



## **Potencialidades de retención de carbono y nitrógeno en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral “Macurije” de la provincia de Pinar del Río. Cuba**

### **Potentialities of retention of carbon and nitrogen in the patrimony of the Integral Forest Company Macurije of the county of grove Pine of the River. Cuba**

**Yailen Díaz Monterrey<sup>1</sup>, