAGA DE ZAPATA

LIC. MARÍA TERESA VERDURA-ALMENDARIZ¹; DR. C. ADOLFO NÚÑEZ-BARRIZONTE²; DRA. C. KATIA MANZANARES-AYALA² Y M.Sc. GIRALDO FAGUNDO-ABREU³

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

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

³ Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna Ciénaga de Zapata, Playa Larga, Matanzas, Cuba

RESUMEN

Se realizó un inventario de especies en bosques semidecíduos del patrimonio forestal de la Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna Ciénaga de Zapata con el objetivo de diagnosticar la situación actual de los Productos Forestales No Maderables de origen vegetal, a fin de establecer consideraciones para la gestión sustentable de los mismos. Se definieron 12 categorías para los PFSNM y seis para los usos antropocéntricos, resultando las hojas, frutos, follaje y cortezas, así como los usos socio-religiosos y medicinal, las categorías más significativas, no solo por la distribución numérica y los porcentajes de especies contentivas de las cuales se obtienen, sino también por ser categorías que implican defoliación y denudación para su obtención, con el riesgo consiguiente de degradación de capacidades productivas, y validación de las propiedades terapéuticas atribuidas por un uso popular no comprobado científicamente. Se demuestra las potencialidades existentes en PFSNM aprovechados de este ecosistema forestal.

Palabras claves: Diagnóstico, Productos Forestales No Maderables, bosques semidecíduos.

ABSTRACT

It was carried out an inventory of species in forests semi-deciduous of the forest patrimony of the Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna Ciénaga de Zapata with the objective of diagnosing the present situation of the Non Wood Forest Products of vegetable origin, in order to establish considerations for the sustainable administration of the same ones. It were defined 12 categories for the NWFPS and 6 for the anthropocentric uses, being the leaves, fruits, foliage and barks, as well as the uses social-religious and medicinal, the most significant categories for the numeric distribution and the percentages of species which are obtained. These categories imply defoliation and denudation in their process of obtaining, with the risk of degradation of the productive capacities of the species, being necessary the validation of the therapeutic properties attributed by the popular use, which are not scientifically substantiated. It is demonstrated the existent potentialities in use of NWFPS of this forest ecosystem.

Key words: Diagnosis, Non-Timber Forest Products, semi-deciduous forests.

INTRODUCCIÓN

Los bosques semidecíduos constituyen una formación forestal de importancia por las especies

que lo conforman y los productos que proveen. En la Ciénaga de Zapata estos bosques son

objeto particular de conservación por constituir tipos de vegetación muy diversos, con especies y subespecies endémicas, raras, amenazadas, en peligro, vulnerables o en disminución (incluyendo algunas especies de valor económico) tanto de Cuba como de la propia Ciénaga de Zapata. De esta formación forestal se distinguen tres tipos fundamentales de acuerdo a su composición florística y las condiciones edáficas en que se establecen: sobre suelo calizo, sobre suelo de mal drenaje y sobre suelo ácido.

En varios lugares del país los bosques semidecíduos son explotados por las Empresas Agro-Forestales de acuerdo al plan de ordenación del territorio, fundamentalmente para la obtención de madera rolliza.

Es objetivo del presente trabajo diagnosticar la situación actual de los PFM de origen vegetal en bosques semidecíduos del patrimonio forestal de la Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna Ciénaga de Zapata, a fin de

establecer consideraciones a tener en cuenta en la gestión de estos productos.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en áreas de bosques semidecíduos sobre suelo calizo y mal drenaje en la Ciénaga de Zapata. Del bosque semidecíduo sobre suelo calizo se inventariaron siete rodales de lotes localizados en áreas de las UBPF San Agustín, Cocodrilo, Sabana Grande y Zapata, con afloramientos visibles de roca caliza. Del bosque semidecíduo sobre suelo de mal drenaje se inventariaron rodales de lotes ubicados en la ciénaga occidental y la ciénaga oriental, en la zona de Cienaguita a Vínculo, incluyendo Santo Tomás, sobre suelo pardo cenagoso anegadizo (Fig. 1). La selección de las áreas tuvo en cuenta la representatividad de la formación boscosa, la alta densidad de especies y las facilidades de acceso a los diferentes sitios.

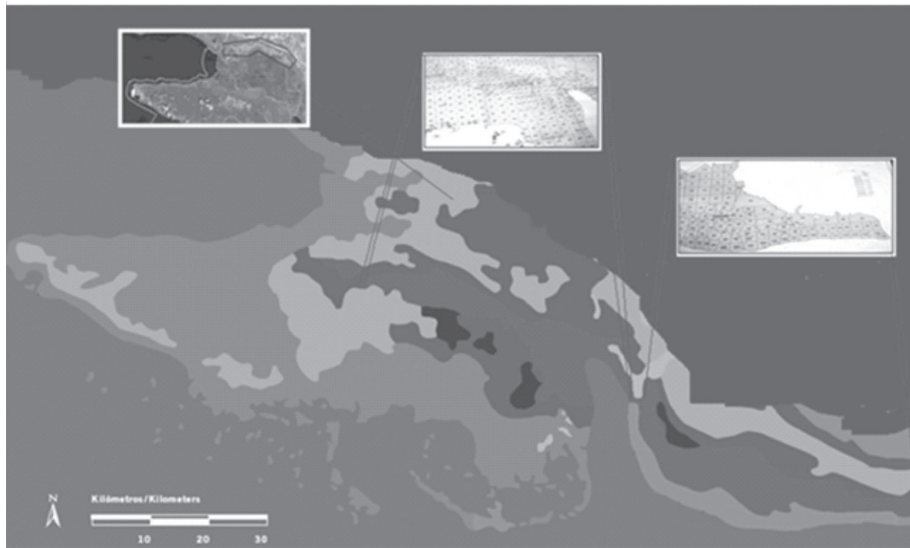


Figura 1. Áreas inventariadas del bosque semidecíduo en la Ciénaga de Zapata.

Metodología de trabajo

Para el diagnóstico de la gestión forestal de los PFM de origen vegetal en el territorio se consultaron documentos de la Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna Ciénaga de Zapata relacionados con el plan de producción de la entidad, el Proyecto de Ordenación del territorio y el Programa de Desarrollo Forestal hasta 2030 de la provincia.

El inventario se realizó según metodología de Kirkconnell, Stotz y Shopland (2005) para inventarios biológicos rápidos, siguiendo una trayectoria trazada *a priori* sobre el terreno de acuerdo a las posibilidades de accesibilidad y transitabilidad.

Mediante las técnicas etnobotánicas de la entrevista abierta o informal y la observación directa participante, además de la revisión de fuentes

documentales sobre fuentes secundarias, se resumió información sobre las partes utilizadas de las especies identificadas y los usos de cada una de esas partes, definiéndose categorías tanto para los Productos Forestales No Maderables como para los usos antropocéntricos, a partir de la clasificación establecida por FAO (1995).

En las áreas inventariadas se realizaron entrevistas abiertas a 31 personas, residentes o no de la localidad, para conocer los recursos o partes vegetales utilizadas de las distintas especies y los usos principales para los cuales los emplean. La delimitación cualitativa de los entrevistados solo consideró residentes y trabajadores en el área, no discriminándose sexo, raza, edad o nivel educacional.

De los recursos o partes vegetales recolectados y utilizados por la población se definieron las categorías de PFNM y de usos en los cuales son empleados, y se determinaron las de mayor distribución numérica, a partir del número de especies de las cuales son obtenidas. Por consulta y revisión de fuentes bibliográficas específicas (Berazaín *et al.*, 2005 y MINAG-SEF, 1998) se determinaron las especies endémicas, amenazadas y protegidas presentes entre las especies registradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico sobre la gestión forestal de los PFNM de origen vegetal en el territorio

La Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna Ciénaga de Zapata de manera oficial no cuenta con inventarios de existencia de los PFNM existentes en el Patrimonio Forestal que administra, aunque algunos trabajadores residentes en el área tienen conocimientos de determinadas especies.

El plan de producción de la entidad solo contempla la producción de madera para aserradero y madera rolliza, carbón vegetal, guano forestal y semillas de especies forestales con destino a la reforestación.

El Proyecto de Ordenación del territorio solo refleja en la descripción de tasación los datos fundamentales que sirven de base para la organización y desarrollo de la economía forestal, las especies económicas y sus principales índices dasométricos, relacionadas estas de acuerdo al porcentaje que ocupan en la composición

florística de los rodales, así como el sotobosque dominante, generalmente zarzas y lianas.

El Programa de Desarrollo Forestal hasta 2030 de la provincia (MINAG-SEF, 2006) tiene entre sus objetivos el aprovechamiento de los PFNM dirigido a la satisfacción de las necesidades de la economía, y solo incluye la actividad cinegética y el turismo de naturaleza. Sin embargo, no se refiere al valor cultural y productivo de los bosques en toda la extensión del término, ignorándose el criterio de Ravelo (2009) de que el aprovechamiento integral del bosque no solo se logra en base al conocimiento de las técnicas clásicas de ordenación forestal, sino también de los PFNM que son parte del ecosistema forestal nativo.

La recolección de PFNM es llevada a cabo por recolectores independientes, la mayoría ilegales por ausencia de contratación o licencia estatal. De esta manera son los propios recolectores los que fijan el precio, comercializan y se apropian de los ingresos derivados sin aportar a la seguridad social. Cuando el producto recolectado es trasladado fuera del territorio, el recolector actúa como vendedor primario en transacciones con intermediarios que son quienes surten a los puntos de venta, a artesanos y creativos independientes y a talleres de la industria local. Aunque los precios son más bajos y los ingresos más reducidos –a veces en un 30 o 50 % según información obtenida por conversación personal–, la acción les resulta favorable por los mayores volúmenes vendidos de una vez. En todos los casos se genera mayor presión sobre el recurso forestal.

Esta forma ilegal de recolección por personas hacen de la actividad de recolección de PFNM un medio de vida, incidiendo de manera directa sobre las especies, siendo las perturbaciones antrópicas la expresión inmediata más visible de la degradación forestal que causan sobre los individuos y por extensión sobre el bosque, provocando en la cubierta forestal no la disminución de su superficie, sino posibles efectos asociados que pueden trascender negativamente y que conllevan generalmente sobrexplotación y violación de parámetros establecidos en los documentos técnicos que establecen procedimientos y criterios para el aprovechamiento comercial sostenible de PFNM. Las necesidades humanas y la demanda de PFNM son las causas indirectas que orientan la dirección de los parámetros de decisión en estas personas.

Inventario de especies

En las áreas de estudio se registraron 121 especies forestales, distribuidas en 54 familias botánicas y 107 géneros (*Anexo*). Las formas de vida comprenden 77 árboles, 22 arbustos y 22 hierbas. Los árboles representan la mayor proporción, aproximadamente el 63,6 % del total de las especies registradas. De los géneros, especies y familias botánicas registradas, el 21 % (44 géneros), 17,3 % (46 especies) y 34 % (31 familias botánicas) se encuentran entre las especies de plantas vasculares reportadas por Oviedo y Chateloín (2002) en el inventario biológico rápido de la península de Zapata, lo que permite dar veracidad a la fuente documental existente.

De las 17 especies endémicas registradas, *Copernicia brittonorum*, *Acacia zapatensis* y *Coccothrinax miraguana* subsp. *havanense* se reportan bajo categorías de amenaza en la Lista Roja de la flora vascular cubana; según Berazaín *et al.* (2005), las dos primeras en peligro crítico, y la tercera como vulnerable. Estas especies por su importancia ecológica, y dada la condición que presentan, requieren de mayor observación y protección, al igual que *Roystonea regia*, *Copernicia brittonorum*, *Sabal parviflora*, *Rheedea aristata*, *Hyeronima crassistipula*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Albizzia berteriana* y *Fraxinus cubensis*, también presentes en el área y protegidas en la Ley Forestal del país (MINAG-SEF, 1998).

Entrevistas realizadas

Las entrevistas realizadas permitieron conocer que el 85 % de los entrevistados considera la presencia de personas furtivas, ocasionales o temporales como los que mayor daño ocasionan a la floresta, sobre todo los que recolectan con el afán de vender. El 100 % de los residentes declaró a las hojas y al follaje como los recursos más utilizados desde el punto medicinal. El 57 % declaró utilizar la madera proveniente de los

troncos y ramas de las especies leñosas como combustible, sin importar la especie en sí, pues todas arden como leña. La totalidad desconoce el término de Producto Forestal No Maderable, considerando a estos productos como de libre albedrío, con el consiguiente derecho de recolectarlos. Se manifiesta así una percepción negativa en la relación con el ambiente por ignorancia y desconocimiento, aunque el desconocimiento de la ley no exime las culpas y responsabilidades.

Categorías de PFFNM y de usos de las especies registradas

De acuerdo a los resultados de las entrevistas y la revisión bibliográfica, se definen 12 categorías para los PFFNM y seis para los usos antropocéntricos.

Las categorías de PFFNM son hojas, follaje, flores, frutos, semillas, cortezas, raíces, fibras, exudados/extractivos, cogollos, espinas y planta en pie (viva). Las de usos antropocéntricos son alimento humano, alimento animal, medicinal; artesanal, socio-religioso y ornamental.

Del total de las especies registradas, el 75,2 % aproximadamente (91 especies), provee uno, dos y hasta tres PFFNM que resultan recolectados (*Anexo*).

Por la distribución numérica y porcentajes de especies contentivas, las hojas, frutos, follaje y cortezas, así como los usos socio-religioso y medicinal constituyen las categorías más significativas de los PFFNM y los usos antropocéntricos (*Tabla 4*). Estas categorías son las que requieren mayor atención, pues las hojas y el follaje implican defoliación, y la corteza, denudación, con la consiguiente degradación de capacidades productivas, mientras los usos socio-religiosos y medicinal implican la validación de las propiedades terapéuticas atribuidas por un uso popular no comprobado científicamente.

Tabla 4. Distribución numérica y porcentual de las categorías de Productos Forestales No Maderables y de los usos

Categorías antropocéntricas de recursos de PFFNM de origen vegetal				
No.	Categorías	Distribución numérica	Porcentaje con respecto al total de:	
			Especies registradas (121)	Especies de recursos de PFFNM (91)
1	Hojas	44	36,36	48,35
2	Follaje	23	19,00	25,27

3	Flores	6	4,95	6,59
4	Frutos	24	19,83	26,37
5	Semillas	7	5,78	7,69
6	Cortezas	19	15,70	20,87
7	Raíces	14	11,57	15,38
8	Fibras	10	8,26	10,98
9	Exudados/extractivos	14	11,57	15,38
10	Cogollos	4	3,30	4,39
11	Espinas	1	0,82	1,09
12	Planta en pie (viva)	16	13,22	17,58
<i>Categorías antropocéntricas de usos</i>				
No.	Categoría	Distribución numérica	Porcentaje con respecto al total de:	
			Especies registradas (121)	Especies de recursos de PFSM (91)
1	Alimento humano	12	9,91	13,18
2	Alimento animal	4	3,30	4,39
3	Medicinal	46	38,01	50,54
4	Artesanal	13	10,74	14,28
5	Socio-religioso	78	64,46	85,71
6	Ornamental	7	5,78	7,69

Consideraciones definidas para la gestión adecuada de los PFSM

Los resultados del diagnóstico y de las entrevistas conllevan a la definición de consideraciones necesarias de implementar para la gestión adecuada de los PFSM:

Primero: Determinar, de acuerdo a la demanda y la importancia del uso antrópico, los PFSM promisorios, según concepción de Boucher (1999), siendo necesario identificar las áreas donde se distribuyen naturalmente las especies que proveen estos PFSM promisorios y realizar un estudio de poblaciones, cuantificando el número de individuos, su estadio de desarrollo y estimar el potencial a explotar.

Segundo: Segmentar el mercado por grupos particulares de consumidores a fin de establecer estrategias diferenciadas en la comercialización, incluyendo precios, trámites normativos y otros aspectos de importancia como las formas de presentación, expedición, acopio y distribución del producto.

Tercero: Elaborar fichas de costo para todos los PFSM incluidos en la comercialización, a fin de valorar aspectos económicos relacionados con la eficiencia económica.

Cuarto: Definir medidas de protección para las especies endémicas, amenazadas y protegidas por la Ley Forestal, pues resultan vulnerables al aprovechamiento ilegal no solo por los productos forestales que son posibles obtener de las mismas, sino también por el hecho de estar localizadas en el área, lo que las expone a la acción antrópica irresponsable, a veces sin intención inicial, pero sujetas a las fatales consecuencias de degradación o muerte con la consiguiente disminución de sus poblaciones aisladas o individuos aislados.

Quinto: Agrupar las especies de acuerdo a los PFSM que proveen y establecer manejos diferenciados por grupos de especies. Es válido señalar que de las especies registradas, el 75,2 % aproximadamente (91 especies), provee algún u otro PFSM que resulta recolectado.

CONCLUSIONES

- Se registraron en el área de estudio 121 especies forestales, agrupadas en 54 familias botánicas y 107 géneros, y distribuidas en 77 árboles, 22 arbustos y 22 hierbas.
- Se establecieron 12 categorías antropocéntricas para los PFSM de origen vegetal

que proveen las especies, y seis categorías para los usos. Por la distribución numérica y porcentajes de especies contentivas, las hojas, frutos, follaje y cortezas, así como los usos socio-religioso y medicinal constituyen las categorías antropocéntricas más significativas de los PFSM y los usos.

- Las consideraciones definidas para la gestión adecuada de los PFSM conllevan a la sustentabilidad del recurso natural, y son factibles de aplicar en otros estudios de caso por la similitud de los bosques semidecuidos del país en cuanto a la composición en especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Berazain Iturralde, R., Areces Berazaí, F., Lazcano Lara, J.C., González Torres, L.R. 2005. Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. Jardín Botánico Nacional. Documentos 4. Gijón. 86 p.
- Boucher, F. 1999. Los productos nutraceuticos: oportunidad para los recursos naturales autóctonos. El papel de los investigadores. En: Acta V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Santafé de Bogotá, Colombia. 8-11.
- FAO. 1995. Consulta de Expertos sobre Productos Forestales No Madereros para América Latina y El Caribe. Memoria. Serie Forestal No. 1. Dirección de Productos Forestales, Roma, 10.
- Kirkconnell Páez, A., Stotz, D., Shopland, J.M. (Ed.). 2005. Rapid Biological Inventories: 07. Cuba: Península de Zapata. Field Museum. 100 p.
- MINAG-SEF. 1998. Ley Forestal, su reglamento y contravenciones. 93 p.
- MINAG-SEF. 2006. Programa de Desarrollo Forestal hasta 2015. Provincia de Matanzas. 26 p.
- Oviedo, R., Chateloín, T. 2002. Apéndice 1- Plantas vasculares. En: Rapid Biological Inventories: 07. Cuba: Península de Zapata. Field Museum. 100 p.
- Ravelo, K. 2009. Aprovechamiento sostenible de los PFSM desde un enfoque CTS. Disponible en: http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Desarrollo-Sustentable/aprovechamiento_sostenible_de_los_productos_forestales_no_maderables_desde_un_enfoque_cts (Consulta: 19 de agosto de 2015)

Anexo. Nombre común, nombre científico, familia botánica y categorías de PFSM y de usos de las especies presentes en las áreas muestreadas del bosque semidecuido de la Ciénaga de Zapata, Matanzas

Especies			Familia botánica	Categorías	
No.	Nombre común	Nombre científico		PFSM	Usos
	Guao; guao prieto	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Anacardiaceae	1	2
	Guao de costa	<i>Metopium toxiferum</i> (L.) Krug.		-	-
	Falso copal	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi		4	2
	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.		3	3
	Yaya	<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill.	Anonaceae	1	2
	Bagá	<i>Annona glabra</i> L.		2	3
	Huevo de gallo	<i>Tabernaemontana citrifolia</i> L.	Apocynaceae	3	2
	Macusey	<i>Philodendron lacerum</i> (Jacq.) Schott.	Araceae	1	1
	Palma real	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	Arecaceae	6	5
	Yuraguano (miraguano, falsa palma jata)*	<i>Coccothrinax miraguana</i> (Kunth) Becc.*		3	3
	Guano prieto	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> Griseb & Wendl.		3	3
	Yarey de costa*	<i>Copernicia brittonorum</i> León*		1	1
	Palma cana*	<i>Sabal parviflora</i> Becc.*		3	2
	Espárrago	<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth) Jessop	Asparagaceae	2	1
	Rompezaragüey	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. King & H. Robins.	Asteraceae	1	1
	Albahaquilla	<i>Koanophyllon villosum</i> (Sw.) R. King & Robins.		2	1
	Salvia	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don		1	2
	Güira	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	1	3
	Roble blanco	<i>Tabebuia angustata</i> Britt		-	-
	Saúco amarillo	<i>Tecoma stans</i> (L.) A. Juss. ex Kunth		1	1
	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	3	2

Ateje colorado	<i>Cordia collococca</i> L.	Boraginaceae	2	2
Baría	<i>Cordia gerascanthus</i> L.		2	1
Yerba de la sangre	<i>Cordia globosa</i> Kunth		1	2
Rabo de alacrán	<i>Heliotropium indicum</i> L.		–	–
Piña de ratón	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Bromeliaceae	2	2
Guajaca (almohadilla de caballo)	<i>Dendropogon usneoides</i> (L.) Raf.		2	2
Curujey	<i>Tillandsia fasciculata</i> L.		2	3
Almácigo	<i>Bursera simaruba</i> L.	Burseraceae	5	2
Pitahaya; pitaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britt. & Rose	Cactaceae	2	3
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Caesalpiniaceae	4	2
Moruro abey	<i>Peltophorum adnatum</i> Gris.		–	–
Casuarina	<i>Casuarina</i> sp.	Casuarinaceae	–	–
Palo María	<i>Calophyllum calaba</i> L.	Clusiaceae	–	–
Ocuje	<i>Calophyllum antillanum</i> L.		2	1
Manajú	<i>Rheedia aristata</i> Griseb		1	2
Copey	<i>Clusia rosea</i> Jacq.		3	2
Almendra de la India	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	2	4
Júcaro espinoso	<i>Bucida angustifolia</i> (Northr.) Jennings		–	–
Júcaro negro	<i>Bucida buceras</i> L.		1	1
Yana	<i>Conocarpus erecta</i> L.		–	–
Canutillo	<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae	1	2
Aguinaldo blanco	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Convolvulaceae	1	1
Pepino cimarrón	<i>Cucumis dipsaceus</i> Ehrenb.	Cucurbitaceae	–	–
Cebolleta	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	2	2
Cortadera	<i>Mariscus jamaicensis</i> (Crantz.) Britton		–	–
Junco	<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) R. & S.		–	–
Hicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Chrysobalanaceae	4	3
Alambrillo	<i>Rajania</i> spp.	Dioscoraceae	–	–
Arabo prieto*	<i>Erythroxylum alaternifolium</i> A. Rich.*	Erythroxylaceae	–	–
Arabillo	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan		–	–
Jibá	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.		2	2
Manzanillo	<i>Hippomane mancinella</i> L.	Euphorbiaceae	2	1
Sangre de doncella*	<i>Hyeronima crassistipula</i> Urb.*		–	–
Carne de doncella*, cajuela	<i>Hyeronima cubana</i> Muell. Arg.*		1	1
Palo rompehuesos	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae	1	1
Jía brava; jía blanca	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.		1	1
Jía amarilla, raspalenguas	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.		1	1
Guaguasi	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp		3	2
Avispillo, laurel avispillo	<i>Cinnamomum elongatum</i> (Nees) Kosterm.	Lauraceae	–	–
Sigua	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw) Griseb.		–	–
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.		2	2
Majagua	<i>Hibiscus elatus</i>	Malvaceae	1	1

Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	3	2
Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.		1	1
Siguaraya	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.		2	1
Yamao, yamagua	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		2	2
Cabo de hacha	<i>Trichilia hirta</i> L.		3	2
Guayabillo, humo, cenizo	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britt. & Rose var. <i>lentiscifolium</i> (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes	Mimosaceae	1	2
Soplillo	<i>Lysiloma bahamensis</i> (L.) Benth		1	1
Moruro rojo	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britt. & Rose		2	1
Acacia*	<i>Acacia zapatensis</i> Urb. & Ekman*		–	–
Abey blanco*, moruro blanco	<i>Albizzia berteriana</i> (Balbis) Maza*		–	–
Algarrobo del país	<i>Samanea saman</i> Merr.		2	2
Guairaje	<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	1	1
Mije*	<i>Calyptanthes peninsularis</i> Bisse*		1	1
Cayeput	<i>Melaleuca leucadendron</i> L.		1	1
Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston		5	3
Yagruma	<i>Cecropia peltata</i> L.		3	3
Ramón de caballo	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Moraceae	–	–
Jagüey	<i>Ficus trigonata</i> L.		1	2
Zarza	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Nyctaginaceae	1	1
Búfano*	<i>Fraxinus cubensis</i> Griseb.*	Oleaceae	–	–
Clavellina	<i>Jussiaea peruviana</i> L. var. <i>peruviana</i>	Onagraceae	–	–
Vainilla	<i>Vanilla inodora</i> Schiede	Orchidaceae	1	1
Abey*, abey blanco	<i>Abarema obovalis</i> (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes*	Papilionaceae (Fabaceae)	–	–
Guamá	<i>Lonchocarpus dominguensis</i> (Pers.) DC.		–	–
Péndola*	<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Urb.*		–	–
Yaba	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.		2	1
Ojo de buey	<i>Mucuna urens</i> (L.) DC.		1	2
Guayacancillo de costa*	<i>Behaimia roigii</i> Borhidi*		–	–
Piñón de pito*	<i>Erythrina berteriana</i> Urb.*		2	3
Piñón florido	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	1	1	
Hicaquillo	<i>Coccoloba retusa</i> Gris.	Polygonaceae	–	–
Bijáguara; bijagua	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Rhamnaceae	1	1
Café cimarrón	<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich	Rubiaceae	–	–
Guayabillo*	<i>Guettarda calyptata</i> A. Rich*		2	1
Ponasí; palo coral	<i>Hamelia patens</i> Jacq.		1	1
Garañón; bejuco garañón	<i>Morinda royoc</i> L.		1	2
Naranja agria	<i>Citrus x aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	Rutaceae	3	3
Naranja dulce	<i>Citrus x aurantium</i> L.		3	3
Guara hembra	<i>Cupania americana</i> L.	Sapindaceae	2	1
Guara macho	<i>Cupania glabra</i> Sw.		2	1
Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.		1	1
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Sapotaceae	3	2
Caimitillo	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.		3	2
Mamey colorado	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H. E. Moore & Stearn		1	2

Palo blanco	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Simaroubaceae	2	1
Zarzaparrilla	<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Smilacaceae	1	1
Pendejera	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	1	1
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	2	2
Malva	<i>Melochia pyramidata</i> L.		2	1
Anacahüita	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.		3	2
Espuela de caballero*	<i>Jacquinia aculeata</i> (L.) Mez.*	Theophrasta- ceae	1	1
Macío	<i>Typha angustifolia</i> L.	Typhaceae	3	2
Marilope	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Turneraceae	1	1
Jatía blanca*	<i>Ampelocera cubensis</i> Griseb.*	Ulmaceae	–	–
Ortiguilla	<i>Laportea cuneata</i> (A. Rich.) Chew.	Urticaceae	2	1
Chichicate	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaud.		1	2
Guayo prieto	<i>Petitia domingensis</i> Jacq.	Verbenaceae	–	–
Bejuco ubí	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Vitaceae	1	2

*: Especies endémicas.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: María Teresa Verdura Almendariz

Licenciada en Ciencias Biológicas, se desempeña como Especialista en la Estación Experimental Agro-Forestal de Itabo, del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, atendiendo los temas relacionados con la capacitación, extensión del conocimiento y asesoría en cuanto al desarrollo de proyectos forestales incluidos en el sistema de ciencia, tecnología e innovación de las entidades.

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



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

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

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

Densidad: 0,320-0,400 g/cm³

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

Caracteres Microscópicos:

A. Porosidad:

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

Diámetro (µm): 50-72-87

No/mm²: 23

Pared (µm): 3,5

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas

Contenidos: no se observan

Longitud (µm): 460-678-869

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraquel escaso

Diámetro (µm): 12

No. células la serie: 1 a 2

Contenidos: no se observan Long.

Serie (µm): 412-623-832

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogéneos

No/mm: 7

Contenidos: no se observan

Ancho (µm): 17-40-171

No. células: 1-2-4

Alto (µm): 230-450-650

No. células: 7-15-27

D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales

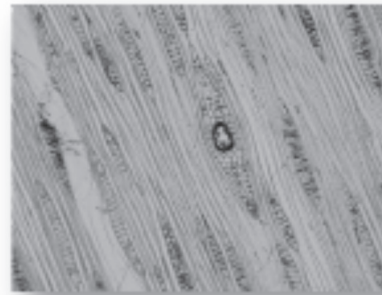
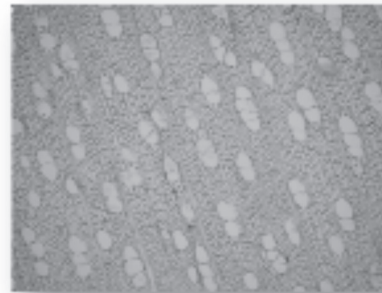
Distribución: cierta orientación radial

Diámetro (µm): 21

Grosor de pared (µm): 2,5

Longitud (µm): 820-905-1100

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



ANÁLISIS DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN EN FRAGMENTO DE BOSQUE MANEJADO CON TÉCNICA DE FORESTERÍA ANÁLOGA EN LA CUENCA DEL RÍO SABANILLA, BARACOA, GUANTÁNAMO

ANALYSIS OF STRUCTURE AND COMPOSITION OF THE VEGETATION IN FOREST FRAGMENT MANAGED WITH ANALOGUE FORESTRY TECHNIQUE IN THE BASIN OF THE RIVER SABANILLA, BARACOA, GUANTÁNAMO

DR. WILMER TOIRAC-ARGUELLE¹, ING. YULIA SAMÓN-ARANDA², DR. YURIS RODRÍGUEZ-MATOS³, DRA. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, M.Sc. ABILIO O'FARRILL-COLLEBROOK¹, TÈC. EIDER SUÁREZ-RAMOS⁴ Y DRA. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELÁN¹

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

² Empresa Agroforestal Baracoa, Guantánamo, Cuba

³ Universidad de Guantánamo, Guantánamo, Cuba

⁴ UCTB Baracoa, Guantánamo, Cuba

RESUMEN

El estudio se desarrolló en un área de 30 ha, manejada con técnica de Forestería Análoga en la cuenca del río Sabanilla en Baracoa, Guantánamo, con el objetivo de analizar la estructura y composición de la vegetación en fragmento de bosque, en la fecha comprendida desde noviembre de 2014 hasta junio de 2015. Se establecieron 16 parcelas temporales de muestreo de 500 m² (20 m x 25 m). Se contabilizaron las especies vegetales presentes en los diferentes estratos. Se realizó un análisis florístico estructural a través del índice de valor de importancia ecológico donde se identificaron un total de 43 familias, 64 especies leñosas y 2513 individuos. Las familias con mayor cantidad de individuos fueron Malvaceae y Fabaceae, y las de mayor cantidad de especies Poaceae, Malvaceae y Rubiaceae. Se destacan con mejor índice de valor de importancia ecológica las especies *Bambusa vulgaris* (97,2 %), *Calophyllum antillanum* (95,2 %), *Samanea saman* (83,6 %), *Terminalia catappa* (80,6 %) y *Guarea guidonea* (79,2 %).

Palabras claves: *Forestería Análoga, vegetación, diversidad, cuenca.*

ABSTRACT

The study was developed in area the 30 has, managed with technique of Analog Forestry in the basin of the river Sabanilla in Baracoa, Guantánamo. With the objective of analyzing the structure and composition of the vegetation in forest fragment in the date understood from November of 2014 until June of 2015. 16 parcels storms of sampling of 500 m² settled down (20 x 25). The species present floristic as were counted in the different strata he/she was carried out an analysis structural floristic through the index of ecological value of importance. A total of 43 families, 2513 individuals and 64 woody species were identified; the families with bigger quantity of individuals were Malvaceae and Fabaceae and those of bigger quantity of species Poaceae, Malvaceae and Rubiaceae. They stand out with better index of value of ecological importance the species *Bambusa vulgaris* (97,2 %), *Calophyllum antillanum* (95,2 %), *Samanea saman* (83,6 %), *Terminalia catappa* (80,6 %) and *Guarea guidonea* (79,2 %).

Key words: *Analog Forestry, vegetation, diversity, basin.*

INTRODUCCIÓN

Los bosques, en particular los tropicales, ocupan un lugar destacado en los esfuerzos

encaminados en la conservación de la diversidad biológica. Los dramáticos cambios

provocados por la conversión de bosques a tierras agrícolas sobre la diversidad biológica en los últimos 50 años podrían colocar a muchas especies en estado de amenaza crítica (Pérez y Laurance, 2006).

La desaparición de bosques, por otra parte, según Álvarez (2002), afecta el ciclo del agua, uno de los factores necesarios para el equilibrio del clima atmosférico, además deja claro que la deforestación modifica los procesos de evaporación y régimen de lluvias, con cambios climáticos inmediatos que repercuten sobre las posibilidades de supervivencia de gran cantidad de especies que constituyen la biodiversidad o riqueza natural del planeta; de igual forma, la no existencia del bosque permite que los suelos entren en un proceso de degradación o desertificación, debido fundamentalmente a la actividad antrópica.

La protección y conservación de recursos naturales como los suelos, las aguas, las zonas costeras, los recursos de la biodiversidad, el equilibrio ecológico y el mejoramiento del medio ambiente en general son funciones insustituibles de los ecosistemas forestales (Herrero, 2003).

Según Renda (2004), la principal causa en el deterioro de los recursos naturales ha sido la deforestación y el uso irracional de los suelos en actividades agrícolas y ganaderas, para satisfacer las necesidades alimentarias de la creciente población y por la falta de conocimiento y formación técnica de los usuarios de la tierra.

El objetivo de este trabajo fue analizar la estructura y composición de la vegetación en fragmento de bosque de la cuenca del río Sabanilla manejado con técnica de Forestería Análoga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en un área de 30 ha, manejada con técnica de Forestería Análoga en la cuenca del río Sabanilla, subcuenca del río Miel, en la fecha comprendida desde noviembre de 2014 hasta junio de 2015.

Ubicada en el Consejo Popular Sabanilla, perteneciente a la Empresa Agro-Forestal Baracoa,

Guantánamo, localizadas entre 50 y 35 msnm, con una temperatura media anual de 25,52 °C y una precipitación total anual de 2103,43 mm (Rodríguez *et al.*, 2009).

Se establecieron 16 parcelas temporales de muestreo de 20 m x 25 m (500 m²), separadas a una distancia de aproximadamente 250 m una de otra según Aguirre y Yaguana (2012), contabilizando las especies florísticas presentes en los diferentes estratos definidos por Álvarez y Varona (2006): herbáceo (hasta 0,99 m), arbustivo (1 a 5 m) y arbóreo (mayor de 5 m). A las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo se les midió la altura (m) y el diámetro (cm).

Para el estudio de la diversidad beta (β) se aplicó un análisis de conglomerados jerárquicos, mediante la medida de distancia de Sorensen (Bray-Curtis) según Beals (1984), y el método de unión fue el del promedio de vínculo entre grupos (Group Average Link). La diversidad (alfa) se realizó a partir de la metodología de Aguirre y Yaguana (2012), y el índice de valor de importancia ecológica de las especies (IVIE), según Keels *et al.* (1997), conforme con la fórmula:

$$IVIE = AR + DR + FR$$

donde:

AR: Abundancia relativa

DR: Dominancia relativa

FR: Frecuencia relativa

Para determinar la suficiencia del esfuerzo de muestreo se analizó la curva área especie, los índices de biodiversidad (índice de riqueza, abundancia y dominancia de especies) y realizar el análisis de conglomerados (clúster), utilizando el programa estadístico PC-ORD, versión 4.17 (McCune y Mefford, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La curva área-especie (*Fig. 1*) indicó que el muestreo con 16 parcelas distribuidas en el área fue suficiente para representar la composición florística estudiada, donde a partir de la parcela 14 se logra la asíntota, indicando que la mayoría de las especies fueron identificadas en las 13 primeras parcelas.

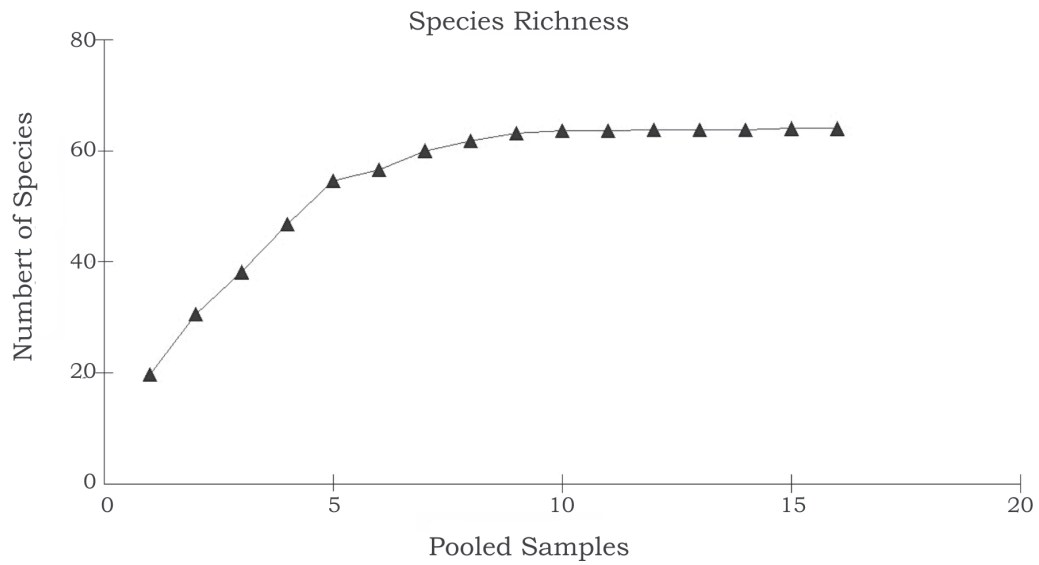


Figura 1. Curva área especie obtenida a partir del muestreo en la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla.

Diversidad beta (β)

En la Fig. 2 se presentan los resultados de la clasificación de las unidades de muestreo de

acuerdo a la composición y abundancia de cada especie.

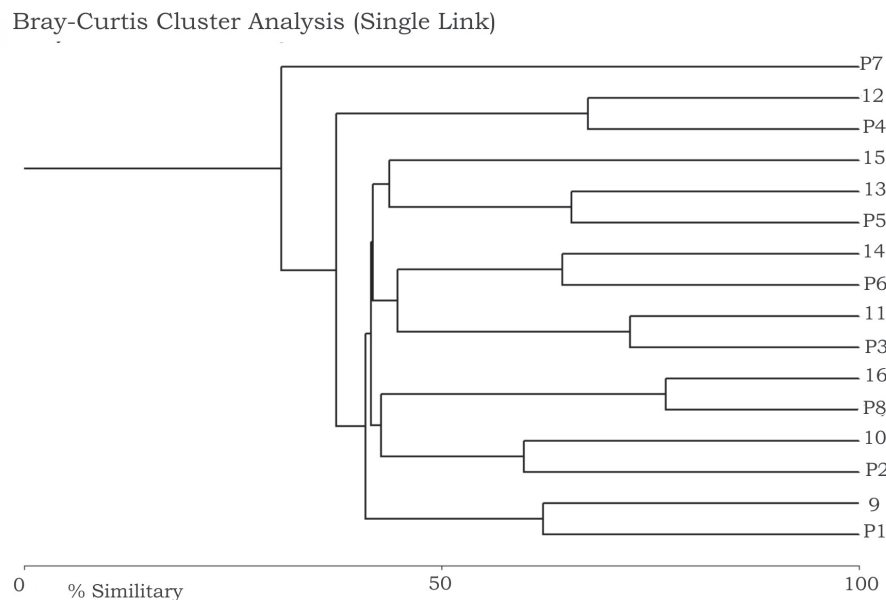


Figura 2. Dendrograma de similitud florística obtenido por el análisis de conglomerados mediante la medida de similitud de Bray Curtis, en la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla.

El análisis permitió distinguir nueve agrupaciones acorde a la composición y abundancia de las

especies de la flora leñosa en cada una de las parcelas, agrupándose de la manera siguiente:

Grupo I (parcelas 1 y 9), Grupo II (parcelas 2 y 10), Grupo III (parcela 8 y 16), Grupo IV (parcela 3 y 11), Grupo V (parcelas 6 y 14), Grupo VI (parcelas 5 y 13), Grupo VII (parcela 15), Grupo VIII (parcelas 4 y 12), Grupo IX (parcela 7).

Las especies más abundantes por Grupo son: Grupo I: *Glycosmis parviflora* (Sims) Little, *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC, *Nephrolepis exaltata* Schott, *Argyrea nervosa* (Burm. f.) Bojer, *Hippocratea volubilis* L., *Hirtella triandra* Sw., *Calyptranthes chytraculia* (L.) Sw. y *Talipariti elatum* Sw.

Grupo II: *Glycosmis parviflora* (Sims) Little, *Petiveria alliacea* L., *Calyptranthes chytraculia* (L.) Sw, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. L. Wend, *Castilla elástica* Cerv. subsp. *Elastica*, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC, *Calophyllum antillanum* Britton, *C. chytraculia*, *Trophis racemosa* (L.) Urb y *Cupania americana* L.

Grupo III: *Glycosmis parviflora* (Sims) Little, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. L. Wend, *Terminalia catappa* Lin., *Talipariti elatum* Sw., *Pharus parvifolius*, Nash. subsp. *parvifolius*, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Limnocharis flava* (L.) Buchenau, *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook.

Grupo IV: *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC, *Terminalia catappa* Lin., *Carapa guianensis* Lin.

Grupo V: *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. L. Wend, *Calophyllum antillanum* Britton, *Terminalia catappa* Lin., *Euphorbia pilulifera*, *Costus spicatus* (Jacq.) Sw., *Piper peltatum* L., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.

Grupo VI: *Achyranthes aspera* L., *Sida rhombifolia* L., *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. L. Wend, *Pharus parvifolius*, Nash. subsp. *parvifolius*, *Terminalia catappa* Lin.

Grupo VII: *Nephrolepis exaltata* Schott, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. L. Wend, *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC, *Castilla elástica* Cerv. subsp. *Elastica*.

Grupo VIII: *N. exaltata*, *G. guidonia*, *L. sericeus*, *Dioscorea* sp., *N. exaltata*, *Piper wrightii* C. DC,

C. elastica, *C. antillanum* y *Annona casacarioides* Griseb.

Grupo IX: *Nephrolepis exaltata* Schott, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. L. Wend, *Gouania polígama* (Jacq.) Urb., *Limnocharis flava* (L.).

Diversidad alfa (α)

Riqueza de especies

En el estudio se identificaron un total de 43 familias, 41 géneros y 64 especies leñosas correspondientes al estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo. En total se registraron 2513 individuos en las 16 parcelas, destacando la presencia de especies de alto valor económico y ecológico.

Estos resultados coincidieron con Hechavarría (2009), que identificó y registró algunos de estos géneros como los más abundantes en los bosques de Topes de Collantes, Villa Clara, Cuba.

Orellana y Navarro (2013), en la zona de un fragmento de la Reserva Biótica en Lancetilla, registraron 59 especies de árboles y arbustos incluidas en 29 familias, siendo las familias más representativas Fabaceae y Areceae.

En la Fig. 3 se observan las familias con mayor cantidad de individuos y especies, donde la Malvaceae y Fabaceae son las de mayor cantidad de individuos, mientras que las de mayor cantidad de especies son Poaceae, Malvaceae y Rubiaceae con un total de 447, 128 y 122, respectivamente. Estos resultados indican que se trata de un bosque mixto y heterogéneo donde es de suponer que el número de familia y especies en los fragmentos estudiados es similar al resto de la vegetación presentes en la cuenca.

Considerando el hábito de crecimiento de las especies (Fig. 4), se aprecia que el 37 % de los individuos se encuentran en el estrato herbáceo, convirtiéndolo en el de mayor riqueza con 935 individuos, el arbóreo con 685 (27 %) y el arbustivo con 893 (36 %). La menor presencia de individuos en el estrato arbóreo en el área de estudio, con respecto a los demás, está dada por la antropización, las talas ilícitas, manejos silvícolas, además de la erosión y degradación de los suelos, impiden que muchas de las especies que se encuentran en el estrato herbáceo se desarrollen correctamente.

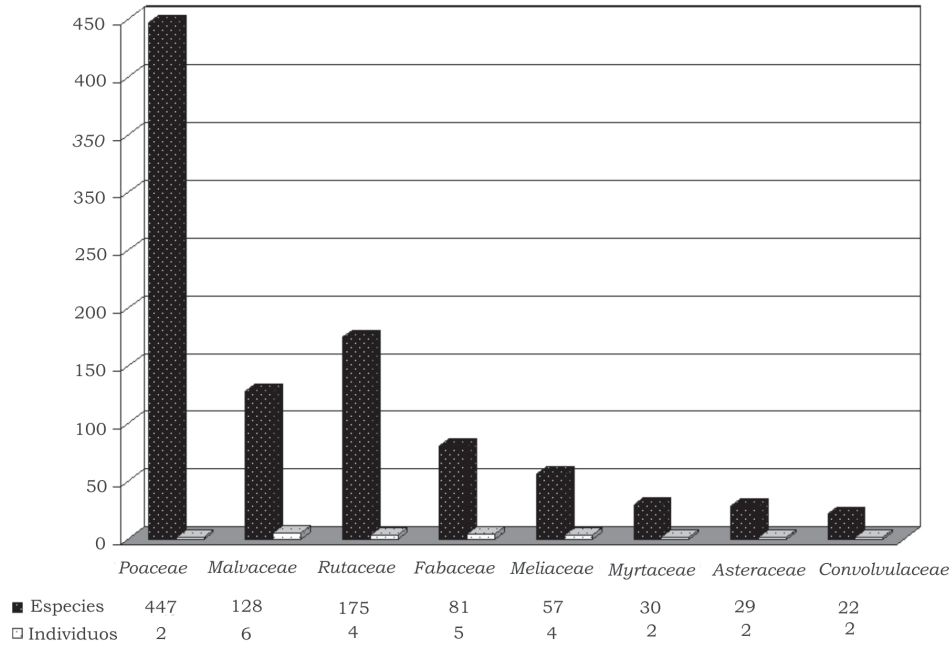


Figura 3. Familias con mayor abundancia de individuos y especies.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Del Risco (1995), al dejar claro que en este

tipo de bosque está alterada la estructura y la composición florística.

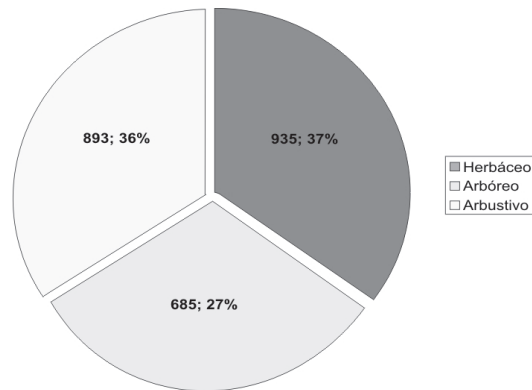


Figura 4. Composición porcentual del hábito de crecimiento de las especies en el fragmento de bosque estudiado.

En la Fig. 5 se observa el IVIE de las especies inventariadas en la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla, donde las especies más representadas son *Bambusa vulgaris* (97,2 %), *Calophyllum antillanum* (95,2 %), *Samanea saman* (83,6 %), *Terminalia catappa* (80,6 %) y *Guarea guidonea* (79,2 %).

Estos resultados revelan que las especies que en estos momentos dominan la comunidad son típicas de bosques secundarios degrada-

dos debido fundamentalmente al impacto de la comunidad, favoreciendo la proliferación de especies de poco valor forestal como la *Bambusa vulgaris*, coincidiendo con lo planteado por Magurran (1989), Jiménez *et al.* (2010), que refieren que estos resultados permiten contar con parámetros para tomar decisiones o emitir recomendaciones a favor de la conservación de taxas o áreas amenazadas y monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

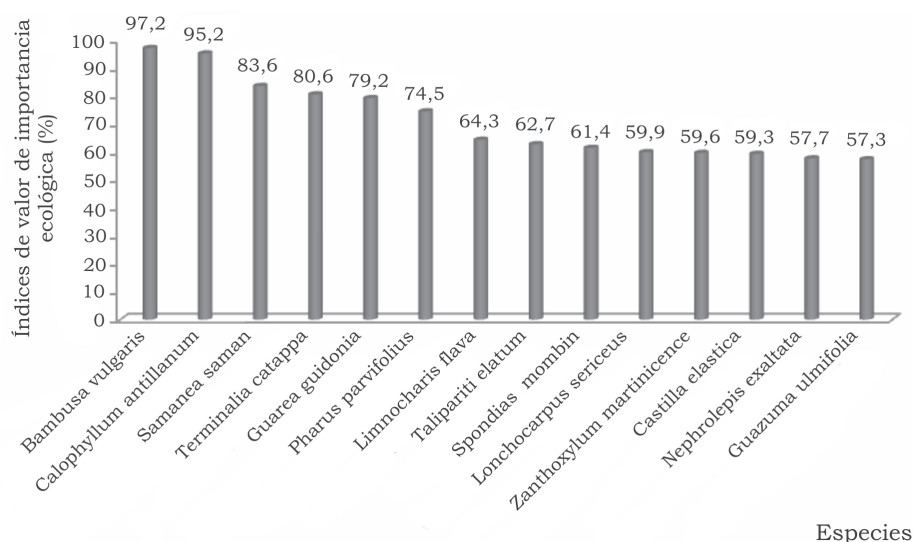


Figura 5. Índice de valor de importancia ecológica (IVIE) de las especies inventariadas en la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca del río Sabanilla.

CONCLUSIONES

- Se identificaron 43 familias, 2513 individuos y 64 especies leñosas correspondientes al estrato herbáceo, arbóreo y arbustivo.
- Se destacan con mejor índice de valor de importancia ecológica las especies *Bambusa vulgaris*, *Calophyllum antillanum*, *Samanea saman*, *Terminalia catappa* y *Guarea guidonia*.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, Z., Yaguana, C. 2012. Documento guía de métodos para la medición de la Biodiversidad. Loja, Ecuador. 72 p.

Álvarez, B. 2002. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en Cuba. Documento de Trabajo FGR/47S. Taller Regional sobre los Recursos Genéticos Forestales de Centroamérica, Cuba y México CATIE, Turrialba, (CATIE: Turrialba, 24-29: noviembre) Costa Rica.

Álvarez, P. A., Varona, J.C. 2006. Silvicultura. La Habana. Editorial Félix Varela. 354 p.

Beals, W. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research (US)* 14: 1-55.

Del Risco, E. 1995. Los Bosques de Cuba. Su historia y características. La Habana. Editorial Científico Técnico. 93 p.

Hechavarría, O. 2009. Contribución de la fenología a la conservación de tres especies forestales en Topes de Collantes. 117 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencia Forestales). Departamento Forestal, Facultad Forestal-Agronomía, Universidad Pinar del Río, Cuba.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Wilmer Toirac Arguelle

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

Herrero, A. 2003. Fajas tropicales hidrorreguladoras. La Habana. Dirección Nacional Forestal. 52 p.

Jiménez, A. *et al.* 2010. Evaluación de la composición y estructura del bosque semidecíduo en la región montañosa de Soroa. Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. *Revista Forestal Baracoa*, vol. 29, No. Especial 2010-LATINDEX-AGRIS. Consultado 11/5/2016. En: http://www.fao.org/fileadmin/user_upl...DE LA BIOSFERA SIERRA DEL ROSARIO.pdf

Keels, S., Gentry, A., Spinzi, L. 1997. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. (Biodiversity measuring and monitoring certification training, volume 2). Washington: SI/MAB.

Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones España. Vedral

McCune, B., Mefford, M.J. 1999. Multivariate analysis of ecological data. PcOrd- Version 4.17 MjM Software. Glenneden Beach, Oregon, EE.UU.

Orellana, B. L., Navarro, C. 2013. Análisis Estructural y Composición de un fragmento del Jardín Botánico y Centro Experimental Lancetilla. Honduras. 37 p.

Pérez, C. A., Laurance, W. F. 2006. Synergistic effects of simultaneous environmental changes. En: *Emerging threats to tropical forests*. Chicago, London: The University of Chicago Press. p. 81-86.

Renda, A., Plasencia, T., Herrero, J. A. 2004. La hidrología forestal en Cuba. *Revista Forestal Baracoa (CU)* p: 51-56.

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.

ACCIONES DE ADAPTACIÓN ANTE LOS IMPACTOS DE LA PENETRACIÓN DEL MAR EN LA EMPRESA AGRO-FORESTAL LAS TUNAS

ADAPTATION ACTIONS IN FRONT THE IMPACTS OF THE SEA PENETRATION ON THE PATRIMONY OF LAS TUNAS AGROFORESTRY ENTERPRISE

M.Sc. YUNIOR ÁLVAREZ-GÓNGORA¹, DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO² Y DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO²

¹UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera vía Victorino Km 1^{1/2}, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, investigacion@guisa.inaf.co.cu, teléf.: (023) 39 1387

²Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, archie@forestales.co.cu, mercadet@forestales.co.cu, teléf.: (07) 208 4767

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue proponer acciones de adaptación ante los impactos del aumento del nivel del mar sobre el patrimonio de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas. Para esto se realizó una evaluación cualitativa de los lotes previstos a afectarse en 2050 y 2100, seguido de un análisis cuantitativo de las afectaciones en superficie y volumen de madera en pie sobre los recursos forestales. Como principales resultados se obtuvo la previsión de impactos significativos sobre los bosques de las seis unidades costeras de la empresa, que abarcarán 4428,56 ha en 2050 y 12 505,30 ha en 2100, poniendo en riesgo unos 170 356,65 y 469 054 m³ de madera en cada año, respectivamente, además del diseño de cuatro acciones de adaptación que constituirán el punto de partida para que la empresa enfoque su trabajo hacia la mitigación de la magnitud y dilación en el tiempo de los impactos negativos sobre el patrimonio forestal previstos por penetración del mar.

Palabras claves: Adaptación, impactos, afectaciones.

INTRODUCCIÓN

Según se desprende de los escenarios del IPCC, el nivel del mar podría incrementar entre 10 y 90 cm para 2100. Un aumento de esta magnitud implica que las zonas bajas, las regiones costeras y los pequeños Estados insulares sufran inundaciones, afectando los asentamientos humanos, los ecosistemas costeros (manglares, deltas y arrecifes coralinos), las actividades pro-

ABSTRACT

The objective of this investigation is to propose actions to adapt to the impact of the increasing of the sea level on the patrimony of the agroforestry enterprise of the Las Tunas city. A qualitative evaluation was forecast area in 2050 and 20100, allowing developing quantitative analyses of the affections of surface and timber volume on coastal forestry resources by the patrimony management, forestry formation and wood category, also the proposal of actions target to decrease the negative effects linked. As main results was obtained the prevention of meaningful impacts on heritage forestry of six enterprises located in the coastal municipalities. Finally actions of adaptation were proposed which is the point of reference to the enterprise focus the work to mitigate reachable and deletion in the next years of the negative impacts on agroforestry heritage for cast by the sea penetration.

Key words: Adaptation, impacts, affectations.

ductivas ubicadas en esas áreas como la pesca, la agricultura y la infraestructura (PNUD, 2008). Las pruebas de que los efectos acumulados de las actividades humanas están modificando el clima mundial y por consiguiente afectando los recursos naturales, son cada vez más frecuentes. Los bosques costeros son una muestra clara de vulnerabilidad ante numerosos impactos del

cambio climático, principalmente los asociados al incremento del nivel medio del mar, trayendo como consecuencia la pérdida de numerosos productos forestales madereros y no madereros que se afectan con su penetración hacia tierra firme.

La Empresa Agro-Forestal Las Tunas (EAFLT) administra un patrimonio forestal abundante y de elevada importancia económica, una parte constituido por bosques protectores del litoral, en desarrollo sobre una superficie con predominio de relieve llano, y extendidos a lo largo de las costas norte y sur de la provincia. Dicha situación convierte estas áreas en vulnerables ante la inminente penetración del mar, estando en riesgo la existencia de los recursos forestales.

La capacidad de simular con antelación las variaciones climáticas y formular escenarios ofrece la posibilidad de poder actuar a tiempo y reducir los impactos adversos, es decir, adaptarse a los efectos de la variabilidad climática.

En atención a esta problemática y contribuyendo al Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático en que ha estado inmerso el país, se desarrolla la presente investigación, planteando como objetivo proponer acciones de adaptación ante las afectaciones que se producirán sobre los recursos forestales de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas por el aumento del nivel medio del mar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización físico-geográfica del área de estudio

La investigación se desarrolló entre septiembre de 2014 y agosto 2016, en el patrimonio forestal de Empresa Agro-Forestal Las Tunas (EAFLT), ubicada en la provincia de Las Tunas, y esta a su vez en el noroeste de la región oriental de la isla de Cuba, limitando al norte con el Océano Atlántico, al sur con la provincia de Granma y el golfo de Guacanayabo, al este con la provincia de Holguín y al oeste con la provincia de Camagüey.

Para lograr una planificación y administración adecuada, la empresa está dividida en ocho unidades empresariales de base silvícolas, de las cuales seis están presentes en la zona costera donde predomina un relieve llano.

Al término de 2015 el patrimonio administrado por EAFLT estaba integrado en 224 lotes, ocupando en su conjunto una superficie aproximada de 104 831,4 ha, de ellas el 90,9 % (95 278,8 ha) representan el área forestal y el 9,1 % (9552,6 ha) la inforestal.

Metodología para la identificación de las afectaciones por penetración del mar sobre el patrimonio forestal costero

Los niveles de penetración del mar en las costas norte y sur de Las Tunas se determinaron mediante el empleo de la capa de penetración del mar desarrollada, tomando en consideración el escenario de emisiones A1C, para su sensibilidad climática alta (4,2 °C), con proyecciones de aumento de su nivel medio para 2050 y 2100 en Cuba de 27 y 85 cm, respectivamente (modelo MAGICC/SCENGEN, versión 4.1; IPCC, 2001), reportadas por Salas *et al.* (2008), además de la capa con la distribución espacial de los lotes forestales de EALT.

La información disponible fue procesada en el sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS, versión 10.2.2, permitiendo realizar las evaluaciones cualitativa y cuantitativa de las afectaciones que pudieran producirse sobre los recursos forestales, atendiendo a las proyecciones de aumento del nivel medio del mar antes referidas.

Para la evaluación cualitativa se tomaron en consideración los resultados del SIG referentes a los lotes que pudieran afectarse en cada uno de los años contemplados por el escenario, mientras que para la cuantitativa las afectaciones fueron estimadas para la superficie cubierta de bosques y el volumen de madera en pie, por administración del patrimonio (empresa y Unidades Empresariales de Base Silvícolas (UEBS)), formaciones forestales y categorías de bosques.

Se creó una base de datos en Microsoft Office Excel 2013 tomados del proyecto de ordenación forestal de la empresa, y constituida por la información referente a la superficie cubierta de bosques y al volumen de madera en pie que existe actualmente en cada lote previsto a afectarse, además de la categoría de bosques y la formación forestal a la cual pertenecen.

Posteriormente se tomó como patrón la proporción de la superficie total prevista a inundarse

en cada lote, emanada del SIG, y fue extrapolada a las existencias forestales para conocer finalmente el posible comportamiento de sus recursos por cada componente ante la penetración del mar, tanto en 2050 como en 2100.

Definición de acciones de adaptación

Para la definición de medidas de adaptación capaces de atenuar los efectos negativos que pudieran producirse sobre los bosques costeros de la EAFLT, asociados a la penetración del mar estimada, se tuvieron en cuenta, de conjunto, el tipo y la magnitud de los impactos previstos, sus consecuencias ambientales, económicas y sociales, así como las posibilidades reales existentes para atenuar dichos efectos, partiendo de que normalmente estos no son evitables, sino que pueden aplazarse en el tiempo y/o en magnitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Impactos esperados por administración del patrimonio

Los resultados demuestran la fuerte incidencia con que pudiera manifestarse el mar sobre los recursos forestales costeros administrados por la EAFLT (Fig. 1), motivado en gran medida por las bajas pendientes sobre las que se desarrollan, evidenciando afectaciones severas sobre los seis municipios costeros de la provincia, incluso para 2050, donde los valores de penetración serán tan significativos que podrán ocasionar la pérdida de una superficie equivalente a 4428,56 ha de bosques, mientras que cincuenta años después se alcanzarían cifras dos veces superiores, que abarcan aproximadamente unas 12 505,30 ha, afectándose un volumen de 170 356,65 m³ y de 469 054 m³ en cada año, respectivamente.

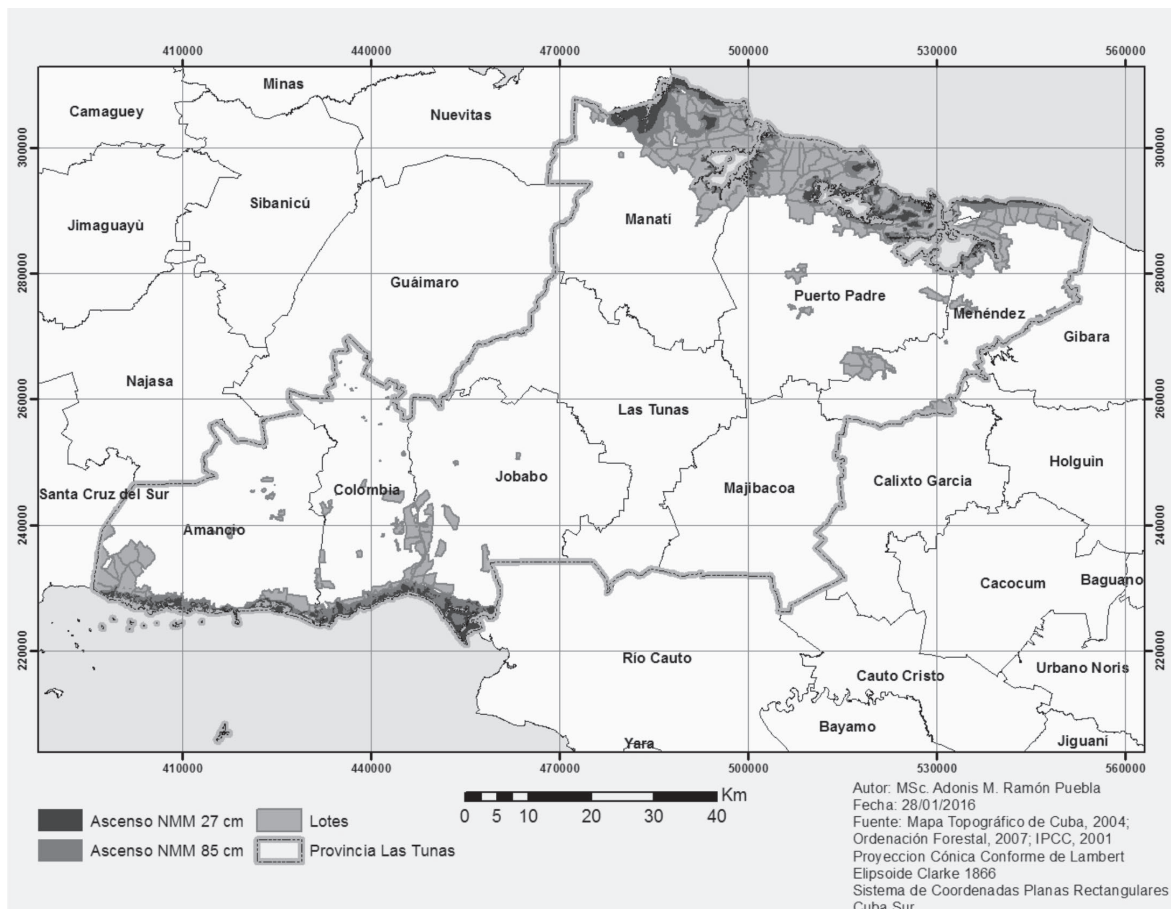


Figura 1. Lotes forestales que resultarían afectados por el aumento del nivel del mar en 27 y 85 cm a lo largo del presente siglo.

Estos resultados se muestran halagüeños ante lo expuesto por Morales (2008), al referir que el aumento del nivel medio del mar, de cumplirse el escenario A1C, implicará para Cuba la disminución gradual de la superficie emergida en zonas bajas en un 2,31 % para 2050 y 5,44 % a fines del presente siglo.

El análisis de la superficie cubierta de bosques que pudiera afectarse por UEBS expone entre las de mayor afectación para 2050 a Amancio Rodríguez (1539,51 ha), Manatí (1156,19 ha) y Puerto Padre (930,14 ha), en tanto, para 2100 coinciden estas unidades pero en orden de afectación inverso, resultando Puerto Padre (4366,93 ha), Manatí (3232,11 ha) y Amancio Rodríguez (2706,15 ha) las que en su conjunto representarían el 14 % del total de áreas cubiertas de bosques en la empresa y el 15 % en la zona costera.

El hecho de que estas unidades alcancen las mayores afectaciones se debe a que, de las seis que componen la zona costera de la provincia, son las que mayor distancia lineal de costa presentan, situación que aumenta la exposición de la vegetación existente, y por tanto el grado de vulnerabilidad ante la penetración del mar, apuntando además que la pendiente del terreno es el factor principal que puede interferir en mayor o menor medida ante dicha penetración.

La evaluación de las pérdidas maderables mostró que para 2050 las UEBS más afectadas resultarán Manatí, Amancio Rodríguez y Puerto Padre con volúmenes totales de 52 711,39 m³, 49 888,20 m³ y 35 373,55 m³, respectivamente, considerando que para ese entonces las existencias de este recurso mantendrán un comportamiento similar al actual.

En tal sentido se deduce que el grado de afectación estará condicionado por las variables superficie cubierta de bosques prevista a afectarse y volumen de madera por unidad de superficie. El análisis de la primera variable antes referida concluyó que las mayores afectaciones se producirán sobre Amancio Rodríguez, superando a Manatí por más de 380 ha; sin embargo, se manifestarán de manera contraria referente al volumen de madera que pudiera afectarse, con una diferencia de 2823 m³, atribuyéndose como aspecto responsable de este comportamiento las

marcadas diferencias de volumen por unidad de superficie que existen entre estas unidades, mostrando a Manatí con 42 m³/ha por 36 m³/ha para Amancio.

Los resultados que pudieran acontecer en 2100 reflejan la persistencia de las unidades previstas a alcanzar las mayores afectaciones en el período precedente, difiriendo en cuanto al orden de la magnitud de afectación. Al respecto, Puerto Padre verá reducidas sus existencias maderables en 156 238,4 m³, cifra que cuadruplica las que tendrían lugar 50 años antes, seguido por Manatí con 141 966 m³ y Amancio Rodríguez con 85 790 m³.

Estudios similares demuestran la naturaleza destructora que engloba el fenómeno del cambio climático. Álvarez y Mercadet (2011), en un estudio integral de impactos y adaptación, determinaron que en el patrimonio administrado por la Empresa Forestal Integral (EFI) Mayabeque es posible la pérdida en 2100 de aproximadamente 35 617,01 ha, área equivalente al 71,9 % de la superficie total de la empresa.

Impactos esperados por formación forestal

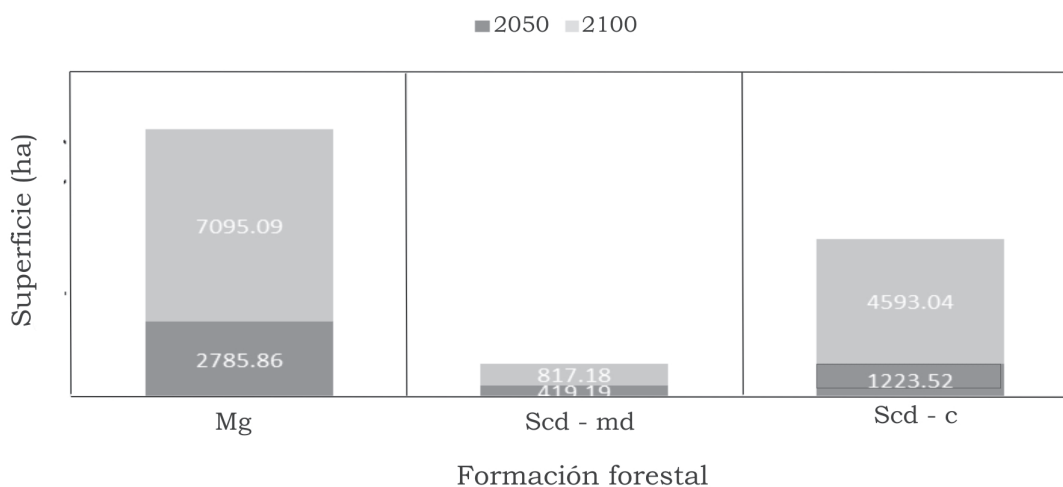
La totalidad de las formaciones forestales reportadas por la empresa sufrirán los impactos potenciales del aumento del nivel medio del mar, correspondiendo al manglar los mayores valores de afectación esperados, pudiendo ascender a las 2786 ha si a lo largo del presente siglo el nivel del mar aumentara 27 cm y a las 7095 ha si lo hiciera en 85 cm (*Fig. 2*).

Estos resultados coinciden con los de Álvarez y Álvarez (2013) y Ajete *et al.* (2014) referentes a que en el Refugio de Fauna Delta del Cauto y en la EFI Baracoa, respectivamente, serán precisamente los manglares los que alcancen las mayores afectaciones por el impacto del aumento del nivel medio del mar.

El resto de las formaciones previstas a afectarse resultarán semicaducifolios sobre suelo calizo y semicaducifolios sobre suelo de mal drenaje (*Fig. 2*), los primeros con una afectación que pudiera ascender a las 1223,52 ha en 2050 y a las 4593 ha desde esta fecha hasta 2100, mientras que en el segundo caso se presentarían daños menos severos, viéndose afectada una superficie de 419 y 817 ha en cada período, respectivamente.

El comportamiento de las pérdidas maderables por formación forestal se manifestará en correspondencia con las de mayor superficie cubierta de bosques prevista a afectarse, resultando los manglares los que mayor cuantía perderán al alcanzar en 2050 un volumen de 96 897,79 m³ y de 244 266,19 m³ en 2100, teniendo en cuenta que sus áreas boscosas

ocupadas por el mar representarán el 63 % y el 57 % en cada año del total de las tres formaciones implicadas, superando considerablemente al resto, sin dejar de reconocer que esta es la que ofrece la mayor vulnerabilidad ante la penetración del mar dado a su proximidad, y por tanto sobre la cual se manifestarán los impactos más severos.



Mg: Manglar, Scd-md: Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje, Scd-c: Semicaducifolio sobre suelo calizo

Figura 2. Superficie que resultaría afectada por formación forestal

Impactos esperados por categoría de bosque

En la empresa estudiada los bosques protectores del litoral están compuestos mayoritariamente por las formaciones manglar y semicaducifolio sobre suelo calizo, constituyendo la categoría más numerosa, razón que conllevará a que producto del incremento de su nivel medio se originen sobre estos las afectaciones más severas en términos de superficie con 3986,8 ha en 2050, y 10 975,56 ha en 2100.

Esta situación limitaría la prestación de los múltiples servicios ambientales y funciones ecológicas por parte de estos bosques, favoreciendo que los vientos procedentes del mar y cargados de sal penetren con mayor intensidad, que se produzcan mayores inundaciones costeras y que aumente la intrusión salina, provocando a la vez que muchas de las actividades económicas que se desarrollan en áreas subsiguientes, como la agricultura y la ganadería, sufran también consecuencias desfavorables.

Las afectaciones que pudieran producirse sobre los bosques productores no reflejan pérdidas significativas en comparación con la superficie

total que estos abarcan, al perder solamente 342,61 ha a mediados del presente siglo y 1335,68 ha en sus fines, motivado a que son áreas que se distribuyen sobre tierra firme y a mayor distancia del litoral, lo que propicia un menor alcance de la penetración del mar.

Por su parte, los bosques protectores de aguas y suelos se afectarían solamente en unas 99,18 ha durante 2050 y algo más de 194 ha 50 años después.

De forma general, tras la penetración del mar estimada para mediados y fines del presente siglo, en EAFLT pudieran producirse cambios sustanciales en torno a las categorías de bosques que ostentan actualmente algunas áreas, destacándose fundamentalmente el traspaso de bosques productores y protectores de aguas y suelos a protectores del litoral, los cuales probablemente se mantengan como los más numerosos.

En torno a las pérdidas maderables por categorías, los bosques protectores del litoral recibirán las afectaciones más significativas para los dos

años evaluados por el escenario, al alcanzar cifras en el orden de los 148 713,52 m³ y 400 292,52 m³ en cada uno, respectivamente, continuados por los productores con valores relativamente inferiores (2050 = 19 273,96 m³; 2100 = 64 108,13 m³), pero con mayor importancia desde el punto de vista económico, ya que estos son destinados en su totalidad al aprovechamiento maderero a diferencia de los anteriores, donde solo se extraen pequeñas cantidades de madera teniendo en cuenta su función ecológica. Los bosques protectores de aguas y suelos exhibirán las menores pérdidas con 2369,17 m³ para el primer año, y 4653,37 m³ en el segundo.

Acciones de adaptación ante las afectaciones identificadas

Primera acción: reforestación

Según criterios de Álvarez (2011), la única barrera terrestre natural con que cuentan los pequeños Estados insulares para atenuar en magnitud y dilatar en tiempo los efectos negativos del aumento del nivel del mar, y sus consecuencias en la intrusión salina, son los bosques destinados a la protección del litoral, y en la medida en que aumente la reforestación de sus áreas, mayor será la disminución de estos impactos.

La Empresa Agro-Forestal Las Tunas reportó, al término de 2015 una superficie de 639 ha de áreas protectoras del litoral pendientes de reforestar, distribuidas en las UEBS Puerto Padre (174,5 ha), Jesús Menéndez (88,2 ha) y Amancio Rodríguez (376,3 ha).

En correspondencia con lo antes expuesto, se propone a la empresa acometer la reforestación de esas 639 ha a la mayor brevedad posible, tomando en consideración al seleccionar las especies para tal propósito los altos tenores salinos ya existentes en los acuíferos subterráneos.

Segunda acción: veda del aprovechamiento maderero

Suspensión del aprovechamiento de los recursos maderables existentes en los manglares según la moratoria establecida por la Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestre del Ministerio de la Agricultura, teniendo en cuenta que esta formación garantiza la protección de las costas contra el aumento del nivel del mar, su erosión y la intrusión salina en los acuíferos subterráneos.

Tercera acción: mitigación de las pérdidas maderables

Los resultados de la evaluación cuantitativa denotan una afectación en volumen de los bosques productores y protectores de aguas y suelos. En correspondencia con esto, se propone el aprovechamiento priorizado de los productores, mientras que para el aprovechamiento de los protectores se deberá esperar a que esos recursos hayan muerto debido al avance del mar.

Tomando en consideración que las especies *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* (L.) L. distribuidas a mayor distancia de la costa morirán al quedar sus raíces permanentemente bajo el agua, se recomienda acometer el aprovechamiento del manglar muerto, pudiendo usarse para leña o carbón.

Cuarta acción: perfeccionamiento de la ordenación forestal

La implementación de las acciones de adaptación propuestas demandarán que la empresa disponga de un proyecto de ordenación forestal con la flexibilidad suficiente para poder incluir en él, a partir de la actualización de su dinámica y de conjunto con las instituciones científicas de la provincia, las modificaciones que ocurran sobre la situación costera, con vistas a la inclusión de las decisiones oportunas en el plan productivo que la entidad prepare para el año próximo.

Además, Álvarez *et al.* (1998) plantean que las áreas donde se vayan a implementar estas acciones de adaptación deberán ser previamente identificadas, evaluadas y analizados los posibles riesgos del éxito del proceso en base a sus condiciones específicas actuales, labor que debe ser objeto de un programa de seguimiento que periódicamente vaya validando su avance temporal a fin de evitar fracasos costosos en el futuro.

CONCLUSIONES

- Se prevén impactos significativos sobre el patrimonio forestal de las seis UEBS de la EAFLT ubicadas en los municipios costeros, por penetración del mar, incidiendo con diversos niveles de inundación sobre 60 lotes en 2050 y 74 lotes para 2100.

- Las acciones de adaptación propuestas constituirán el punto de partida para que la EAFLT enfoque su trabajo hacia la atenuación de la magnitud y dilación en el tiempo de los impactos negativos sobre el patrimonio forestal previstos por penetración del mar.

BIBLIOGRAFÍA

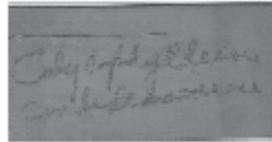
- Álvarez, A.; Milián, C. & Álvarez, L. 1998. Evaluación a fondo de los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos y ambientales del país. Sector silvícola. La EFI Guanahacabibes: Un estudio de caso. Informe técnico. Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana. 21 p.
- Álvarez, A.; Mercadet, A. 2011. El sector forestales cubano y el cambio climático. La Habana. 248 p.
- Álvarez, A. 2011. Evaluación de los impactos asociados al cambio climático y estrategia de adaptación para la EFI Ciego de Ávila. Informe técnico. Instituto de Investigaciones Agroforestales. La Habana. 26 p.
- Álvarez, Góngora, Y. & Álvarez, A. 2013. Impactos del aumento del nivel del mar sobre el Refugio de Fauna Delta del Cauto. Baracoa (CU) 32 (2): 31-38.
- Ajete Hernández, A.; Álvarez, A.; Jiménez, F.; Toirac, W. & Rodríguez, P. 2014. Impactos del aumento del nivel medio del mar en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa. Baracoa (CU) 33 (1): 61-66.
- Morales, A. 2008. Estado actual de las investigaciones de la influencia de los cambios climáticos sobre nuestros ecosistemas costeros. Proyecciones y tendencias de trabajos futuros. En: memorias del taller cambios globales y medio ambiente. Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo; Panel 1: cambio global y clima. Acuario Nacional. La Habana, 25 y 26 de marzo.
- PNUD. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido [En línea] 2008. Disponible en: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_20072008_summary_spanish.pdf [Consulta: noviembre, 15 2015].
- Salas, L. 2008. Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerado los cambios climáticos. EN: Memorias del Taller Cambios Globales y Medio Ambiente: Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo. La Habana.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yuniór Álvarez Góngora

Ingeniero Forestal, Máster en Gestión Ambiental, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales forma parte del equipo institucional del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático para el sector forestal cubano. Es autor de varios artículos científicos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

Calycophyllum candidissimum (Vahl.) DC. (Rubiaceae)



NOMBRE VULGAR: Dagame, lemon wood

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

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

Densidad: 0,850-1000 g/cm³

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

Caracteres Microscópicos:

A. Porosidad:

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

ϕ (μm): 30-40-64

No/mm²: más de 30

Pared (μm): 3.5

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas

Contenidos: no se observan

Longitud (μm): 870-1000-1105

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal

Muy escaso o ausente.

ϕ (μm): 15

No. células la serie: 2-5-6

Contenidos: no

Long. serie (μm): 130-300-234

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogéneos

No/mm: 13

Contenidos: carmelitosos

Ancho (μm): 30-38-42

No. células: 2 y a veces 3

Alto (μm): 600-650-712

No. células: 30-50-80

D. Fibras:

Tipo: libriformes

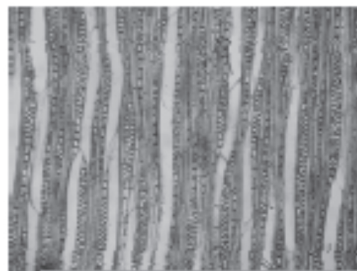
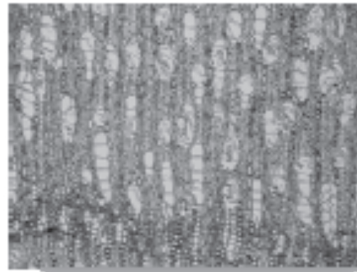
Distribución: cierta orientación radial.

ϕ (μm): 15

Grosor de pared (μm): 4.5

Longitud (μm): 1200-1600-2000

E. Caracteres especiales: no



BOSQUE NUBLADO, SUS FITOCENOSIS Y VULNERABILIDADES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

CLOUD FOREST, IT'S PHYTOCOENOSES AND VULNERABILITY TAKING ACCOUNT THE CLIMATIC CHANGE

DR. ORLANDO J. REYES-DOMÍNGUEZ E ING. FÉLIX ACOSTA-CANTILLO

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma). José A. Saco 601 esq. a Barnada, C.P. 90 100, Santiago de Cuba, Cuba.
joel@bioeco.cu

RESUMEN

En la Sierra Maestra se encuentran las mayores altitudes del archipiélago cubano, ocupadas por el bosque nublado. Se estudió mediante la metodología de la Escuela Zurich Montpellier, considerándose una nueva clase *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae* con su orden, alianza y tres asociaciones correspondientes. También se investigaron las vulnerabilidades ante el cambio climático.

Palabras claves: Bosque nublado, sintaxonomía, cambio climático, Cuba oriental.

ABSTRACT

The highest mountains of Cuba are found in Sierra Maestra, mainly occupied for the cloud forest. By using the Zurich Montpellier school methodology one new class is described *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae* with the corresponding order, alliance and their three associations. The vulnerability taking account the climatic change was studied too.

Key words: Cloud forest, syntaxonomy, climatic change, Eastern Cuba.

INTRODUCCIÓN

El primero que denominó como bosque nublado a los bosques de las montañas más altas del archipiélago cubano fue Samek (1975). Este calificativo fue posteriormente reconocido por diversos autores. Capote & Berazaín (1984) denominaron con este nombre al bosque existente entre 900 y 1600 msnm. Reyes (2006, 2011-2012) y Reyes & Acosta (2005) describieron su flora y ecología, así como Reyes & Fornaris (2011) y Reyes *et al.* (2011) su funcionamiento. Con anterioridad dicho bosque fue destacado como monte fresco por León (1946) y Samek (1974), y como Elfin forest por Borhidi (1996). Bisse (1988) denominó monte nublado al existente en el macizo del Turquino a más de 1000 msnm.

En este estudio se considera como bosque nublado al descrito por Samek (1975) y Reyes (2006, 2011-2012), que de acuerdo a su estructura y altura puede considerarse como bosque. Reyes *et al.* (2011) lo designaron como subtipo *Cyrilla racemiflora* de los 1500 a los 1700 msnm con predominio de *Cyrilla silvae* y subtipo *Ocoetea reticularis* desde esa altitud hasta la cima del Pico Real del Turquino (1972 msnm) debido a la abundancia de dicha especie.

Es ampliamente conocido internacionalmente (Álvarez, Mercadet *et al.*, 2012; Barros *et al.*, 2014; Edenhofer *et al.*, 2014) que el clima en nuestro planeta está cambiando aceleradamente.

En el archipiélago cubano se percibe desde hace años que las sequías se intensifican, que la temperatura aumenta (media 0,9 °C desde mediados del siglo XX a la actualidad) y que el mar se eleva (IPCC, 2014).

El Estado cubano ha tomado medidas para mitigar esos efectos, entre ellos el aumento del área boscosa del 13,4 % en 1959 (Russó Milhet, 2015), a un 31,1 % en 2017 (VII Congreso Forestal de Cuba, 2017), también el Lineamiento 133 y la Tarea Vida indican el tomar medidas contra este desastre ambiental (Citma, 2017).

El objetivo de este trabajo es describir desde el punto de vista fitocenológico el bosque nublado del Parque Nacional La Bayamesa, el más extenso y conservado del archipiélago cubano, así como valorar sus vulnerabilidades ante el cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El bosque nublado se presenta como formación zonal en las áreas más elevadas de la Sierra Maestra, por encima de los 1500 msnm (Reyes, 2006, 2011-2012), territorios que en Cuba se encuentran solamente en ese macizo montañoso. Ocupa rocas del grupo El Cobre, tobas, areniscas tobáceas, etc. (Méndez *et al.*, 1994). El suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado. Según Renda *et al.* (1981) y Renda (1989), el pH en los horizontes superiores es de ácido a muy ácido, alcanza valores de 4,45 a 5,3 en agua y de 3,5 a 4,15 en CLK. El nitrógeno asimilable varía de 0,80 a 11,08 mg/100 g y tiene tendencia a disminuir bruscamente en profundidad. El fósforo está ausente o en trazas; el potasio asimilable fluctúa entre 3,0 y 10 mg/100 g. La CCB (valor de S) es muy baja, generalmente varía entre 1,44 y 5,02 cmol (+) • kg⁻¹, y la CIC (valor de T) de 2,5 a 18,75 cmol (+) • kg⁻¹. En el rango de variación altitudinal de este bosque nublado la temperatura media fluctúa a los 1500 msnm entre 15,2 °C en la ladera norte y 15,5 °C en la vertiente sur, a su vez 14 °C a los 1750 msnm (Montenegro, 1991a). Aunque no existen mediciones directas en el área que ocupa esta fitocenosis, caen alrededor de 2000 mm de lluvia; el período más lluvioso es de abril o mayo hasta octubre, y el menos lluvioso de noviembre

a marzo o abril (Trusov *et al.*, 1983). La humedad relativa media anual se encuentra entre el 85 y 90 %. Es destacable que a los 1500 msnm, a las 13:00 horas es mayor en la ladera sur con un 93 % que en la norte, con un 91,5 %; por el contrario, a las 07:00 horas se produce una situación inversa con un 88 y 91 %, respectivamente en las mismas vertientes anteriormente expuestas (Montenegro, 1991b,c). Las neblinas o nubes orográficas se presentan casi todos los días del año.

Metodología

Los inventarios de vegetación (listas, muestras, relevés), con un área mínima de 625 m², se hicieron por el método de Braun Blanquet (1951). El estudio de la abundancia, dominancia, la sociabilidad y las condiciones ecológicas se encuentran en Reyes & Acosta (2011, 2013), por lo que se consideró innecesario exponerlas. La ordenación de los inventarios de vegetación y la separación de las fitocenosis se efectuaron por métodos fitocenológicos; para la combinación característica se consideraron las especies con grados de presencia V y IV (Scamoni & Passarge, 1959, 1963), y para las subasociaciones y variantes las combinaciones diferenciales (Samek, 1973; Mueller-Dombois & ElleMBERG, 1974). La categorización y denominación de las fitocenosis se realizó según el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.*, 2000). Para nombrar las especies se siguió la *Flora de Cuba*, vol. 1-5 (León, 1946; León & Alain, 1951, 1953, 1957; Alain, 1964), corregidas por otras publicaciones más modernas (Gutiérrez, 2000; Hagen, 2007; Acevedo & Strong, 2012; Greuter & Rankin, 2016, 2017; Borhidi *et al.*, 2017; Sánchez, 2017). El nombre completo de los taxones (género, especie y autor) se encuentra en la *Tabla 1*, como recomienda Weber *et al.* (2000). Solo cuando no se observan en la misma se incluyen en el texto.

En la descripción de los estratos y sinucias se establecieron las siguientes categorías de presencia de las especies (Reyes & Acosta, 2011): constantes, detectadas en el 80 % o más de los inventarios; frecuentes, del 60 al 79 %; menos frecuentes, del 30 al 59 % y ocasionales, del 15 al 29 %. Las especies con valores menores al 15 % no fueron nombradas en la descripción.

En la determinación de las especies características de las unidades superiores a la asociación se utilizó la categorización realizada por Braun Blanquet (1951), también recomendada por Mueller Dombois & Elleberg (1974) de especies restringidas (fiel), fuertemente asociadas y favorablemente asociadas.

Respecto al análisis de la elevación de la parte baja del bosque nublado bajo el efecto del cambio climático, se tomó el gradiente de disminución de la temperatura determinado por Montenegro (1991a), que es de 0,65 °C por cada 100 m de elevación. Tomando el peor escenario estimado para Cuba de 2,5 °C para 2100 (IPCC, 2014), se dividieron los grados entre el gradiente para obtener el aumento en altitud de dicha parte baja del bosque nublado. Esas cifras se compararon con las obtenidas para la pluvisilva montana de la Sierra de la Gran Piedra utilizando el modelo BC, con superposición del modelo digital del terreno (MDT) con las variantes de incrementos de TRC de GEI de 26 y 85 (Beyris *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al caracterizar el tipo de bosque más elevado del archipiélago cubano se expone el siguiente arreglo fitosociológico:

Clase: *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae* Reyes class nova

Holotypus: *Magnolio cubensis-Cyrilletea silvae* Reyes ord. nov.

Esta fitocenosis se presenta como formación zonal entre los 800 y los 1972 msnm en la Sierra Maestra. Comprende la pluvisilva montana, el bosque nublado y sus estadios sucesionales avanzados; es muy rica en helechos, musgos y hepáticas. El suelo es Ferralítico Rojo y/o Amarillento Lixiviado sobre rocas del grupo El Cobre; las lluvias varían alrededor de 1600 a 2000 mm; importante es que tiene más de 200 días con nieblas y nubes bajas al año.

Especies características, fuertemente asociadas: *Cyrilla silvae*, *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis*, *Clethro cubensis*, *Lyonia latifolia*, *Lyonia elliptica*, *Purdiaea stenopetala*, *Miconia pteroclada*, *Persea hypoleuca*, *Myrcia fenzliana*, *Cyathea furfuracea*, *Ixora ferrea*, *Viburnum villosum*, *Clusia tetrastigma*, *C. clusioides*, *Brunellia*

comocladifolia subsp. *cubensis*, *Zeugites americanus*. Favorablemente asociadas: *Guatteria moralesii*, *Palicourea alpina*, *Meriania albiflora*, *Miconia umbellata*, *Graffenrieda rufescens*, *Cinnamomum montanum*, *Hedyosmum grisebachii* y *Arthrostylidium multispicatum*.

Se encontraron dos órdenes:

- *Magnolio cubensis-Cyrilletea silvae* Reyes ord. nov.
- *Clethro cubensis-Magnolietalia cubensis* Reyes ord. novo.

En este trabajo se estudia solo el primero, pues el segundo se corresponde con la pluvisilva montana.

Orden: *Magnolio cubensis-Cyrilletea silvae* Reyes ord. nov.

Holotypus: *Magnolio cubensis-Cyrillion silvae* Reyes all. nov.

Esta fitocenosis constituye un bosque nublado, subtipo *Cyrilla racemiflora* (con estadios sucesionales); presenta tres estratos, el arbóreo tiene entre 8 y 15 m con árboles delgados y a veces retorcidos. Es muy rico en helechos arborescentes y en epífitas.

Composición y especies características fuertemente asociadas: *Purdiaea stenopetala*, *Cyrilla silvae*, *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis*, *Weinmannia pinnata*, *Ditta myricoides*, *Ocotea spathulata*, *Ixora ferrea*, *Lyonia elliptica*, *Morella (Myrica) cacuminis*, *Henriettea ekmanii*, *Bonania erythrosperma*, *Ageratina paucibracteata*, *Alsophylla major*. Favorablemente asociadas: *Clusia clusioides*, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis*, *Graffenrieda rufescens*, *Hedyosmum grisebachii*, *Isochilus linearis*, *Cyathea furfuracea*, *Odontosoria uncinella*, *Polybotrya osmundacea*, *Hymenophyllum polyanthos*, *Trichomanes robustum*.

El suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado, oligotrófico, la capa húmica es de gran espesor, con una estera radical muy desarrollada, donde se produce el reciclaje de los nutrientes. Se desarrolla como formación zonal en la Sierra Maestra a más de 1500 msnm.

Syntaxonomía. Borhidi (1996) extendió a esta zona la clase *Ocoteo-Cyrilletea racemiflorae* unida con la subregión Sagua Baracoa, donde dicha clase tiene un gran desarrollo. En nuestro

estudio se halló una composición florística diferente, por lo que al comparar las combinaciones características de ambas clases (*Ocoteo-Cyrilletea racemiflorae* con *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae*) se apreció que solo había entre el 19,2 % y 20,8 %, respectivamente de similitud. Al comparar las combinaciones características del orden *Ocoteo cuneatae-Magnolietalia cubensis* Borhidi 1996, también ampliado hasta este territorio, con *Magnolio cubensis-Cyrilletea silvae ord. novo*, se constató que dicha similitud solo alcanza entre el 8,3 y 8,7 %, por lo que se considera que *Ocoteo-Cyrilletea racemiflorae* con su orden *Ocoteo cuneatae-Magnolietalia cubensis* Borhidi 1996 limita su localización solo a Sagua-Baracoa. Esto confirma la validez de la nueva clase, orden y demás fitocenosis.

Alianza: *Magnolio cubensis-Cyrillion silvae* Reyes *all. nov.*

Holotypus: *Purdiaeo stenopetalae-Cyrilletum silvae*.

Con las características del orden.

Asociaciones estudiadas:

- *Purdiaeo stenopetalae-Cyrilletum silvae ass. nov.*
- *Dicranopterido flexuosae-Cyrilletum silvae ass. nov.*
- *Ageratino paucibracteatae-Cyrilletum silvae ass. nov.*

Purdiaeo stenopetalae-Cyrilletum silvae* Reyes & Acosta *ass. nov.

Holotypus: *Tabla 1*, inv. 5.

El estrato arbóreo tiene entre 10 y 15 m de altura y una cobertura entre el 80 y 100 %. Las especies constantes y más abundantes son *Cyrilla silvae*, *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis*, *Clusia clusioides* y *Alsophylla major*. Son también constantes *Ditta myricoides*, *Myrsine coriacea*, *Ixora ferrea*, *Chionanthus domingensis*, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis* y *Weinmannia pinnata*. Con menor frecuencia son también comunes *Cyathea furfuracea*, *Clethra cubensis* y *Henriettea ekmanii*.

El estrato arbustivo cubre entre el 40 y 70 %; la especie más conspicua es *Graffenrieda rufescens*. Son también constantes *Palicourea alpina*, *Cyathea parvula*, *Ilex macfadyenii* subsp. *macfadyenii*, *Viburnum villosum*, *Lyonia elliptica*,

Eugenia laeteviridis y *Purdiaea stenopetala* (*Tabla 1*).

El herbáceo a su vez cubre generalmente entre el 50 y 60 %, ocasionalmente más o menos; las especies más frecuentes son *Hedyosmum grisebachii*, *Lisianthus glandulosus* (abundantes), *Scleria lithosperma*, *Zeugites americanus*, *Ocotea spathulata*, *Ilex* sp., *Callicarpa ferruginea*, y los helechos *Odontosoria scandens*, *Sticherus bifidus* y *Trichomanes robustum*. Se observan de forma más dispersa *Bonania erythrosperma*, *Phaius tankervilleae*, *Campyloneurum phyllitidis*, *Peperomia tenella* y una especie de *Polytrichum*. Este bosque es muy pobre en lianas; algunos helechos con este carácter son nombrados en el estrato herbáceo, sin embargo, es muy rico en epífitas. Entre otras se observan *Isochilus linearis*, *Psychotria greeneana*, *Guzmania monostachya*, *Catopsis* sp., *Polybotrya osmundacea*, *Microgramma lycopodioides*, *Hymenophyllum polyanthos* y un gran número de hepáticas y musgos que tienen localmente una gran abundancia.

Una característica de este bosque son sus bien definidas capas de mantillo. La capa L alcanza alrededor de 2 cm, ocasionalmente más o menos; la F fluctúa entre 1 y 2 cm, y la H constituye una bien desarrollada estera radical de 20 a 30 cm, embebida en una matriz de humus, donde se encuentran las raíces finas y las raicillas; se considera que aquí se produce el ciclo de nutrientes de este conspicuo ecosistema (Reyes *et al.*, 2011). Esta fitocenosis sigue bien la ley de Raunkiaer (1934).

Se observan dos variantes *Henriettea ekmanii* que se presenta en las zonas más altas y típica en que faltan varias especies, incluso *Callicarpa ferruginea* y *Catopsis* cf. *floribunda* que forman parte de la combinación característica, y donde *Purdiaea stenopetala* tiene una mayor cobertura.

Este bosque nublado se estudió desde alrededor de los 1500 msnm hasta la cima del Pico La Bayamesa (1754 msnm), entre el 15-20 de marzo de 2003. Generalmente se presenta en posiciones topográficas abruptas.

De las partes más altas de la Sierra Maestra (Pico Turquino), que se corresponde con el bosque nublado subtipo *Ocotea reticularis*, Borhidi (1996) describió la Clase: *Cyrillo-Weinmannietea*

pinnatae Borhidi 1996, Orden: *Cyrillo-Weinmannietalia pinnatae* Borhidi 1996, Alianza: *Weinmannio pinnatae-Myrsinion microphyllae*

Borhidi & Muñiz 1996, con la asociación *Myrsino microphyllae-Nectandretum reticularis* Borhidi & Muñiz 1996.

Tabla 1. Asociación *Purdiaea stenopetalae-Cyrilletum silvae*

Variantes	<i>Henriettea ekmanii</i>			Típica			Presen
	1	2	3	4	5	6	
Inventarios							
Altitud (m snm)	1754	1610	1640	1690	1540	1520	
Inclinación (grados)	40	25	43	40	45	20	
Exposición	SSW	NE	SW	SSW	S	NNE	
E ₃ - Estrato arbóreo (cobertura %)	100	100	100	100	80	80	
E ₂ - Estrato arbustivo (%)	40	50	40	70	70	70	
E ₁ - Estrato herbáceo (%)	50	60	50	30	80	60	
Nr. de especies	37	41	43	44	42	44	41,8
<i>Combinación característica</i>							
E ₃ - <i>Cyrilla silvae</i> Berazain	4.4	3.1	3.2	4.2	3.2	4.2	V(3-4)
<i>Magnolia cubensis</i> Urb. subsp. <i>cubensis</i>	2.1	3.1	3.1	2.2	1.1	1.1	V(1-3)
<i>Clusia clusioides</i> (Griseb.) D'Arcy	+1	+1	1.1	1.1	3.2	3.2	V(+3)
<i>Ditta myricoides</i> Griseb.	+1	r.1	+1	+1	r.1	r.1	V(r+)
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	+1	1.1	r.1	+1	+1	+1	V(r-1)
<i>Ixora ferrea</i> (Jacq.) Benth.	r.1	2.1	+1	1.1	+1	+1	V(+2)
<i>Chionanthus domingensis</i> Lam.	+1	r.1	+1	+1	+1	+1	V(r+)
<i>Brunellia comocladifolia</i> subsp. <i>cubensis</i> Cuatrec.	.	+1	r.1	r.1	+1	+1	V(r+)
<i>Weinmannia pinnata</i> L.	.	r.1	+1	1.1	1.1	1.1	V(+1)
<i>Alsophylla major</i> Caluff & Shelton	2.1	2.2	2.1	1.1	r.1	.	V(r-2)
E ₂ - <i>Graffenrieda rufescens</i> Britton & P. Wilson	3.2	4.2	3.2	4.3	+1	4.2	V(+4)
<i>Purdiaea stenopetala</i> Griseb.	r.1	r.1	r.1	+1	4.2	3.2	V(r-4)
<i>Palicourea alpina</i> (Sw.) DC.	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	V(1-2)
<i>Cyathea parvula</i> (Jenm.) Domin	2.2	2.2	1.2	1.1	+1	1.1	V(+2)
<i>Ilex macfadyenii</i> (Walp.) Rehder subsp. <i>macfadyenii</i>	+1	r.1	+1	+1	+1	+1	V(r+)
<i>Viburnum villosum</i> Sw.	.	r.1	r.1	+1	r.2	+1	V(r+)
<i>Lyonia elliptica</i> (Small) Alain	+1	.	+1	+1	1.1	+1	V(+1)
<i>Eugenia laeteviridis</i> Urb.	r.1	+1	r.1	+1	+1	r.1	V(r+)
E ₁ - <i>Hedyosmum grisebachii</i> Solms	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	r.1	V(r-2)
<i>Lisianthus glandulosus</i> A. Rich.	1.1	.	1.1	1.1	+1	2.2	V(+2)
<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	+2	.	+2	1.2	+2	+2	V(+1)
<i>Zeugites americanus</i> Willd.	1.2	1.2	+2	+2	r.2	+2	V(r-1)
<i>Ilex</i> sp.	+1	.	+1	1.1	+1	r.1	V(r-1)
<i>Odontosoria scandens</i> (Desv.) C. Christ.	r.1	r.1	+1	+1	+1	1.1	V(r-1)
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching	r.1	1.2	1.2	1.2	+2	1.2	V(r-1)
<i>Trichomanes robustum</i> E. Fourn.	.	+2	2.2	2.2	2.2	2.2	V(2)
Ep- <i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R. Br.	+2	+2	.	+2	2.2	1.2	V(+2)

E ₃ - <i>Clethra cubensis</i> A. Rich.	.	.	r.1	r.1	r.1	r.1	IV(r)
<i>Cyathea furfuracea</i> Baker	.	r.1	1.1	1.1	.	r.1	IV(r-1)
E ₂ - <i>Guapira obtusata</i> (Jacq.) Little	.	.	+1	1.1	+1	+1	IV(+1)
E ₁ - <i>Ocotea spathulata</i> Mez.	.	.	+1	+1	r.1	r.1	IV(r+)
<i>Elaphoglossum chartaceum</i> (Baker ex Jenm.) C. Christ.	+2	.	.	r.2	+2	+1	IV(r+)
<i>Callicarpa ferruginea</i> Sw.	r.1	1.1	+1	1.1	.	.	IV(r-1)
Ep- <i>Catopsis cf. floribunda</i> L.B. Sm.	+2	+2	1.2	1.2	.	.	IV(+1)
<i>Combinaciones diferenciales</i>							
E ₃ - <i>Henriettea ekmanii</i> (Urb.) Alain	2.2	1.1	+1	.	.	.	III(+2)
E ₁ - <i>Phaius tankervilleae</i> (Banks) Blume	r.2	+2	1.2	.	.	.	III(r-1)
Ep- <i>Polybotrya osmundacea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	+2	+2	+2	.	.	.	III(+)
E ₁ - <i>Bonania erythrosperma</i> (Griseb.) Benth. & Hook. f. ex B. D. Jacks.	.	1.1	+1	.	.	.	II(+1)
<i>Danaea elliptica</i> Sm.	1.2	1.2	.	.	.	.	II(1)
<i>Koanophyllon</i> sp. 1	.	+1	r.1	.	.	.	II(r+)
Ep- <i>Microgramma lycopodioides</i> (L.) Copel.	1.2	.	+2	.	.	.	II(+1)
E ₁ - <i>Politrichum</i> sp.	.	.	.	2.2	1.2	+2	III(+2)
E ₃ - <i>Lyonia</i> sp.	.	.	.	.	1.1	r.1	II(r-1)
<i>Phoradendron</i> sp.	.	.	.	.	r.2	r.2	II(r)
E ₁ - <i>Vaccinium cubense</i> Griseb.	.	.	.	r.1	.	r.1	II(r)
<i>Koanophyllon</i> sp. 2	.	.	.	+1	+1	.	II(+)
Ep- <i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	.	.	.	+2	.	+2	II(+)
<i>Especies agregadas</i>							
E ₁ - <i>Peperomia tenella</i> A. Dietr.	.	.	+2	+2	r.1	.	III(r+)
<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	.	.	+2	.	3.2	2.2	III(+3)
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	+1	.	.	.	r.2	.	II(r-1)
<i>Odontosoria aculeata</i> (L.) J. Sm.	.	r.1	.	.	.	r.1	II(r)
Ep- <i>Psychotria greeneana</i> Urb.	r.1	.	.	.	.	1.2	II(r-1)
<i>Guzmania monostachya</i> (L.) Rusby ex Mez	.	+2	.	.	1.2	.	II(+1)

Ep: Epífita, E_{1,2,3}: Estratos donde la especie está presente, Presen: Presencia.

Otras especies presentes: Inv. 1. *Guatteria moralesii* (M. Gómez) Urb. +1, *Homolepis glutinosa* (Sw.) Zuloaga & Soderstr. +2, *Plagiochila* sp. 4.3; Inv. 2. *Lobelia assurgens* L. 1.1, *Miconia granulata* (Urb.) Majure & Judd +1, *Prescottia stachyodes* (Sw.) Lindl. r.1, *Ilex* sp. r.1, *Melastomataceae* r.1, *Peperomia spathulata* Ham. +2, *Arthrostylidium multispicatum* Pilg. r.1; Inv. 3. *Vernonia* sp. r.1, *Garrya fadyena* Hook. +1; Inv. 4. *Matayba domingensis* (DC.) Radlk. r.1, *Ageratina paucibracteata* (Alain) R.M. King & H. Robins. +1, *Ichnanthus* sp. r.2^o; Inv. 5. *Meriania albiflora* Carmenate & Michelangeli +1, *Dicranopteris flexuosa* (Shrad.) Underw. 1.2, *Lycopodi-*

um clavatum L. +2; Inv. 6. *Miconia dodecandra* (Desv.) Cogn. r.1, *Pinus maestrensis* Bisse r.1, *Wallenia* sp. r.1, *Tillandsia fasciculata* Sw. r.1

Estadios sucesionales

En la zona correspondiente al bosque nublado se encontraron dos fitocenosis que constituyen estadios sucesionales que son:

Dicranopterido flexuosae-Cyrilletum silvae Reyes & Acosta ass. nov.

Holotipus. Este inventario con 14 especies.

Constituye un matorral nublado situado próximo a la cima del Pico La Bayamesa y fue estudia-

do el 21 de marzo de 2003. El estrato arbustivo es muy disperso, pues cubre alrededor del 30 % y alcanza entre 2 y 2,50 m de altura; excepcionalmente ejemplares aislados llegan a los 3 m. El herbáceo es muy denso (100 %), formando una masa compacta de *Dicranopteris flexuosa*, por lo que se dificulta el andar; tiene además sobre el suelo una masa de partes muertas de la misma planta de alrededor de 30 cm lleno de rizoides.

Estrato arbustivo (E₂): *Cyrilla silvae* 3.1, *Lyonia elliptica* +.1, *Ilex macfadyenii* subsp. *macfadyenii* r.1, *Vaccinium cubense* +.1, *Hedyosmum grisebachii* +.1, *Myrsine coriacea* r.1, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis* r.1, *Ageratina paucibracteata* r.1.

Estrato herbáceo (E₁): *Dicranopteris flexuosa* 5.5, *Lycopodiella cernua* (L.) P. Sermoli 2.2, *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon +.2, *Scleria lithosperma* 1.2, *Lisianthus glandulosus* r.1, *Cyathea parvula* r.1.

El suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado, limoso, muy pobre y ácido, proveniente de tobas y areniscas tobáceas; se encuentra lleno de rizoides de *Dicranopteris flexuosa*. Se encuentra en la exposición noreste, la más afectada por los vientos alisios. Se considera que fue un lugar donde los vientos destruyeron el bosque y luego su continuado efecto ha dificultado su recuperación.

***Ageratina paucibracteatae-Cyrilletum silvae* Reyes & Acosta ass. nov.**

Holotypus. Este inventario con 26 especies.

Matorral nublado antrópico, que fue un bosque nublado desbrozado en 1962 para realizar la triangulación de la Sierra Maestra (estudiado el 21 de marzo de 2003). Este matorral sin estratificación alcanza entre 2 y 3 m de altura, con zonas de un 100 % de cobertura, y la parte visitada tiene plantas dispersas. Es considerado como un estadio sucesional fiera I; su pobre desarrollo en 50 años demuestra la fragilidad del bosque nublado y la lentitud de su recuperación.

E₂ + E₁: *Ageratina paucibracteata* 3.2, *Cyrilla silvae* 3.2, *Lyonia elliptica* +.1, *Purdiaea stenopetala* +.1, *Vaccinium cubense* 2.2, *Morella (Myrica) cacuminis* (Britton & P. Wilson) Berazaín & Falcón +.1, *Morella (Myrica) sp.* +.1, *Myrsine*

coriacea 1.1, *Weinmannia pinnata* +.1, *Cyathea parvula* 1.1, *Alsophylla major* 1.2, *Ilex macfadyenii* subsp. *macfadyenii* +.1, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis* +.1, *Garrya fadyena* r.1, *Clusia clusioides* +.1, *Clethra cubensis* r.1, *Viburnum villosum* r.1, *Hedyosmum grisebachii* +.1, *Coccocypselum lanceolatum* 2.2, *Zeugites americanus* 3.2, *Pteridium arachnoideum* 1.2, *Sticherus bifidus* 1.2, *Lycopodium clavatum* 3.2, *Hypericum hypericoides* (L.) Crantz r.1, *Homolepis glutinosa* 1.2, *Scleria lithosperma* +.2.

Se presenta en la cima del Pico La Bayamesa, con 1754 msnm, sobre suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado relativamente erosionado, desarrollado en tobas y areniscas tobáceas. La lluvia alcanza alrededor de 2000 mm y la temperatura media es 14 °C aproximadamente.

En general, en los inventarios estudiados en el bosque nublado se encontraron 44 familias (34 de fanerógamas y 10 de helechos), 70 géneros (56 y 14) y 77 especies (60 y 17), respectivamente. Con relación a las fanerógamas, las familias más prolíficas son *Melastomataceae* (6 géneros y 6 especies), *Rubiaceae* y *Poaceae* (4 y 4), *Asteraceae* (3 y 4), *Orchidaceae* y *Bromeliaceae* (3 y 3).

Es conocido (Reyes *et al.*, 2011) que las condiciones de altitud y su interrelación con la temperatura y la humedad ambiental, la frecuencia casi diaria de las precipitaciones horizontales (nieblas y nubes bajas) (Samek & Travieso, 1968; Boytel, 1972; Hager, 1990), los vientos fuertes, el bajo pH y la elevada oligotrofia del suelo (Renda, 1989) y la intensa radiación solar constituyen tensiones que condicionan la altura, estructura, alta esclerofilia, elevado epifitismo y demás características del bosque nublado. Van Stenis (cit. Leigh, 1982) considera que en bosques de este tipo el crecimiento se atrofia debido a la particular pobreza del suelo.

Debido a la gran masa orgánica y su notable estera radical (13 651,2 g/m²), en ella se produce el ciclo de nutrientes de este conspicuo ecosistema (Reyes & Fornaris, 2011; Reyes *et al.*, 2011). Es decir, este pobre y ácido suelo solo es usado para la fijación de las plantas (raíces gruesas) y prácticamente no participa en su alimentación.

Todas estas condiciones expuestas condicionan la particularidad sintaxonómica de esta fitocenosis, que constituye incluso un orden específico.

Con relación a *Melastomataceae*, la familia más prolífica de este bosque nublado, ya Howard (1968) expuso que en Puerto Rico la misma caracteriza el denominado *elfin forest*.

Vulnerabilidades frente al cambio climático

De los cuatro efectos principales reportados para Cuba por el IPCC (2014), dos afectarán sensiblemente el bosque nublado: el aumento de la temperatura y la pérdida del hábitat; el primero es aquí el fundamental, ya que el segundo es consecuencia del principal.

El aumento de las temperaturas, que se considera puede ser de hasta 2,5 °C en 2100 y tal vez más (IPCC, 2014), puede provocar serios trastornos en este ecosistema. Entre ellos, que al ser el tipo de vegetación con mayor altitud en el archipiélago cubano sus especies no pueden migrar hacia arriba, y gran parte deberán desaparecer cuando las condiciones ambientales las sometan a un estrés intolerable.

Al incrementarse la temperatura, aumentará el déficit de saturación y correspondientemente también la evapotranspiración, con una pérdida sensible de humedad ambiental; disminuirán también las precipitaciones horizontales, nubes bajas o sombra húmeda (Boytel, 1972). Todo ello producirá un estrés hídrico en las plantas y en la estera radical con los proporcionales efectos negativos sobre la biota.

Es conocido que el bosque nublado está sometido a grandes tensiones ambientales (Reyes *et al.*, 2011). En la parte baja del mismo las temperaturas promedios alcanzan poco más de los 15 °C (Montenegro, 1991a), por lo que es el ecosistema cuyos elementos están acostumbrados a las temperaturas relativamente más bajas respecto a otros tipos de vegetación cubanos. Por ello sus componentes son muy sensibles a los aumentos de temperatura.

Infiriendo como el peor escenario cubano el aumento de temperatura de 2,5 °C en 2100, y considerando que se mantiene un gradiente de disminución de temperatura de 0,65 °C/100 m de elevación para la Sierra Maestra (Montenegro, 1991a); el aumento de elevación de la parte baja del bosque nublado (situación actual, 1500 msnm) sería de 383 m, con lo que las condiciones ecológicas de dicha parte baja se producirían a 1944 msnm, es decir, prácticamente la elevación del Pico Turquino. Incluso,

con un aumento medio de 200 m de elevación, esas condiciones se encontrarían a 1700 msnm, desapareciendo prácticamente los bosques de Pico Bayamesa, Pico Maceo y Pico Martí, que son los más elevados fuera del grupo del Turquino; es decir, solo quedaría un pequeño relicto en el grupo expuesto (subtipo *Ocotea reticularis*).

Es preciso puntualizar que los cambios se producirán paulatinamente, con modificaciones taxonómicas a relativamente mediano plazo, cada vez más intensa a medida que aumenta el tiempo de afectación, y estructurales a más largo plazo.

Se considera que las primeras especies afectadas serán las epífilas, las epífitas, las que crecen sobre la hojarasca y las que tienen hojas hipoesclerófilas, como muchos briófitos y helechos epífitos, que incluso aquí crecen sobre el mantillo. Se deduce que en el bosque nublado las especies que serán primeramente afectadas serán *Lisianthus glandulosus*, *Trichomanes robustum*, *Isochilus linearis*, *Elaphoglossum chartaceum*, *Phaius tankervilleae*, *Polybotrya osmundacea*, *Microgramma lycopodioides*, *Hymenophyllum polianthos*, *Zeugites americanus*, *Danaea elliptica*, *Peperomia tenella*, *Peperomia spathulata*, *Coccocypselum lanceolatum*, *Homolepis glutinosa*, *Lobelia assurgens*, *Campiloneurum phyllitidis*, *Henriettea ekmanii*, *Hedyosmum grisebachii*, entre otras.

A medida que se mantiene o acentúa el efecto expuesto, también se causará la pérdida y/o cambios en los microhábitats del bosque debido al aumento de la desecación. Ello producirá afectación a largo plazo de la biota edáfica, fundamentalmente la que participa en la descomposición del mantillo. También habrá desequilibrios en el ecosistema por la pérdida de especies de la cadena trófica dentro del suelo, lo que puede influir incluso en las especies de la superficie. Igualmente puede suceder con los animales, principalmente por el deterioro o disminución de los productores.

Debido al incremento de la temperatura, así como la intensidad y longitud de las sequías, con el consiguiente aumento de la evaporación, se debe producir la disminución y/o pérdida de la estera radical, que como es conocido (Reyes *et al.*, 2011; Reyes y Fornaris, 2011) la vegetación

vive aquí de su propio reciclaje en la misma, lo que provocaría por tanto un cambio insostenible en el régimen nutricional y de absorción del agua del bosque nublado. A su vez, se debe producir un desequilibrio en el proceso normal de descomposición de la materia orgánica. Se ocasionan también cambios profundos en el contenido de carbono de los suelos.

Esencial será la disminución del agua edáfica debido al aumento de la evaporación del agua del suelo y de la estera radical, a causa del incremento de la temperatura y de la frecuencia e intensidad de las sequías, con el consiguiente aumento de la tensión de absorción del agua del suelo por la biota, debido a la acentuación de la presión osmótica de los solutos del suelo. Ello afectaría primeramente a las especies acostumbradas a la baja tensión osmótica.

Habrá un gran deterioro de este ecosistema producto del aumento de los huracanes intensos, debido a que la mayor parte de su enraizamiento se produce en la estera radical, y solo las raíces gruesas de fijación penetran el suelo, lo que producirá la formación de claros debido a la caída de los árboles, lo que originará el desarrollo de procesos sucesionales.

CONCLUSIONES

- La clase *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae* se describe por primera vez.
- El efecto principal del cambio climático sobre el bosque nublado es por el aumento de la temperatura.
- Este bosque nublado es la formación vegetal más amenazada de la Sierra Maestra por el aumento de la temperatura.
- Las primeras especies afectadas por el aumento de la temperatura serán las epífilas, las epífitas y las que crecen sobre la hojarasca.
- El efecto del aumento de la temperatura sobre la estera radical es fundamental para la sobrevivencia de este ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Rodríguez, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Contributions to Botany 98. 1192 p.
- Alain (Hno.). 1964. Flora de Cuba. Vol. 5. Asociación de Estudiantes de Ciencias Biológicas. La Habana. 362 p.
- Álvarez, A.F., *et al.* 2012. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales, MINAG. 248 p.
- Barros, V.R., *et al.* (Edts.). 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II. Contributions to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Beyrís, A., Reyes, O.J., Costa-Acosta, J. 2018. Incremento de la temperatura: Efecto en la pluvisilva montana de la reserva de la biosfera Baconao. En: El cambio climático y la biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba, Proyecto de Programa Nacional. p. 161-169.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico Técnica. 384 p.
- Borhidi, A. 1996. Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. 2 Ed. Budapest. Akadémiai Kiadó. 926 p.
- Borhidi, A., Fernández-Zequeira, M., Oviedo Prieto, R. 2017. Rubiáceas de Cuba. Budapest. Akadémiai Kiadó. 494 p.
- Boytel Yambú, F. 1972. Geografía eólica de Oriente. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 251 p.
- Braun Blanquet, J. 1951. Pflanzensoziologie; Grundzüge der Vegetationskunde. 2 Aufl. Wien.
- Capote, R., Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional (CU) 5(2): 27-75.
- CITMA. 2017. Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Propuestas. Documento del Programa de enfrentamiento al Cambio Climático.
- Congreso Forestal de Cuba (VII). 2017. En: Convención Internacional Agroforestal (INAF). La Habana, 12-16 Junio de 2017.
- Edenhofer, O., *et al.* 2014. Mitigation of climate change. Working Group III. Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Greuter, W., Rankin Rodríguez, R. 2016. Espermatófitos de Cuba. Inventario preliminar. Botanischer Garden, Botanisches Museum Berlin-Dahlem & Jardín Botánico Nacional Universidad de La Habana. 398 p.
- Greuter, W., Rankin Rodríguez, R. 2017. Vascular plants of Cuba. A preliminary checklist. Second, updated Edition of The Spermatophyte of Cuba, with Pteridophyte added. Botanischer Garten - Botanisches Museum Berlin-Dahlem & Jardín Botánico Nacional, Universidad de la Habana. 444 p.
- Gutiérrez, J.E. 2000. Flacourtiaceae. En: Greuter, W. Manitz, H. & Rankin Rodríguez, R. (eds.). Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares. Fascículo 5(1). Ed. Koeltz Scientific Books, Königstein. 76 p.
- Hagen, S. 2007. Orchidaceae-II. Pleurothallidinae, 1. En: Greuter, W., Rankin Rodríguez, R. & Manitz, H. (Eds.). Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares. Fascículo 12(2). Ed. Koeltz Scientific Books. Königstein. 149 p.
- Hager, J. 1990. Flora y vegetación de Loma Quita Espuela: Restos de la vegetación natural en la parte oriental de la Cordillera Septentrional, República Dominicana. Moscosoa (DO) 6: 99-123.

- Howard, R.A. 1968. The ecology of an elfin forest in Porto Rico: 1. Introduction and composition studies. *Journal of the Arnold Arboretum (US)* 49(4): 381-418.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). 2014. Cuba: Elementos a considerar en el desarrollo de acciones nacionales de enfrentamiento al Cambio Climático. 2015/2030. Borrador 4.2, 15 Septiembre 2014.
- Leigh, R.G. Jr. 1982. Estructura y clima en la pluvisilva tropical. En: *Evolución en los Trópicos*. Smithsonian Tropical Research Institute. p. 161-175.
- León (Hno.). 1946. Flora de Cuba. Vol. 1. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 8, La Habana. 441 p.
- León (Hno.), Alain (Hno.). 1951. Flora de Cuba Vol. 2. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 10, La Habana. 456 p.
- León (Hno.), Alain (Hno.). 1953. Flora de Cuba. Vol. 3. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 13, La Habana. 505 p.
- León (Hno.), Alain (Hno.). 1957. Flora de Cuba. Vol. 4. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 16, La Habana. 556 p.
- Méndez, I. *et al.* 1994. Atlas de rocas de la Sierra Maestra. Empresa Geominera de Oriente. 125 p.
- Montenegro, U. 1991a. Temperatura media anual. En: Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba. Mapa 26. (escala 1,750.000).
- Montenegro, U. 1991b. Humedad relativa media anual a las 13:00 horas. En: Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba. Mapa 28. (escala 1,1.125.000).
- Montenegro, U. 1991c. Humedad relativa media anual a las 07:00 horas. En: Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba. Mapa 42. (escala 1,1.125.000).
- Mueller-Dombois, D., Ellemberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons Ed. 547 p.
- Raunkiaer, C. 1934. *The Life Forms of Plant and Statistical Plant Geography*. USA. Oxford University. 632 p.
- Renda, A. 1989. Particularidades edafológica-forestales de la región central de la Sierra Maestra. 27 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)—ISCA (Instituto Superior de Ciencias Agrícolas).
- Renda, A. *et al.* 1981. Estudio edafológico, fisiográfico y agrisilvicultural de la Sierra Maestra, municipio Guisa. La Habana. Centro Investigación Forestal. 90 p.
- Reyes, O.J. 2006. Clasificación de la vegetación de la Sierra Maestra. Biodiversidad de Cuba Oriental, Vol. VIII. Editorial Academia. p. 23–41.
- Reyes, O.J. 2011-2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional (CU)* (32-33): 59-71.
- Reyes, O.J., Acosta Cantillo, F. 2005. Vegetation. Cuba: La Bayamesa National Park. In: *Rapid Biological Inventories*: 13. D. Maceira, A. Fong, W.S. Alverson & T. Wachter, Eds. p. 43 – 50 y Appendix 1, p. 150 – 161.
- Reyes, O.J., Acosta Cantillo, F. 2011. Fitocenosis en los bosques semidecíduos de Sabana y Maisí, Guantánamo, Cuba Oriental. *Caldasia (CO)* 33(2): 507-518.
- Reyes, O.J., Acosta Cantillo, F. 2013. Fitocenosis en los mogotes de la Gran Meseta de Guantánamo, Cuba Oriental. *Caldasia (CO)* 35(1): 135-147.
- Reyes, O.J., Fornaris, E. 2011. Características funcionales de los principales bosques de Cuba Oriental. *Polibotánica (MX)* 32: 83-99.
- Reyes, O.J., Portuondo, E., Vadel, E., Fornaris, E. 2011. Características fisonómicas y funcionales del bosque nublado de la Sierra Maestra. *Moscosa (DO)* 17: 139-149.
- Russó Milhet, I. 2015. La política forestal en Cuba. *Agricultura Orgánica (CU)* 21(1): 6-7.
- Samek, V. 1973. Pinares de la Sierra de Nipe; Estudio Sinecológico. La Habana. Academia Ciencias Cuba. Serie Forestal 14. 58 p.
- Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. La Habana. Instituto Cubano del Libro. Ciencia y Técnica. 291 p.
- Samek, V. 1975. Hohenstufengliederung der Sierra Maestra (Kuba) und die Vegetation der Supramontanen Stufe. *Archiv Bereich Waldbau-Forstschutz, TU Dresden*.
- Samek, V., Travieso, A. 1968. Clima regiones de Cuba. *Revista Agricultura (CU)* 2: 5-23.
- Sánchez, C. 2017. Lista de los helechos y licófitos de Cuba. *Brittonia*, DOI 10.1007/s12228-017-9485-1. ISSN: 0007-196X (print) ISSN: 1938-436X (electronic, published online 23 June 2017). 24 p.
- Scamoni, A., Passarge, H. 1959. Gedanken zu einer natürlichen Ordnung der Waldgesellschaften. *Archiv Forstwesen (AL)*. 8: 382-426.
- Scamoni, A. & Passarge, H. 1963. *Einführung in die praktische Vegetationskunde*. 2 Aufl. Jena. 236 p.
- Trusov, I.I., Izquierdo, A., Díaz, L.R. 1983. Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba. *Acad. Cienc. Cuba*. La Habana. Instituto de Geografía. 150 pp. y 10 mapas. (Monografía).
- Weber, H.E., Moravec, J., Theurillat, J.P. 2000. *International Code of Phytosociological Nomenclature*. 3rd Edition. *Journal of Vegetation Science (US)* 11: 739-768.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Orlando J. Reyes Domínguez

Ingeniero Agrónomo, Dr. en Ciencias Forestales (Dr. rer. silv.), profesor e investigador titular, ha dirigido proyectos de investigación y tesis de maestría y doctorado, ha publicado y participado en eventos nacionales e internacionales.

APORTE EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL DE MATANZAS, CUBA

CONTRIBUTION IN THE MITIGATION OF CLIMATE CHANGE FOR THE FOREST HERITAGE OF THE INTEGRAL ENTERPRISE FOREST OF MATANZAS, CUBA

DRA. OSIRIS ORTIZ-ÁLVAREZ¹, DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO², ESP. ROBERTO RAMOS-GUTIÉRREZ¹,
ESP. LOURDES GÓMEZ-PULIDO¹, ING. EDUARDO MONAGAS-VALLE³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-forestales. UCTB Itabo, Calle Esteban Hernández 354, Martí, Matanzas, Cuba.

itabo@forestales.co.cu, teléf.: 053-045-552174

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no 1723 e/17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba. archie@forestales.co.cu, teléf.; 053-7-2082554; fax: 053-7-2082189

³ Empresa Forestal Integral Forestal. Milanés 32, altos, Matanzas, Cuba.

RESUMEN

A pesar de que los bosques naturales cubanos se encuentran en su mayoría degradados producto de la incidencia del hombre sobre los mismos, se intensifica el mejoramiento y/o enriquecimiento de estos, así como el establecimiento de plantaciones que incrementen su existencia y disminuyan las áreas carentes de este recurso, el cual es manejado en su mayoría, por las Empresas Forestales Integrales (EFI) pertenecientes al Ministerio de la Agricultura. Múltiples son las intenciones u objetivos que persiguen dichas entidades con ello, pero no siempre el manejo dado es el más adecuado, incidiendo en que no tengan una contribución verdaderamente positiva para la reducción del reforzamiento del efecto invernadero y a la estabilización del cambio climático. En este sentido se cuantifica el carbono retenido por el patrimonio forestal de la EFI Matanzas, la cual se localiza en la provincia de igual nombre y que extiende su radio de acción en el norte y centro de este territorio.

Palabras claves: *Bosques, mitigación, cambio climático, retención, carbono.*

INTRODUCCIÓN

Los árboles y bosques juegan un rol crucial en la regulación del clima. Los árboles remueven el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis y almacenan el carbono en carbohidratos,

ABSTRACT

Although the Cuban natural forests are in their majority degraded product of the product of the man's incidence on the same ones, the improvement and/or enrichment of these is intensified, as well as the establishment of plantations that increase its existence and diminish the lacking areas of this resource, which is managed in its majority, for the Integral Forest Enterprise (EFI) belonging to the Ministry of the Agriculture. Multiple they are the intentions or objectives that pursue this Entities with it, but the given handling is not always the most appropriate, impacting in that don't have a really positive contribution for the reduction of the reinforcement of the effect greenhouse and to the stabilization of the climatic change. In this sense the carbon is retained by the forest patrimony of the EFI Matanzas, which is located in the equal province names and that it extends its action radio in the north and center of these territories.

Key words: *forests, mitigation, climatic change, retention, carbon.*

lignina y celulosa. El carbono es retenido en la biomasa (troncos, ramas, follaje, raíces, etc.) y como carbono orgánico en el suelo (Rollinson, 2007). Señala este mismo autor que por las

características de las plantas verdes de absorber o retener el CO₂ para emplearlo como “sustrato” en el proceso de fotosíntesis, los árboles son considerados entes sumideros de carbono.

Brown (1993) expone que los bosques pueden contribuir a la mitigación del cambio climático a través de su influencia en el ciclo global del carbono, ya que almacenan grandes cantidades de carbono atmosférico, lo intercambian mediante la fotosíntesis, lo liberan cuando sufren alteraciones y pueden ser objeto de prácticas de ordenación forestal capaces de modificar su función en ese ciclo. Estudios recientes indican que la ordenación local de los bosques con miras al secuestro del carbono podría reducir las emisiones de CO₂ en una proporción equivalente al 11-15 % de las emisiones producidas por la quema de combustible fósil durante el mismo período. Plantea además que los principales objetivos de la ordenación de tierras forestales suelen ser los siguientes: producción de madera para la industria, producción de leña, obtención de productos forestales no madereros, protección de recursos naturales (por ejemplo, diversidad biológica, aguas y suelos), ordenación de la flora y la fauna silvestres, recreación, rehabilitación de tierras degradadas, etc., refiriendo la autora que la conservación y secuestro del carbono constituirá un beneficio más de las actividades de ordenación realizadas con dichos fines, ya que al reducir las concentraciones atmosféricas de CO₂ se mitiga el cambio climático.

En la Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático se señala la importancia de incorporar metodologías y técnicas de evaluación para los estudios de mitigación (República de Cuba, 2015). Sobre la base de los estimados de remoción anual de carbono por los bosques cubanos, realizados para 2002 (López *et al.*, 2005), la biomasa aérea del bosque cubano removía de la atmósfera como promedio 1,74 Mg-C • ha⁻¹ • año⁻¹, lo que significa que el incremento del área boscosa registrado entre 2000 y 2009 representa un aumento acumulado de las remociones nacionales de 4,13 Tg-C con respecto a 2000 (Álvarez, Mercadet y col., 2011).

Múltiples son las intenciones u objetivos que persiguen las Empresas Forestales Integrales (EFI) con el mejoramiento y/o enriquecimiento de los bosques naturales y el establecimiento de nuevas plantaciones, pero no siempre el manejo silvícola dado es el más adecuado, incidiendo en que no tengan una contribución verdaderamente positiva, tanto para el objetivo económico previsto como para la reducción del reforzamiento del efecto de invernadero y a la estabilización del cambio climático.

Una de las empresas evaluadas lo constituye la EFI Matanzas, la cual se localiza en la provincia de igual nombre y que comprende su radio de acción en el norte y centro de este territorio.

En el presente reporte se valora cómo la entidad contribuye a la mitigación del cambio climático con la retención de carbono en su patrimonio forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

La provincia de Matanzas comprende un área de 11 787,68 km², constituyendo la segunda en mayor extensión territorial de la Isla. Se encuentra ubicada en la parte más oriental de la zona occidental del país, limitando con las provincias de Mayabeque por el oeste y con Villa Clara-Cienfuegos por el este. El patrimonio forestal de la EFI Matanzas abarca el norte-centro de la provincia (*Fig. 1*).

La EFI Matanzas cuenta con una extensión territorial de 65 965,7 ha, las cuales, según el Departamento de Silvicultura, Producción y Desarrollo (2013), se distribuyen en:

Tabla 1. Superficie por categoría de áreas

Categoría de área	Superficie (ha)
Área forestal total. De ellas:	58 982,4
a) Cubierta de bosques	52 438,4
• Plantaciones establecidas	10 129,8
• Plantaciones en desarrollo	1337,1
• Bosque natural	40 971,5
b) Por cubrir	6544,0
• Área inforestal. De ellas:	6983,3
• Pastizales	41,3
• Ciénagas	1233,9
• Tierras de cultivos (autoconsumo)	255,8
• Otras	5452,3
Total	65 965,7

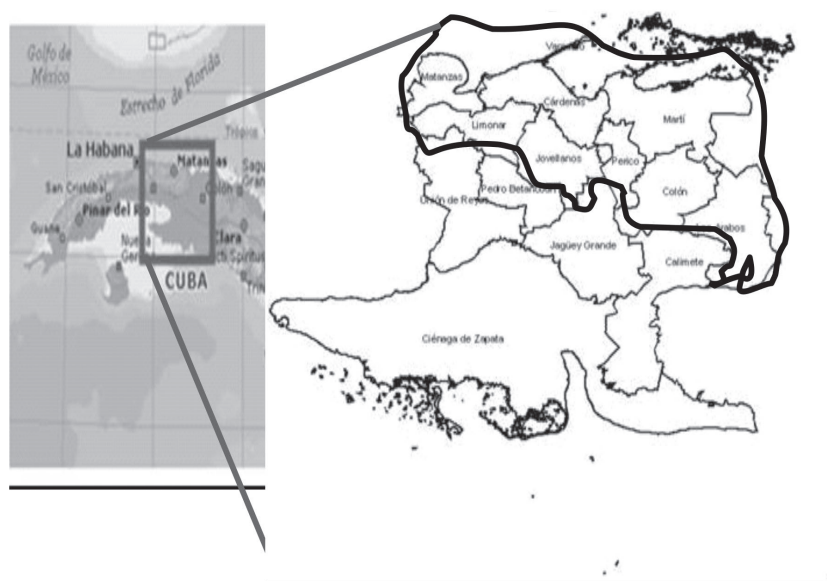


Figura.1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Esta empresa tiene como principal actividad la producción de madera, abarcando las especies *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Calophyllum calaba* L. y *Casuarina* spp. las mayores extensiones de plantaciones establecidas. Las formaciones boscosas predominantes son los bosques semi-decíduos sobre caliza y manigua costera.

Se recopiló la información referida a las existencias (ha), volumen de madera (m^3), supervivencia de las plantaciones, talas, áreas afectadas por incendios y el incremento medio anual (IMA) de plantaciones y bosques naturales, correspondiente 2013 en el Departamento de Silvicultura, Producción y Desarrollo de la EFI Matanzas.

Para conocer la cantidad de carbono retenido y la contribución a la mitigación del cambio climático según indicador de manejo sostenible se procesó la información empleando el soporte digitalizado SUMFOR v. 2.16 (Álvarez y Mercadet, 2012).

Para calcular la equivalencia del carbono retenido con el CO_2 removido de la atmósfera se multiplica el valor por 44/12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se aprecia que la mayor cantidad de biomasa se concentra en los bosques naturales por su extensión territorial, representando el 71,5 % del total.

Tabla 2. Existencia de biomasa (kt)

Tipo de bosque	Biomasa
Plantaciones establecidas	1802,2
Bosques naturales	4523,1
Empresa	6325,3

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de áreas de la EFI, los bosques naturales constituyen el 67,8 % del total de carbono retenido por el patrimonio de la empresa (*Tabla 3*). El carbono retenido por la EFI en el año base representan 38 548 400 t de CO_2 removidos de la atmósfera.

De las 23 especies que están representadas en las plantaciones establecidas, las mayores extensiones en superficie y cantidad de carbono retenido la ocupan *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Calophyllum calaba* L., *Casuarina* spp. y *Eucalyptus* spp. (*Tabla 4*).

Tabla 3. Carbono retenido por el patrimonio forestal de la EFI (kt)

Tipo de áreas del patrimonio	Biomasa	Necromasa	Suelo	Empresa
Plantaciones establecidas	856,6	87,8	950,3	1894,7
Plantaciones en desarrollo	13,3		164,5	177,8
Bosques naturales	2120,4	349,6	4662,5	7132,5
Área por (re)forestar	190,5		248,7	439,2
Área inforestal	53,8		815,2	869,0
Empresa	3234,6	437,4	6841,2	10 513,2

Tabla 4. Superficie (ha) y carbono retenido (kt) de las plantaciones establecidas

Especies		Superficie (ha)	Carbono retenido (kt)
Nombre vulgar	Nombre científico		
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	0,80	0,13
Roble blanco	<i>Tabebuia angustata</i> Britt.	1,00	0,17
Majagua	<i>Hibiscus elatus</i> (Sw.)	2,00	0,30
Palma real	<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O. F. Cook.	2,50	0,33
Bijáguara	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	2,80	0,42
Paraíso de la India	<i>Melia azadirachta</i> Lin.	3,20	0,67
Algarrobo del país	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) F. Muell.	4,00	0,76
Bambú	<i>Bambusa vulgaris</i> L. var. <i>vulgaris</i>	8,40	1,10
Gmelina	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	9,80	1,71
Caoba africana	<i>Khaya</i> spp.	11,00	2,40
Acacia	<i>Acacia mangium</i> Willd.	13,14	2,60
Soplillo	<i>Lysiloma latisiliqua</i> (L.) Benth.	22,00	4,88
Algarrobo indio	<i>Albizia procera</i> Benth.	25,30	4,81
Algarrobo sp.	<i>Albizia</i> spp.	34,70	6,29
Sabicú	<i>Lysiloma sabicu</i> A. Rich.	34,80	4,75
Teca	<i>Tectona grandis</i> L. F.	46,10	8,78
Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	50,10	9,19
Ipil-ípil	<i>Leucaena leucocephala</i>	51,10	9,82
Caoba de Honduras	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	117,80	20,28
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.	670,70	157,00
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> Fors.	671,60	152,38
Ocuje	<i>Calophyllum antillanum</i> Britt.	1471,30	278,95
Pino macho	<i>Pinus caribaea</i> M. var. <i>caribaea</i> B.&G.	6875,70	1227,00

Ortiz (2010) reporta que las especies *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell y *Calophyllum calaba* L. pueden alcanzar un punto de asimilación máxima de CO₂ elevado, y otras como *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. ssp. *latisiliquum* que se favorecen con el incremento de la concentración de CO₂ al presentar una alta eficiencia fotosintética.

Respecto a los bosques naturales, son las formaciones semicaducifolio sobre caliza (Scf/c) y manigua

costera las más representadas con 11 389,7 ha y 24 636,1 ha, respectivamente. En la primera formación la categoría productor abarca la mayor superficie con unas 5690,9 ha, mientras que la categoría protector del litoral es la más extendida en la manigua costera con 15 036,5 ha.

Atendiendo a dichas formaciones, son los bosques semicaducifolioS sobre suelo ácido y calizo los de mayor cantidad de carbono promedio acumulado con 211,2 t/ha y 192,9 t/ha (Tabla 5).

Tabla 5. Carbono retenido por formación (kt)

Formación	Superficie (ha)	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	t/ha
Manglar	3064,8	284,5	26,1	0,0	310,7	101,4
Manigua costera	24 636,1	1017,8	210,2	3 030,2	4258,2	172,8
Scf. Sobre suelo ácido	1278,4	101,9	10,9	157,2	270,0	211,2
Scf. Sobre suelo calizo	11 389,7	698,7	97,2	1400,9	2196,8	192,9
Scf. Sobre suelo mal drenaje	153,5	6,1	1,3	18,9	26,3	171,1
Uveral	449,0	11,4	3,8	55,2	70,5	157,0

Haciendo la valoración por categoría, los bosques productores registran la mayor cantidad de carbono acumulado con un promedio de

185,9 t/ha. En la *Tabla 6* se puede apreciar estos resultados.

Tabla 6. Acumulación de carbono por cada categoría de bosques (kt)

Categoría	Superficie (ha)	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	(t/ha)
Productor	16 581,4	908,8	141,5	2031,6	3081,9	185,9
Protector agua/suelos	5236,5	323,3	44,7	539,1	907,1	173,2
Protector litoral	19 092,6	885,9	162,9	2084,3	3133,1	164,1
Protector flora/fauna	61,0	2,5	0,5	7,5	10,5	171,8

Es importante señalar que la EFI Matanzas registra una superficie media anual quemada de 107,14 ha, ocurriendo el 100 % de los incendios forestales en las plantaciones establecidas. Sin embargo, registra una contribución favorable a la mitigación del cambio climático debido a que la superficie media de plantación es de 8,8 ha/año, registrando un logro promedio de las plantaciones del 90 %, y el volumen medio extraído (390 m³) no excede a la existencia de árboles en pie, ejecutándose dicha extracción en las plantaciones establecidas.

Los resultados de la línea base de retención de carbono para un periodo de 10 años se

representa en la *Fig. 2*, mostrando una tendencia ascendente. Dicha línea demuestra que los bosques naturales retienen mayor cantidad de carbono, incidiendo en este resultado la superficie que ocupan estas áreas, y además que las talas por raleos, talas rasas y la ocurrencia de incendios se registran en las plantaciones.

Para 2013 la contribución en la mitigación del incremento del efecto invernadero y a la estabilización del cambio climático alcanzó un valor de tres puntos, según indicador de manejo sostenible.

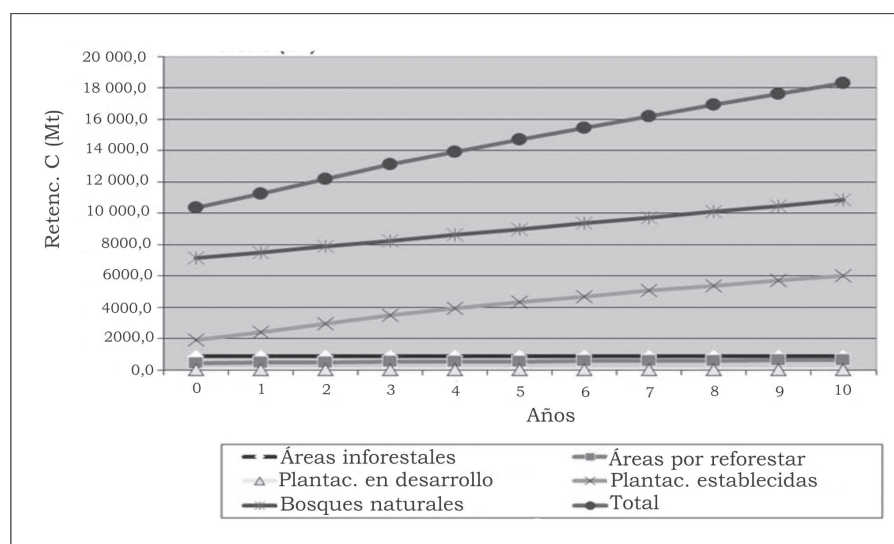


Figura 2. Línea base de carbono para un período de 10 años.

CONCLUSIONES

- La mayor contribución en la retención de carbono por el patrimonio de la EFI la aportan los bosques naturales.
- La gestión técnica de la EFI Matanzas hasta 2013 muestra una contribución favorable en la mitigación del reforzamiento del efecto

invernadero y a la estabilización del cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez A., Mercadet, A. y col. 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Ministerio de la Agricultura. Cuba. 248 p.

Álvarez A., Mercadet, A. 2012. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.16. Proyecto: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Subsector Forestal; Programa Nacional: Cambio climático en Cuba: Impactos. Mitigación y Adaptación. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. Inédito.

Brown, S., *et al.* 1993. Tropical forests: their post present and potential future role in the terrestrial carbon budget. *Water Air Soil Pollut.* 70:71-94.

Departamento de Silvicultura. Producción y Desarrollo (2013). Comunicación personal.

López, C. P., *et al.* 2005. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en Cuba durante el año 2002. La Habana. Instituto de Meteorología. CITMA.

Ortiz, O. 2010. El sector forestal de la península Zapata. Matanzas. Cuba: Aspectos de su interrelación con el cambio climático. 295 p. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ecología). Universidad de Alicante/ Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca.

República de Cuba. 2015. Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. p. 150.

Rollinson. T., J.D. 2007. Forest and climate change: conclusions and the way forward. In: *Forestry and climate change*. CAB International. Edit por: PH Freer. MSJ Broadmeadow. JM Lynch. UK/USA/London. 233-240.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Osiris Ortiz Álvarez

La autora se graduó de Ingeniería Forestal en la Universidad de Pinar del Río, Cuba, y se desempeñó como investigadora en la Unidad de Ciencia y Técnica de Base de Itabo, Matanzas, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, donde participó en el desarrollo de proyectos relacionados con la genética forestal y con el sector forestal y el cambio climático. En 2010 obtuvo el grado de Doctora en Ciencias Ecológicas en la Universidad de Alicante, España. Es autora contribuyente del libro *El sector forestal cubano y el cambio climático* y coautora del libro *Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Fue integrante del equipo técnico que lleva a cabo el proyecto Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático: Sector Forestal.

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *SIDEROXYLON JUBILLA* (EKMAN EX URB.) T. D. PENN. EN LA RESERVA ECOLÓGICA EL GIGANTE

POPULATIONAL STRUCTURES OF *SIDEROXYLON JUBILLA* (EKMAN EX URB.) T. D. PENN. IN THE ECOLOGICAL RESERVE EL GIGANTE

M.Sc. ADONIS SOSA-LÓPEZ¹, M.Sc. WILLIAM SANTOS-CHACÓN¹, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRÍN¹
E ING. JOSÉ L. RODRIGUEZ-FONSECA¹

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

RESUMEN

Sideroxylon jubilla es un taxón endémico de la región oriental, categorizada como casi amenazada (NT), es una especie de interés para la administración del área protegida reserva ecológica El Gigante, por el alto nivel de explotación de la especie en la Sierra Maestra en las décadas de 1940 a 1960, lo que justifica la necesidad de determinar su estructura poblacional para el manejo efectivo de la misma. Se utilizó el transecto como método de muestreo y registro de datos, tomando como base la presencia del taxón en el área, se realizaron seis transectos de 50 m x 10 m, donde se registró la abundancia de los individuos y los siguientes parámetros: altura, diámetro a 1,30 m, reproducción, evidencia de daños mecánicos, estado fitosanitario. La identificación y localización de *Sideroxylon jubilla* en la reserva ecológica El Gigante, permitió el hallazgo, 286 individuos, lo cual constituye una valiosa contribución al estudio de la especie en el país.

Palabras claves: Estructura poblacional, *Sideroxylon jubilla*, monitoreo, amenazadas.

INTRODUCCIÓN

Cuba alberga la más alta riqueza de plantas del Caribe. Es considerada entre las cuatro islas con mayor cantidad de especies vegetales a nivel mundial, y la primera en número de taxones por kilómetro cuadrado. En 2010 se registraban para Cuba unos 5778 taxones nativos de plantas con semillas, con un 51,4 % de endémicos (Acevedo y Strong, 2008), pero se estima que la flora cubana, incluidas *Magnoliophyta*,

ABSTRACT

Sideroxylon jubilla is an endemic taxon of the east region, categorized as almost threatened (NT), it is a species of interest for the administration of the protected area the ecological reserve El Gigante, for the high level of exploitation of the species in the mountains of the Sierra Maestra in the decades of 1940 at 1960, what justifies the necessity to determine its population structure for an effective management. It was used the transect as sampling method and registration of data, taking as base the presence of the taxon in the area, they were carried out six transects of 50 m x 10 m, where was registered the abundance of the individuals and the following parameters: height, diameter to 1,30 m, reproduction, evidence of mechanical damages, sanitary state. The identification and localization of *Sideroxylon jubilla* in the ecological reserve El Gigante, allowed the discovery of 286 individuals, which constitutes a valuable contribution to the study of the species in the country.

Key words: Populational structures, *Sideroxylon jubilla*, monitoring, threatened.

Pinophyta, *Pteridophyta* y *Briophyta*, alcanza los 7500 taxones con porcentaje de endemismos superior al 50 % (González-Torreset *al.*, 2013). En la actualidad uno de los mayores retos para la conservación y el manejo sostenible de la biodiversidad es mantener poblaciones viables en sus entornos naturales (CBD, 1992). Los estudios de estructura poblacional son fundamentales para emitir criterios sobre el estado

de conservación de las especies y dilucidar los eventos e interacciones que han dado origen a las poblaciones (Begoña, 2002). Por ello, a pesar de constituir un registro puntual de la dinámica poblacional, permiten describir la población de forma objetiva.

La estructura de una población es el resultado de la acción de fuerzas bióticas y abióticas a que los miembros de dicha población, y de sus ancestros, han estado sujetas en el pasado (Hutchings, 1997). Por consecuencia, la estructura de los bosques es producto de la dinámica de los ecosistemas, y se ve afectada por una variedad de factores del sitio y de las especies que ahí coexisten. Por lo tanto, el estudio de la estructura proporciona información relevante respecto a la composición de las comunidades y poblaciones dentro de las comunidades (Álvarez *et al.*, 2004).

La Sierra Maestra ha experimentado una degradación considerable de sus valores naturales por diversos factores, naturales y antrópicos; no obstante, existen numerosas áreas con alto potencial de biodiversidad y conservacionista. Así se encuentra la reserva ecológica El Gigante. La misma posee destacados valores paisajísticos, varios endémicos de la flora de Cuba, entre ellos endémicos distritales de distribución restringida, un elevado número de especies valiosas económicamente, diversos taxones de flora amenazada y bosques primarios que atesoran altos valores de biodiversidad.

La especie *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn (*Sapotaceae*), taxón endémico de la región oriental, conocida vulgarmente como jubilla, reportada como casi amenazada (NT) por Lazcano *et al.* (2005), y citada por Berazaín *et al.* (2005) en la Lista Roja de la Flora Vascular Cubana, es una especie de interés para la administración del área protegida reserva ecológica El Gigante, por el alto nivel de explotación de la especie en la Sierra Maestra en las décadas de 1940 a 1960, lo que justifica la necesidad de tener elementos sobre su biología poblacional para el manejo efectivo de la misma.

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar la estructura poblacional de *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn. en la reserva ecológica El Gigante, Granma, Cuba, para la implementación de estrategias de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La reserva ecológica El Gigante forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Con una extensión superficial de 1332 ha, se localiza en el macizo montañoso Sierra Maestra a unos 13 km en línea recta al sureste de la cabecera del municipio de Guisa, en la hoja cartográfica Victorino 1:25000, en las coordenadas X 538 338.74 y Y 164 595.10, en los 20° 08 de latitud norte y los 76° 28 de longitud oeste (*Fig. 1*).

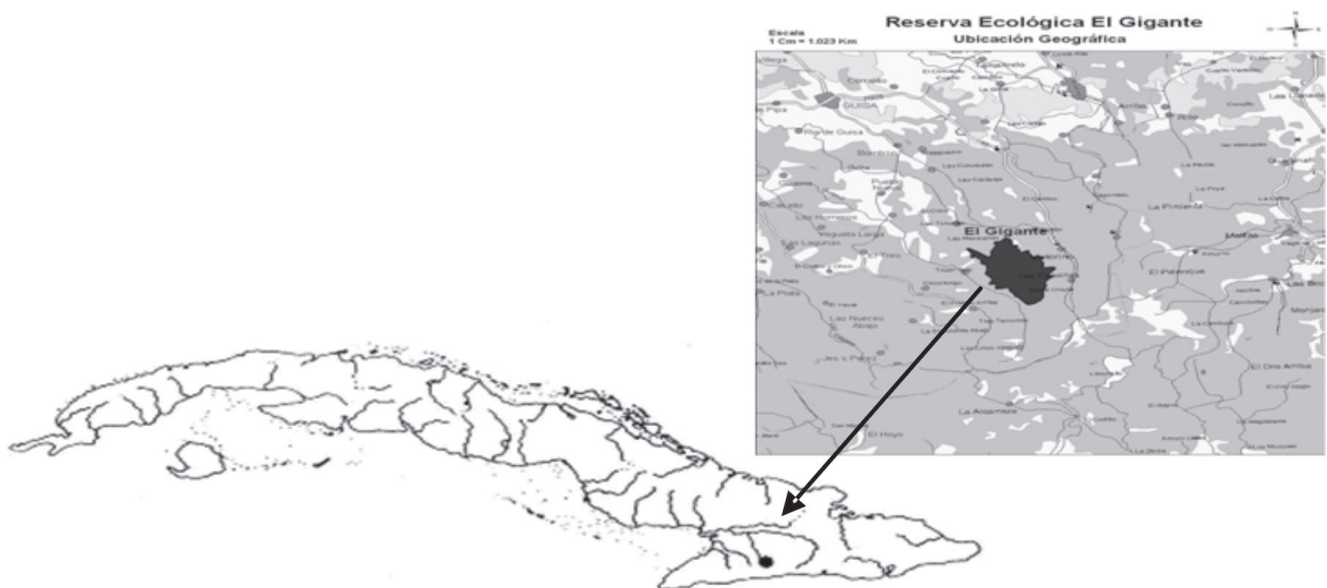


Figura 1. Ubicación geográfica de la reserva ecológica El Gigante.

Limita al norte con el río Guisa, al este con el asentamiento de Victorino y áreas cafetaleras de la Empresa Agro-Forestal Batalla de Guisa y de productores privados, al sur con los asentamientos La Levisa, Cebolla Blanca y Las Arenas, y áreas de silvicultura de la Empresa Agro-Forestal Granma (Unidad Empresarial Silvícola Guisa), y al oeste con los asentamientos de Trozo Solo, Naranja Dulce y La Mexicana.

Debido a su nivel altitudinal, y de acuerdo al estudio de los suelos, Renda (1981) plantea que en las zonas más altas se distribuyen los suelos del tipo Ferralítico Amarillento en las partes estables del relieve, y en menor extensión se manifiestan los suelos Pardos y Rojo Amarillento Típico.

El clima es poco variado, aunque existen diferencias. Los valores mínimos de la temperatura oscilan entre 9,7 y 19,7 °C y entre 20 y 27 °C los valores máximos, representados fundamentalmente en la parte más elevada del área. Las precipitaciones medias anuales son de más de 1350 mm, con dos períodos bien definidos: uno lluvioso (mayo-noviembre) en el que se registra el 80 % de los totales anuales, y el otro menos lluvioso (diciembre-abril) con el 20 % restante, destacando que este modelo se ha visto afectado por la influencia de intensas sequías en la región oriental del país. La insolación alcanza la suma anual de 2585 horas/luz. La humedad relativa siempre es alta, manteniendo valores por encima del 80 %, producto de las abundan-

tes precipitaciones y la poca evaporación que se produce en esta elevación (Centro Provincial de Meteorología de Granma, 2014).

La especie *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn, conocida vulgarmente como jocuma colorada, juba, juba prieta, jubilla (Roig, 1963), es un árbol de 20-30 m de alto, ramas jóvenes ferrugíneo-pubérulas, las viejas glabrescentes, con corteza fisurada, sin lenticelas. Hojas alternas con tendencia a agruparse; pecíolo de 1-2 cm de largo, glabro, no acanalado; lámina lanceolada a oval, de 5-15 cm x 2-4 cm, cartácea, glabra, aguda o acuminada; base atenuada o decurrente en el pecíolo; nervios laterales prominulos en el envés. Inflorescencias axilares en nudos defoliados, pubérulas, en glomérulos con pedúnculos de 1,5-3 cm, a veces algo ramificados. Pedicelos de 2-3 mm de largo, ferrugíneo-pubérulos. Sépalos de 2-3 mm de largo, ferrugíneo-pubérulos por fuera. Corola glabra; lóbulos con segmentos laterales lanceolados, erosos. Estambres glabros; estaminodios ovados, glabros, erosos. Ovario 5-locular, glabro; estilo corto. Fruto en baya, turbinado, de 2-3 cm x 2 cm, redondeado y con base atenuada hacia el 26. Semillas (2-)3, elipsoideas, de 0,8 cm x 0,5 cm; testa dura, brillante. Presenta su distribución en Cuba oriental, resultando endémica, se localiza en Granma (Minas del Frío; Pico Palma Mocha), Holguín (Sierra de Moa), Santiago de Cuba y Guantánamo, restringido a zonas montañosas, principalmente en el bosque pluvial montano y bosque de pinos, según Gutiérrez (2002).



Figura 2. Distribución geográfica de *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn. (Fuente: Flora de la República de Cuba, Sapotaceae. Fascículo 6).

Trabajos de prospección

El estudio partió de la localización e identificación de las áreas con potencial para la investigación a través de recorridos por la reserva ecológica El Gigante, además de estudios realizados por Santos (2009), y la experiencia de campo que poseen los investigadores, especialistas y auxiliares de la investigación de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF), Estación Experimental Agro-Forestal Guisa (EEAFG). Se realizaron visitas al área de estudio durante el período 2014-2016.

Muestreo

Se utilizó el transecto como método de muestreo y registro de datos, tomando como base la presencia de *Sideroxylon jubilla* en el área. Se realizaron seis transectos de 50 m x 10 m distribuidos linealmente de oeste a este (Fig. 3), utilizando la metodología propuesta por Gentry (1982); se registró la abundancia de los individuos y se determinaron los siguientes parámetros: altura, diámetro a 1,30 m del suelo, reproducción, evidencia de daños mecánicos, estado fitosanitario.



Figura 3. Transecto de muestreo para el estudio de *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn. en la reserva ecológica El Gigante.

Estructura poblacional (clases de altura y de diámetro)

Para los grupos de estudio de *Sideroxylon jubilla* se realizaron las mediciones correspondientes a:

- Altura. Para este descriptor se registraron los datos de todos los individuos pertenecientes al grupo 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 ostentan la categoría de árboles. Se utilizó como instrumento de medición la cinta métrica (cm).
- Para la delimitación de las clases de altura y diámetro fue empleado el criterio de tamaño,

teniendo en cuenta ocho clases de altura y siete clases diamétricas como se muestra en la Tabla 1. Las clases de tamaño se definieron en base al rango de los datos obtenidos en campo.

Tabla 1. Escala de las clases de altura y diámetro para *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

Clases	Altura (m)	Diámetro (cm)
1	≤ 2	≤ 20
2	> 2-4	> 20-40
3	> 4-6	> 40-60
4	> 6-8	> 60-80
5	> 8-10	> 80-100
6	> 10-12	> 100-120
7	> 12-14	> 120
8	> 14	

Se utilizó la estadística descriptiva para evaluar los datos referidos a la estructura poblacional de *Sideroxylon jubilla*. Se elaboraron los histogramas de frecuencias referidos a la estructura vertical (clases de altura) y horizontal (clases diamétricas) de los individuos.

Estado fitosanitario

El estado fitosanitario se evaluó de acuerdo a la metodología desarrollada por Santos (2016) en cuanto a la incidencia de agentes dañinos que afecten la especie en el área. Valoración del estado general (bueno, regular o malo), considerando bueno aquellos grupos en que no se detectó agente dañino alguno o cuando la afectación está en valores menores de un 5 % de la masa, regular cuando se observen de ligeras a moderadas afectaciones en el arbolado en el rango de 5-30 %, y malo cuando gran parte de la población se encuentre fuertemente afectada, encontrándose en un rango superior al 30 %.

Flora y vegetación asociada a *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

Se realizó un estudio de la flora y vegetación asociada a *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn., registrándose los taxones que habitan junto con la especie en la reserva ecológica El Gigante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La exploración del área permitió localizar un total de 286 individuos de *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn. en el bosque pluvial montano de la reserva ecológica El Gigante, a partir de los 1200 msnm en todas las fases de su desarrollo, desde plántulas hasta adultos reproductores.

Estructura poblacional de *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

La distribución de frecuencias de individuos por clases de altura en la población reflejó un patrón de *J* invertida (Fig. 4) debido a que la frecuencia de individuos disminuye al aumentar su tamaño en altura. El máximo de 83,91 % se encontró en la primera clase de altura (≤ 2 m) y el mínimo de frecuencia (0,35 %) en las clases intermedias (> 10 a 14 m). Se evidenció una reducción en la cantidad de individuos por clases, desde aquellos mayores de 2 m hasta los mayores de 14 m. La altura promedio para la población fue de $11 \pm 0,55$ m con un mínimo de 0,15 m y un máximo de 22 m. En la población de la especie se evidenció una alta representación de individuos en fase de regeneración natural.

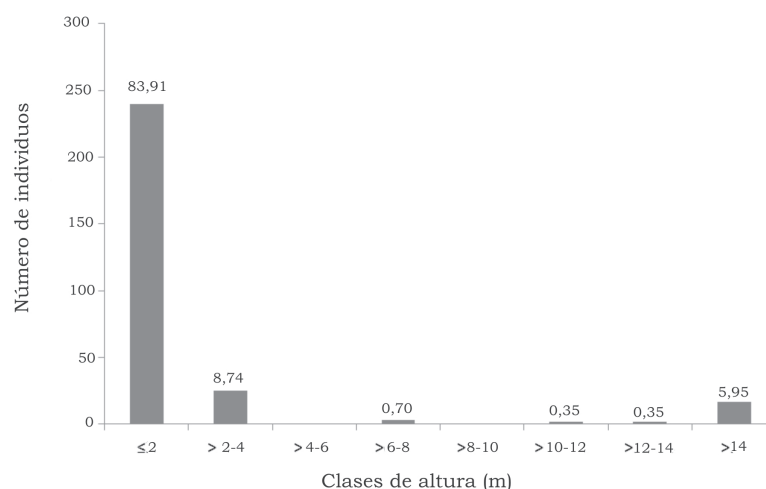


Figura 4. Estructura de la población de *Sideroxylon jubilla* en la reserva ecológica El Gigante, Cuba, según clases de altura. Se muestran las frecuencias relativas en cada clase.

En el análisis de la estructura poblacional de *Sideroxylon jubilla* para las clases de altura se observa que la población presenta un mayor número de individuos concentrado en la primera

clase de altura, disminuyendo el número para el resto de las clases; resultados similares fueron obtenidos por Sosa (2011) en la especie *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en el Parque

Nacional Pico La Bayamesa. Estos datos indican que la población de *S. jubilla* está en crecimiento, coincidiendo con los criterios de Antonini & Nuñez-Freitas (2004). La reducción en la frecuencia de individuos de *Sideroxylon jubilla* de clases de menor altura a clases de mayor altura, según los criterios de Zagt & Werger (1997) y Clark *et al.* (1999), permite suponer un flujo adecuado de regeneración y reclutamiento, lo cual mantiene constante el tamaño de la población, aspecto que coincide con lo planteado por García (2002), que las poblaciones de plantas presentan casi siempre distribuciones sesgadas, con una larga cola hacia la derecha, por ser más abundantes las plantas de pequeño tamaño. Las razones son la diferencia progresiva en la tasa de mortalidad (muy superior en los individuos más pequeños, lo que hace que su frecuencia se reduzca de forma mucho más pronunciada con el paso del tiempo que la de los individuos más grandes) y la diferencia progresiva en la tasa de crecimiento, que es exponencial en las primeras fases (lo que lleva a transformar una

distribución normal en una log-normal o en forma de *J* invertida).

Se muestran además lagunas o ausencias en cuanto a la distribución de individuos en dos clases de altura correspondientes desde > 2,5 m hasta 5 m, así como en la clase de altura > 7,5 m a 10 m, lo cual corrobora la alta mortalidad existente en *Sideroxylon jubilla*.

La estructura de la población basada en el diámetro (1,30 m) mostró un patrón de distribución de frecuencias de *J* invertida, con predominio de los individuos < 20 cm hasta 60 cm. En general resaltó el predominio de individuos en la clase menor de 20 cm con una frecuencia del 41,09 %. En las clases mayores, a partir de diámetro a 1,30 m > 80 cm y hasta los individuos mayores de 120 cm, se observó una marcada reducción de la frecuencia con respecto a la primera clase (< 20 cm) (*Fig. 5*); el diámetro a 1,30 m para la población con un mínimo y máximo de 0,50 cm y 122,5 cm, respectivamente.

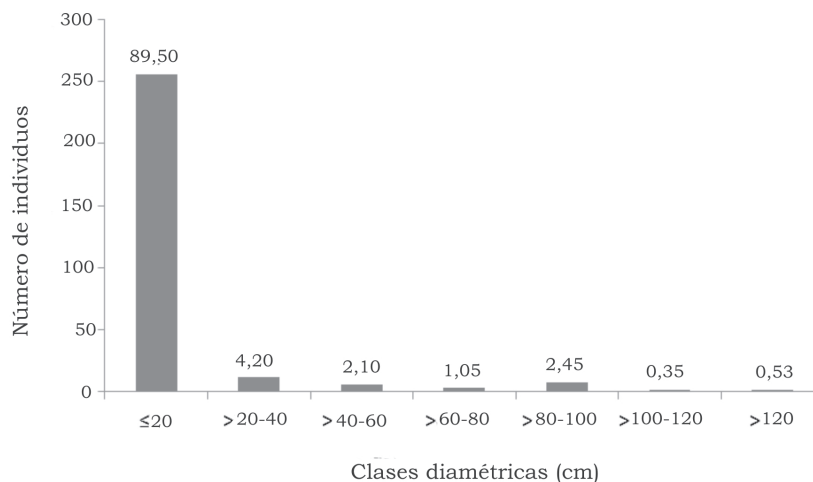


Figura 5. Estructura de la población de *Sideroxylon jubilla* en la reserva ecológica El Gigante, Cuba, según clases diamétricas. Se muestran las frecuencias relativas en cada clase.

La forma en la distribución por clases diamétricas (*Fig. 5*) refleja 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, coincide con

lo propuesto por Malleux (1982) para especies arbóreas en bosques naturales con una mayor tendencia hacia clases menores. Ello implica la ocurrencia de un alto número de individuos en clases diamétricas pequeñas y un bajo número en clases grandes, lo cual podría ser una consecuencia del efecto de la explotación del recurso maderero en la región en épocas

pasadas. Esta situación, abordada anteriormente, indica que la población de *Sideroxylon jubilla* en el escenario estudiado actualmente es relativamente joven.

Estado fitosanitario

La especie *Sideroxylon jubilla* presenta un estado fitosanitario regular. En los recorridos por el área

se visualizaron afectaciones por *Cannodiun* sp., debiendo señalar que la especie más afectada por esta razón (*Cyrilla antillana* Michx.) a menudo acompaña a *Sideroxylon jubilla*, lo que se convierte en una amenaza potencial para su estado de conservación. En la prospección realizada en el área se encontró un individuo talado (Fig. 6).



Figura 6. *Sideroxylon jubilla*. Ejemplar talado y abandonado en el bosque (Foto: W. Santos 2015).

Factores de riesgo que amenazan la población de *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

Los factores de riesgo y de amenazas se traducen en la ocurrencia permanente, sistemática o eventual de procesos y fenómenos que pueden conducir a la disminución gradual de poblaciones de especies amenazadas y que en algunos casos puede conllevar a la extinción de estas especies.

La ocurrencia de eventos naturales en el sitio, tales como la erosión del suelo, producto de la pendiente del relieve, la incidencia de fuertes lluvias y vientos y la acción antrópica ponen en peligro la vida de los individuos de *Sideroxylon jubilla*. Estos resultados son corroborados por los estudios teóricos realizados por Shaffer (1981) y Wilcox (1986), los que predicen que las poblaciones pequeñas están sometidas a un mayor riesgo de regresión y extinción como consecuencia de su mayor vulnerabilidad ante problemas genéticos, fluctuaciones demográficas y ambientales.

Por tal motivo se requiere de la aplicación de trabajos de conservación de suelos en aras de salvaguardar estos recursos.

Primack *et al.* (2001) señalan que las poblaciones pequeñas tienen mayor probabilidad de extinción local debido a su mayor vulnerabilidad a oscilaciones demográficas, perturbaciones ambientales y a la pérdida de la variabilidad genética, constituyendo estos factores de riesgo para *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

La existencia de individuos del taxón cercanos a los senderos constituye de cierta manera un factor de riesgo, teniendo en cuenta que la acción deliberada del hombre puede ocasionar daños a la especie, sobre todo a los individuos más pequeños, cuando estos recursos no están previamente identificados.

Una amenaza potencial puede resultar la ocurrencia de brotes de plagas a la especie que pueden ocasionar la muerte de individuos y por ende provocar una disminución demográfica de la población.

Flora y vegetación asociada a *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

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, como se muestra en la *Tabla 2*. Las familias mejor representadas son Bromeliaceae, Orchidaceae, Aspleniaceae y Bignoniaceae.

La vegetación arbórea asociada a *Sideroxylon jubilla* en la reserva ecológica El Gigante está

compuesta por especies que alcanzan los 18 y 20 m de altura, llegando en algunos casos a emerger hasta los 25 m de altura. Las especies más frecuentes son *Cyrilla antillana* Michx., *Prunus occidentalis* (Sw.) Roem., *Pachyanthus pedicellatus* Urb., *Clusia tetrastigma* Vesque *Ocotea leucoxylon* (Sw.) Mez., *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cubensis*, *Miconia dodecandra* (Desv.) Cong. y *Matayba domingensis* DC Radlk.

Tabla 2. Listado de las especies asociadas a *Sideroxylon jubilla* (Ekman ex Urb.) T. D. Penn.

Familia	Especie
Amygdalaceae	<i>Prunus occidentalis</i> (Sw.) Roem.
Annonaceae	<i>Guatteria blainii</i> (Griseb.) Urb.
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Dec.
Aspleniaceae	<i>Asplenium dimidiatum</i> Sw.
	<i>Asplenium auritum</i> Sw.
	<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.
	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.
Begoniaceae	<i>Begonia cubensis</i> Hassk.,
Bignoniaceae	<i>Tabebuia shaferi</i> Britton
	<i>Tabebuia hypoleuca</i> (C. Wr. ex Sauv.) Urb.
	<i>Tabebuia oligolepis</i> Urb.
Bromeliaceae	<i>Tillandsia argentea</i> Griseb.
	<i>Tillandsia caribaea</i> Sw.
	<i>Tillandsia compacta</i> Griseb.
	<i>Tillandsia excelsa</i> Griseb.
	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.
	<i>Tillandsia hotteana</i> Urb.
	<i>Tillandsia lescaillei</i> Wr.
	<i>Tillandsia usneoides</i> L.
<i>Tillandsia valenzueleana</i> A. Rich	
Brunelliaceae	<i>Brunellia comocladifolia</i> Humb. et Bonpl.
Clusiaceae	<i>Clusia tetrastigma</i> Vesque
Combretaceae	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) Howard
Cunoniaceae	<i>Weinmania pinnata</i> L.
Cyatheaceae	<i>Cyathea arborea</i> (L.) Sm.
Cyrtaceae	<i>Cyrilla antillana</i> Michx.
Garryaceae	<i>Garrya fadyenii</i> Hook.,
Lauraceae	<i>Ocotea nemodaphne</i> Mez.
	<i>Ocotea leucoxylon</i> (Sw.) Mez.
Magnoliaceae	<i>Magnolia cubensis</i> Urb. subsp. <i>cubensis</i>
Melastomataceae	<i>Miconia dodecandra</i> (Desv.) Cong.
	<i>Pachyanthus pedicellatus</i> Urb.
Myrtaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex
Orchidaceae	<i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br.
	<i>Epidendrum wrighttii</i> Lindl.
	<i>Lepanthes pergracilis</i> Schltr.
	<i>Pleurothallis ruscifolia</i> (Jacq.) R.
	<i>Enclyclia cochleata</i> (L.) Dressler
Sapindaceae	<i>Matayba domingensis</i> D.C. Radlk.
Sapotaceae	<i>Sideroxylon jubilla</i> (Ekman ex Urb.) Penn
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris deltoidea</i> (Sw.) Proctor
	<i>Thelypteris sagitata</i> (Sw.) Proctor
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume

CONCLUSIONES

- La identificación y localización de *Sideroxylon jubilla* en la reserva ecológica El Gigante permitió el hallazgo de 286 individuos, lo cual constituye una valiosa contribución al estudio de la especie en el país.
- La estructura poblacional de *Sideroxylon jubilla* en la reserva ecológica El Gigante se caracteriza por presentar una agrupación de individuos en la primera clase de altura y en las clases menores de diámetro, lo cual denota la existencia de un bajo reclutamiento de la especie, siendo una de las principales amenazas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Rodríguez, P., Strong, M.T. 2012. *Catalogue of Seed Plant of the West Indies*. Smithsonian Contributions to Botany 98. Washington DC. Smithsonian Institution Scholarly Press. Washington DC. 1221 p.
- Begoña, M. 2002. Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. En: Bañares, A. (coord.) *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid, España. p. 27-42
- Berazaín, R. 2005. Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana: Jardín Botánico Atlántico. 8 p.
- CBD (Convention on Biological Diversity). 1992. United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brasil. 10 p.
- Centro Provincial de Meteorología de Granma. 2014. Informe sobre el comportamiento de las variables meteorológicas en la Sierra Maestra. (Inédito).
- Clark, D.B., Palmer, M.W., Clark, D.A. 1999. Edaphic factors and the landscape scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology (US)* 80(8): 2662-2675.
- García, M.B. 2002b. Inventario y monitorización en poblaciones de especies amenazadas. En: Bañares, A. (Ed.): *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. España. Ministerio del Medio Ambiente. p. 27-43.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology (US)* 15: 1-84
- González Torres, L.R., et al. 2013. Top 50: Las 50 plantas más amenazadas de Cuba. *Bissea (CU)* 7(NE 1): 1-107, mayo.
- Hutchings, M.J. 1997. The structure of plant population. En: Crawley, M. J. (ed.) *Plant Ecology*. 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications Oxford, United Kingdom. p. 325-358.
- Lazcano Lara, J.C. et al. 2005. Memorias del Primer Taller de Categorización de Árboles Cubanos. Grupo de Especialistas de Plantas de Cuba, Flora y Fauna Internacional. Jardín Botánico Nacional, Mayo 11-13.
- Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima, Perú. 413 p.
- Malleux, O.J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. UNA, Lima, Perú. p. 37-89.
- Primack, R. et al. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. México. Fondo de Cultura Económica. DF. 797 p.
- Renda, A. et al. 1981. Estudio sobre las condiciones edafológicas, fisiográficas y agrosilviculturales de la Sierra Maestra, municipio Guisa. Informe inédito. La Habana. Centro de Investigaciones Forestales. 90 p.
- Roig, J. T. 1963. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. La Habana. Editorial Científico Técnica. 1142 p.
- Santos Chacón, W. 2016. Caracterización de la flora y la vegetación de la reserva ecológica El Gigante, Sierra Maestra. 42 h. Tesis (en opción al título de Máster en Gestión Ambiental). Universidad de Granma. Cuba.
- Shaffer, M. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience (US)* 31: 131-134.
- Sosa, A. et al. 2014. Estructura poblacional de *Abarema maestrensis* (Urb.) Bässler en el Parque Nacional Pico La Bayamesa. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 34(2): 59-66
- Wilcox, B. A. 1986. Extinction models and conservation. *Trends in Ecology and Evolution (NL)* 1: 46-48.
- Zagt, R.J., Werger, J.A. 1997. Spatial components of dispersal and survival for seeds and seedlings of two codominant tree species in the tropical rain forest of Guyana. *Tropical Ecology (IN)* 38(2): 343-355.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adonis Sosa López.

Ingeniero Forestal, Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible, Investigador Aspirante de la Estación Experimental Forestal Guisa, Profesor Instructor Adjunto de la Universidad de Granma, Sede Universitaria Municipal Guisa, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de conservación de especies amenazadas de la Sierra Maestra, silvicultura urbana y genética forestal. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

XILOTECA DE MADERAS CUBANAS JULIAN ACUÑA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES



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

CARBONO RETENIDO EN TRES SITIOS EN PROCESO DE RESTAURACIÓN MEDIANTE TÉCNICA DE FORESTERÍA ANÁLOGA

CARBON RETAINED IN THREE AREAS IN PROCESS OF RESTAURATION WITH ANALOGY FORESTRY TECHNIQUE

DRA. ORLIDIA HECHAVARRÍA-KINDELÁN¹, DR. WILMER TOIRAC-ARGUELLE¹, M.Sc. ABILIO O'FARRILL-COLLEBROOK¹,
DRA. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, M Sc. YENIA MOLINA-PELEGRIN², M Sc. ADONIS SOSA-LÓPEZ², ING. ALQUILIO MOSQUERA-
FIGUEROA³, M.Sc. MAGDALENA MARTÍNEZ-FLORES³, ESP. ORCIDES BRAVO-PÉREZ³ Y ESP. EIDER SUÁREZ-RAMOS⁴

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

²Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Guisa. Carretera a Victorino Km 1½. La Soledad. Guisa. Granma. Cuba

³Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Placetras. Finca Victoria, Oliver, Placetras, Villa Clara, Cuba

⁴Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Baracoa. Carretera Baracoa, Km 12, Paso de Cuba. Guantánamo. Cuba

RESUMEN

Cuba ha estado fuertemente involucrada en las acciones relacionadas con el cambio climático, donde están presentes la adopción de medidas de mitigación necesarias para reducir sus influencias negativas y aprovechar las positivas. Se empleó la técnica de Forestería Análoga, la cual tiene en cuenta el cálculo del carbono retenido en las áreas de tratamiento durante el proceso. El objetivo del trabajo fue determinar el carbono total retenido en las áreas naturales en 2015 en los sitios de Díaz Cuevas, Oliver, en la provincia de Villa Clara; La Aplastada Arriba, en la Sierra Maestra, Granma, y Paso de Cuba-Sabanilla, Baracoa, Guantánamo. Se establecieron parcelas de 20 m x 25 m. Se aplicó la metodología de Álvarez y Mercadet (2009) para el cálculo del carbono retenido. Se obtuvo para el sitio de Díaz Cuevas 136,83 t, para la Aplastada Arriba 41,74 t, y en la faja hidrorreguladora de Paso de Cuba 1573,2 t. Se han absorbido de la atmósfera 6429,00 t CO₂.

Palabras claves: Árboles, carbono, cambio climático, restauración, Forestería Análoga.

ABSTRACT

Cuba has been strongly involved in the actions related with the climatic change where they are present the adoption of necessary mitigation measures to reduce its negative influences and to take advantage of the positive ones. The technique of Analogy Forestry was used based on designs, which keeps in mind the calculation of the carbon retained in the treatment areas from during the process. The objective of the work was to determine the total carbon retained in the natural areas in the 2015 in the places Díaz Cuevas. Oliver Placetras in Villa Clara. La Aplastada Arriba in the Sierra Maestra. Granma and Paso de Cuba in Baracoa Guantánamo. Its establishment the parcel of 20 m x 25 m and it was applied the methodology of Álvarez and Mercadet (2009) for the retained carbon. The retained total carbon was determined for Díaz Cuevas 136.83 t. La Aplastada Arriba 41.74 t and in the Paso of Cuba 1573.2 t. It's have been absorbed of the atmosphere 6429.00 t CO₂.

Key words: Trees, carbon, climatic change, restoration. Analogy Forestry.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el cambio climático ha constituido una preocupación mundial en materia de ambiente y desarrollo. Tanto es así que en los países mayormente emisores de gases de efecto invernadero (CO₂, metano, óxido nitroso, entre otros) han convenido reducir las en niveles aceptables. La capacidad de contribución de las áreas forestales al incremento del efecto inver-

nadero y a la mitigación del cambio climático también es uno de los indicadores de manejo sostenible de los bosques incluido en este criterio, y se basa en dos componentes principales: su capacidad de sumidero y sus emisiones de carbono. En la medida en que la capacidad del área para retener carbono aumente, a la par que disminuyen sus emisiones de gases

de efecto invernadero, la contribución neta aumenta, dado que en el balance la retención será mayor y, en consonancia, presentará una mejor situación de este indicador de manejo sostenible (Álvarez *et al.*, 2011).

El sector forestal cubano constituye el único sumidero neto de carbono identificado en el país (Centella, Llanes y Paz, 2001) y (Álvarez y Mercadet, 2008). Es por ello que es de suma importancia la determinación de la capacidad actual y futura de retención de carbono por las áreas forestales, así como la evaluación de alternativas que les permitan aumentarla (estrategia de mitigación) y los resultados que se alcancen. En tal sentido contribuyen al cumplimiento de las obligaciones contraídas por Cuba como Parte de la CMNUCC (Álvarez. *et al.*, 2010).

El carbono es retenido en los árboles en su biomasa aérea (troncos, ramas y follaje) y en la biomasa soterrada (raíces), necromasa (árboles muertos y hojarasca) y la materia orgánica del suelo. En el caso particular de las zonas tropicales donde la vegetación crece con rapidez y en consecuencia remueve el carbono de la atmósfera a un ritmo acelerado, la opción de plantar bosques puede remover grandes cantidades de carbono de la atmósfera en un tiempo relativamente bajo. Estos bosques pueden almacenar hasta 15 t de carbono por hectárea al año en su biomasa y en la madera (Moura, 2001).

Conocer la cantidad de biomasa de las especies arbóreas de los bosques naturales en el proceso de restauración desde sus inicios mediante técnica de Forestería Análoga apoya lo planteado por Álvarez *et al.* (2010) en cuanto a la búsqueda de alternativas que aumenten el sumidero. Estos aspectos han sido evaluados en la finca La Marucha, Londres en Costa Rica (Benkis, 2007) en 11 ha de bosque natural sometidos a prácticas de Forestería Análoga durante 22 años. También se estimó el carbono almacenado en los sistemas agroforestales y los bosques secundarios, y la relación existente entre el carbono almacenado en la biomasa total (CABt) y la composición fisionómica de la vegetación (CFV) de los sistemas de uso de la tierra estudiados (Eleazar, 2006), y en evaluaciones realizadas por Hechavarría *et al.* (2012) en plantaciones de tres especies forestales en fincas forestales del corredor xerofítico del valle de Guantánamo.

A partir de estos antecedentes, y lo que representa actualmente este servicio ambiental, se plantea como objetivo determinar el carbono retenido en las áreas naturales en proceso de restauración con técnica de Forestería Análoga en los sitios Díaz Cuevas, Olive, Placetas (Villa Clara), La Aplastada Arriba, Sierra Maestra (Granma) y Paso de Cuba-Sabanilla. Baracoa (Guantánamo).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante 2013-2015 en tres sitios que se encuentran en proceso de restauración mediante la técnica de Forestería Análoga (Red Internacional de Forestería Análoga, 2008). A continuación se presentan las características de cada sitio:

Finca Díaz Cuevas

Se encuentra en la localidad de Oliver, Placetas, en la subcuenca del río Jagüeyes, afluente del río Sagua la Chica, en una altura máxima de 79 msnm con topografía llana, precipitación promedio de 1250 mm, 25,1 °C de temperatura media, una humedad relativa media del 82 % y una pendiente promedio del 5 %. Limita por el norte con la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Alexander Estambolischi, por el sur con la finca de Jesús González, por el este con la finca de José Luis González y por el oeste con el río Jagüeyes. Los suelos se clasifican como Pardo sin Carbonatos (21 %) y Pardo con Carbonatos (79 %), según el Instituto de Suelos (1999). El trabajo se desarrolló en el bosque natural semicaducifolio sobre suelo Calizo, donde se realizó una parcela de 20 m x 25 m (500 m²) en 1,04 ha.

El área de tratamiento cuenta con diversas formas de crecimiento en el dosel de 10 a 20 m. En los doseles de 2 a 10 m hay ausencia de árboles siempreverdes de alto porte, y en el sotobosque existe la presencia de gramíneas y plantas herbáceas producto del exceso de luminosidad actual, que se recuperará en la medida en que se manejen las especies y aumente el ancho de copa.

La Aplastada Arriba

Está localizada en el subsector fitogeográfico Bairense, que presenta un aspecto parecido a los mogotes de la Sierra de los Órganos. Es-

tán ubicadas en el Consejo Popular Palma del Perro; limita al norte con Agua Tapada, al este con Palma del Perro, al oeste con El Raudal y al sur con Arroyo Colorado, en los 20°11' de latitud norte y los 76°26' de longitud oeste. Se encuentra a una altura entre 480 y 598 msnm. Se realizaron cuatro parcelas de 20 m x 25 m (500 m²), equivalente a 0,05 ha cada una, para un total de 2 ha. El bosque es secundario con formación mogotiforme y bosque semicaudifolio sobre suelo Calizo.

La finca 1 se caracteriza por un área boscosa, con predominio de especies secundarias, tales como periquillo, palma, sigua, con abundante regeneración natural, presencia de lianas y herbáceas.

La finca 2 en su mayoría está desprovista de vegetación protectora (cubierta vegetal), tiene buenas condiciones para el desarrollo de la vegetación como consecuencia de la agricultura y prácticas inadecuadas de uso del suelo, teniendo como consecuencia la erosión y baja productividad de los cultivos. Las fincas 1 y 2 tienen 13 y 20 ha respectivamente para un total de 33 ha.

La introducción de especies invasoras se ha expandido, compitiendo, degradando indirectamente el hábitat de especies endémicas o nativas, y propiciando la aparición de especies pioneras y secundarias.

Paso de Cuba-Sabanilla (faja hidrorreguladora del río Sabanilla)

Está ubicada la subcuenca del río Miel, ubicado al sur del municipio de Baracoa, perteneciente al Consejo Popular Sabanilla, provincia de Guantánamo. Limita por el norte y noroeste con el Consejo Popular Cabacú, por el sur y sureste con el municipio de Imías, por el este y sureste con el Consejo Popular Mosquitero, y por el suroeste con el Consejo Popular Jamal. La temperatura media de 25,2 °C, las precipitaciones de 2003 mm y humedad relativa del 86,5 %, topografía fuertemente ondulada (8-16 %), suelo aluvial.

La disminución de individuos en el estrato arbóreo dentro del área de estudio, con respecto a las demás, está dada por la antropización, las talas ilícitas, manejos silvícolas inadecuados, además de la erosión y degradación de los

suelos. Esto impide que muchas de las especies que se encuentran en el estrato herbáceo se desarrollen correctamente.

Los datos fueron tomados en un área con una superficie de 30 ha, de las cuales solo se inventariaron 9,5 ha, dado por la existencia de parches de vegetación. Se levantaron 7 parcelas de 20 m x 25 m (500 m²), distribuidas aleatoriamente en la zona de estudio. La vegetación representativa es pluvisilva de montaña.

Se realizó un muestreo al 3 %, según norma vigente del Ministerio de la Agricultura (MINAG, 1982), que permitió definir el número de parcelas a establecer.

Para todas las áreas se evaluaron la totalidad de los árboles encontrados en las parcelas donde se midieron las variables diámetro (1,30 m del suelo) y altura total, el diámetro medio y la altura media para calcular el volumen de la parcela mediante la fórmula propuesta según norma vigente del Ministerio de la Agricultura (MINAG, 1982). Para el levantamiento del área y toma de los datos dasométricos se utilizó la cinta métrica de 50 m, cinta diamétrica, brújula, GPS, machete e hipsómetro Sunto. Se determinó la cantidad de carbono retenido utilizando la metodología descrita por Álvarez y Mercadet (2009). Para estos sitios no se extrapolan los resultados al total de hectáreas de cada finca porque los resultados son de las parcelas experimentales en proceso de restauración.

Se estimó el carbono total retenido en las parcelas de las fincas con el uso de la siguiente fórmula:

$$CR_{TOTAL} (t) = CBM_{TOTAL} (t) + C_{Necromasa} (t) + C_{suelo} (t)$$

Para determinar el carbono de la biomasa total (CBM), se convirtió el volumen en biomasa mediante la fórmula:

$$BM_F (t) = V (m^3) \times \text{densidad} (kg/m^3) / 1000$$

La densidad se obtiene de la base de datos (Álvarez, 2002), empleando siempre la D básica de la especie. De no tenerse, se emplea la D seca al aire de la especie; si esta no está disponible tampoco, se emplea la D básica del género, si no se calcula con la D seca al aire del género y si ninguno de estos valores están disponible, se tomará la D promedio de la madera de los bosques tropicales americanos (600 kg/m³).

La biomasa aérea se determinó a partir de la biomasa del fuste:

$$Bm_A(t) = BM_F(t) \times FEB = e^{(3,213 - 0,506 \ln BM_F)}$$

FEB-Factor de expansión de la biomasa. Valor de FEB tendrá como valor mínimo 1,74 y como máximo 3,00. Se utilizó el valor mínimo de 1.74.

El carbono de la necromasa se determinó mediante las fórmulas:

$$\text{Necromasa (t)} = \text{Superficie (ha)} \times 18,2 \text{ (t/ha) (constante)}$$

$$CNecromasa(t) = \text{Necromasa (t)} \times FC_M / 100$$

$$\begin{aligned} \text{Carbono retenido en el suelo: C Suelo (t)} \\ = \text{Superficie (ha)} \times C_{\text{SBT}} \text{ (t/ha)} \end{aligned}$$

C_{SBT} -Carbono en el suelo de los bosques tropicales ($C_{\text{SBT}} = 123$ t/ha. para el caso de los pinares, para el resto de las especies $C_{\text{SBT}} = 80$ t/ha).

Para calcular cuánto representó el carbono retenido, en toneladas de CO_2 removido de la atmósfera, se multiplicó por $44/12$ ($3,67 \text{ tCO}_2$), que es la relación existente entre el peso total de la molécula de CO_2 (44) y del átomo de carbono (12) (Ramírez y Gómez, 1999).

Una vez calculados los valores de la parcelas evaluadas, se calculó la cantidad de carbono de biomasa en una hectárea y posteriormente el de 1,04 ha en el sitio de Díaz Cuevas, 2,0 ha en la Aplastada Arriba y 9,5 ha de la faja hidrorreguladora entre Paso de Cuba-Sabanilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En sentido general la cantidad de carbono en biomasa para 1 ha es mayor en el sitio de Baracoa con 165,6 t.

Tabla 1. Carbono total retenido en los tres sitios de estudio

Sitio	Área (ha)	Carbono total retenido (t)
Díaz Cuevas, Oliver, Placetas	1,04	136,83
Aplastada Arriba, Sierra Maestra	2,00	41,74
Paso Cuba-Sabanilla. Baracoa (faja hidrorreguladora)	9,5	1573,2

La tabla anterior muestra los resultados del carbono total retenido en las parcelas en proceso de restauración, las cuales responden a las características enunciadas en cada uno de estos sitios. De estos, el sitio más degradado es la Aplastada Arriba con especies con bajos valores de altura y diámetro, lo que conlleva a bajos volúmenes de madera por hectárea.

La introducción de especies invasoras, que se han expandido en estas fincas, ha competido con especies endémicas o nativas en un área considerable que se encuentra desprovista de vegetación arbórea como consecuencia de la agricultura y prácticas inadecuadas de uso del suelo.

Tabla 2. Carbono retenido en la biomasa de las especies arbóreas en 1.04 ha del sitio de Díaz Cuevas, Placetas

Especies	Volumen (m^3)	Carbono Biomasa (t)	Representatividad (%)
<i>Poeppigia procera</i> C. Presl. (tengue, abey hembra)	0,30	0,4366	12
<i>Cordia gerascanthus</i> Jacq. (baria)	0,07	0,0980	4
<i>Cupania americana</i> Lin. (guarana, guará)	0,32	0,4683	6
<i>Cordia collococca</i> L. (ateje)	0,17	0,2392	3
<i>Vitex parviflora</i> A. Juss	0,17	0,2435	5
<i>Khaya nyasica</i> L. (caoba africana)	1,25	1,8158	9
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC. (dágame)	0,32	0,4560	8
<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook (palma real)	2,10	3,0465	4
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) F. Muell. (algarrobo del país)	0,10	0,1408	3
<i>Trichilia hirta</i> L. (jubabán, cabo de hacha)	0,42	0,6091	25

<i>Genipa americana</i> L. (jagua)	0,23	0,3348	5
<i>Gmelina arborea</i> Roxb. (álamo blanco)	0,12	0,1800	3
<i>Spondia mombin</i> L. (jobo)	0,02	0,0220	4
<i>Triplaris americana</i> L. (palo hormiguero)	0,22	0,3136	1
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (guásima)	0,02	0,0239	5
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg. (bijaguara)	0,01	0,0116	1
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst. (anacaguita)	0,00	0,0009	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. (oreja de judío)	0,97	1,3997	1

Se muestra en la tabla cómo las especies *Roystonea regia*, *Khaya nyasica* y *Enterolobium cyclocarpum* son las que mayor carbono retienen en su biomasa. Estas coinciden con las de mayores volúmenes de forma general, dado por los

bajos valores de altura y diámetro que poseen, sin embargo, son las menos representadas en el área. Las más representadas son *Trichilia hirta* y *Poepigia procera* con el 25 % y 12 %, respectivamente.

Tabla 3. Carbono retenido en la biomasa de las especies arbóreas en 2,0 ha del sitio La Aplastada Arriba en la Sierra Maestra

Especies	Volumen (m ³)	Carbono Biomasa (t)	Representatividad (%)
<i>Alvaradoa arborescens</i> Griseb (periquillo)	0,84	1,2212	45,80
<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb. (sigua)	0,44	0,6329	8,82
<i>Cedrela odorata</i> L. (cedro)	0,38	0,5493	4,62
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (falso copal)	0,49	0,7113	9,24
<i>Cecropia peltata</i> L. (yagruma)	0,18	0,2561	5,04
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (guásima)	0,06	0,0909	1,26
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud. (piñón florido) gliricidia	1,72	2,4898	11,76
<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill. (yaya)	0,10	0,1466	0,84
<i>Cupania americana</i> Lin. (guarana.guara)	0,10	0,1425	1,26
<i>Eugenia buxifolia</i> (Sw.) Willd. (guairaje) eugenia	0,03	0,0369	0,42
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. (caimitillo)	0,10	0,1414	1,68
<i>Ficus</i> sp. (sin identificación)	0,05	0,0787	3,36
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (guamá candelón)	0,01	0,0094	0,42
<i>Ficus wrightii</i> Warb. (macajagüey)	0,02	0,0272	0,42
<i>Ateleia gumnifera</i> (Bertero ex D.C.) D. Dietr. (palo hediondo)	0,05	0,0720	0,42
<i>Adelia ricinella</i> L. (jia blanca)	0,02	0,0272	2,52
<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> Macfad. (bayúa)	2,26	3,2663	2,10

La tabla muestra el resumen de los resultados de las especies evaluadas en las cuatro parcelas de las fincas 1 y 2. Las especies que mayor cantidad de carbono retiene en su biomasa son *Zanthoxylum elephantiasis*, *Gliricidia sepium* y *Alvaradoa arborescens* (Griseb). Para el caso de las dos primeras coinciden con los mayores volúmenes alcanzados, y no así para el caso del periquillo, a pesar de la alta representatividad que tiene en el área. Esto demuestra el avance

del bosque secundario formado por la pérdida de las especies de valor económico y ecológico en el ecosistema. *Gliricidia sepium* es la especie que mostró mejor proporcionalidad en los parámetros volumen, biomasa y representatividad, y en sentido contrario para la bayúa, con solo dos individuos en la finca 1 con diámetro y altura de 11,1 cm y 11 m, respectivamente. Para el caso de las especies en que el porcentaje de individuos es 0,42, existe un ejemplar de cada uno.

Tabla 4. Carbono retenido en la biomasa de las especies arbóreas en 9,5 ha de la faja hidrorreguladora desde Paso de Cuba-Sabanilla

Especie	Volumen (m ³)	Carbono Biomasa total (t)	Representatividad (%)
<i>Samanea samam</i> Merr. (algarrobo del país)	2,49	3,6102	1
<i>Terminalia catappa</i> L. (almendro de la India)	0,80	1,1581	1
<i>Melicoca bijuga</i> L. (anoncillo)	11,39	16,4891	12
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) D.C. (ayúa)	0,32	0,4633	2
<i>Phoebe elongata</i> (Vbahl.) Nees. (boniatillo)	1,16	1,6793	3
<i>Erythrina peoppigiana</i> (Walp) A.F. Cook (bucare)	0,43	0,6225	2
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> Lin. (caimitillo)	0,36	0,5212	5
<i>Cassia grandis</i> Lin. (cañandong)	0,27	0,3909	1
<i>Swietenia mahogani</i> (L.) Jacq. (caoba antillana)	0,20	0,2895	1
<i>Swietenia macrophylla</i> King. (caoba Honduras)	0,18	0,2606	1
<i>Ceiba pentandra</i> (Lin.) Gaertn. (ceiba)	3,84	5,5591	2
<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Pers.) D.C. (guamá de sogá)	9,13	13,2173	16
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (guásima)	2,99	4,3286	3
<i>Spondias mombin</i> Lin. (jobo)	14,33	20,7453	5
<i>Sapium jamaicensis</i> Sw. (lechugo)	0,70	1,0134	1
<i>Hibiscus elatus</i> Sw. (majagua)	14,33	20,7453	8
<i>Carapa guianensis</i> Aubl. (najesi)	1,91	2,7651	1
<i>Calophyllum antillanum</i> Britton (ocuje)	7,86	11,3788	16
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston (pomarroja)	0,39	0,5646	2
<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb. (ramón de caballo)	0,51	0,7383	1
<i>Gilbertia arborea</i> (L.) March. (ramón de vaca)	0,09	0,1303	2
<i>Andira jamaicensis</i> (W. Wr.) (yaba)	0,59	0,8541	1
<i>Guarea trichilioides</i> Lin. (yamagua)	2,74	3,9666	20
<i>Conocarpus erectus</i> Lin. (yana)	0,02	0,0290	2

La tabla muestra las especies con mayor carbono en la biomasa majagua, jobo y la almendra con sus mejores valores en los volúmenes de madera alcanzados por ser árboles de alto porte con diámetros de más de 30 cm y 20 m de altura. Estas especies no tienen un alto porcentaje dentro del área; son superadas por la yamagua, ocuje y guamá de sogá.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Del Risco (1995), que comenta que en este tipo de bosque está alterada la estructura y la composición florística, con la presencia de muchas especies exóticas, que de no existir alteración alguna estarían presentes.

Tomando en consideración que el carbono representa un 27 % del peso molecular del CO₂ (Ramírez y Gómez. 1999), por lo que para cada tonelada de carbono almacenado es removido de la atmósfera 3,66 tCO₂, se estimó que las especies presentes en las parcelas de restauración en los sitios de Díaz Cuevas, La Aplastada Arriba y en la cuenca del río Sabanilla se han removido de la atmósfera hasta 2015 un total de 502,16 tCO₂, 153,18 tCO₂ y 5773,64 tCO₂, respectivamente, contribuyendo a disminuir el exceso de CO₂ de la atmósfera.

Estos resultados permiten validar el criterio universal de que los bosques son sumideros naturales de carbono, como lo han defendido Alfaro (1997), Pardos (1999) y Brown (2002), quedando demostrada la importancia de las especies forestales por su aporte a la retención de carbono. Se confirma lo planteado por Álvarez y Mercadet (2011) que la capacidad de retención aumenta en relación con la humedad del ecosistema donde la formación forestal pluvisilva y pluvisilva de montaña ha alcanzado 225,1 t y 243,7 t, respectivamente, el bosque xerofítico de mogotes 118,4 t y el bosque semideciduo sobre suelo ácido 140,2 t carbono por superficie (Mg-C x ha⁻¹).

CONCLUSIONES

- Los resultados permitieron conocer que el carbono total retenido es de 1751,77 t y se han removido de la atmósfera 6429,00 t CO₂ en los tres sitios en restauración mediante la técnica de Forestería Análoga en 2015, lo cual demuestra el aporte como sumidero.
- Se confirma la necesidad de continuar con la restauración de estos sitios mediante la refo-

restación ordenada para disminuir el exceso de carbono a la atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA

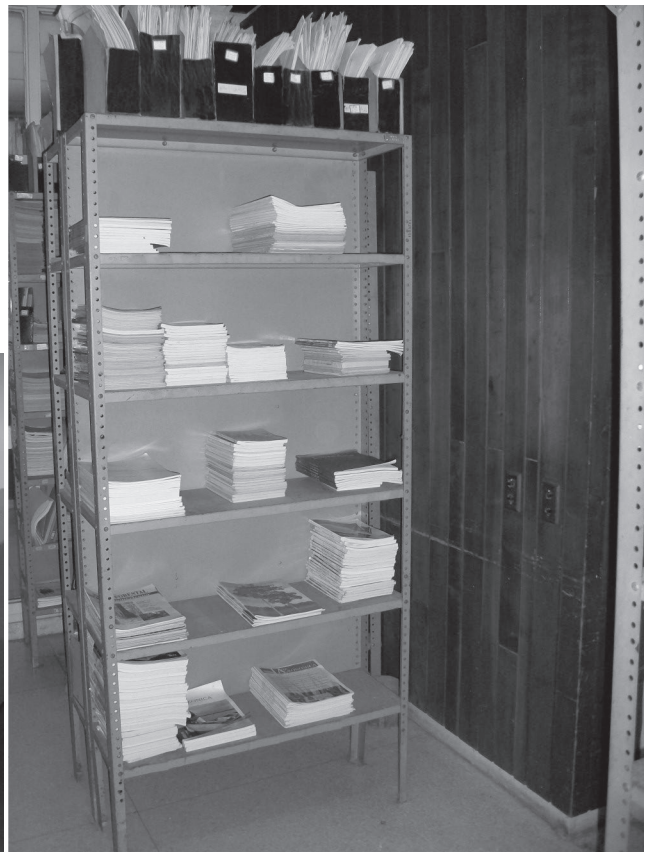
- Alfaro, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas forestales. *Forestal Centroamericana (CR)* 19 (6): 9-12.
- Álvarez Brito, A. 2002. Densidad de la madera de especies forestales arbóreas. Base de datos (V- 1.0). Instituto de Investigaciones Forestales.
- Álvarez Brito, A. 2010. Informe final de resultado del proyecto 11.69. Subproyecto la mitigación del cambio climático por los bosques cubanos. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 54p.
- Álvarez, A. *et al.* 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Cuba. 248 p.
- Álvarez, A., Mercadet, A. 2008. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.0. Inf. Final 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.
- Benkins, M. 2015. Finca Fila Marucha, un sistema de Forestación Análoga. Taller de capacitadores en FA. Ecuador. Presentación.
- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution* 116: 363-372 [en línea]. Disponible en: <http://www.winrock.org/ecosystems/files/2002ForestCarbon.pdf> [Consulta: 10 de marzo 2010].
- Centella, A., Llanes, J., Paz, L. 2001. Primera comunicación nacional de Cuba a la CMNUCC. La Habana. INSMET. 169 p.
- Del Risco, E. 1995. Los bosques de Cuba. Su historia y características. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 96 p.
- Eleazar, V. 2006. Relación entre el carbono almacenado en la biomasa total, la composición fisionómica de la vegetación en sistemas agroforestales con café y bosque secundarios de Costa Rica. 46h. Tesis (en opción al título de Máster en Agroforestería Tropical)-- Universidad Tecnológica de Chocó, Colombia y CATIE.
- Hechavarría, O. *et al.* Cálculo del carbono retenido en las plantaciones existentes de la finca forestal de la localidad de Paraguay. Guantánamo. En: Informe final de proyecto "Restauración de la diversidad en fincas forestales mediante técnicas de Forestación Análoga. Programa de diversidad biológica. 118 p.
- Instituto de Suelos. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de suelos de Cuba. Ciudad de la *Habana*. Instituto de Suelos. 64 p.
- Mercadet, A., Álvarez, A. 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba. En: Efecto de los cambios globales sobre el ciclo de carbono. Edts. F. Ortega. L. Lucas y Alejandra V. Volpedo. La Habana. Red 406RT0285: Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Pág. 107-118.
- MINAG. 1982. Norma Ramal 595.
- Moura-C. P. 2001. La convención sobre el clima y el mercado de las contrapartes de las emisiones de carbono basada en las actividades forestales. *Unasylva (BR)* 52(206):34-40.
- Pardos, J.A. 1999. Ante un cambio climático: papel de los montes arbolados y los productos forestales en la retención del carbono. *Investigación Agraria: Sistema de Recursos Forestales (ES)* 1: 93-99. diciembre.
- Ramírez, O., Gómez, M. 1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. *Revista Forestal Centroamericana (CR)* 27: 17-22.
- Red Internacional de Forestación Análoga (RIFA). 2008. Manual práctico de Forestación Análoga. Quito. Ecuador. 8 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Orlidia Hechavarría Kindelán

Doctora en Ciencias Forestales, Máster en Ciencias Ecológicas, Investigadora Titular 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 Forestación Análoga. Recibió premio en el Fórum municipal y provincial. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Centro de Documentación José Gómez Ricaño



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


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

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

Sus servicios abarcan:

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

Y entre sus productos:

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

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, telef.: 208 2554, fax.: 208 21 89. Los autores que proceden de la misma institución tendrán el mismo número.

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

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

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

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

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

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

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

FORMA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y apellidos: _____

Institución / Individual: _____

Dirección: _____

Ciudad: _____ País: _____

Código Postal: _____ Teléf.: _____ Fax: _____

Correo electrónico: _____

1 año 2 números 1 número

Números anteriores: ¿Cuáles?: _____

Precio de suscripción (incluye envío)

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

Favor remitir su cheque a nombre de:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

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

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

C.P. 11600

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

SUSCRPTION FROM

Name and surname: _____

Institution / Individual: _____

—

Address: _____

—

City: _____ Country: _____

Zip Code: _____ Telephone.: _____ Fax: _____

E-mail: _____

One Year 1 Issues 2 Issues

Other Issues: ¿Which?: _____

Suscription cost (included remittance)

USD: \$18.00 (one copy)

FSend cheque to order:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

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

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

Z.C. 11600

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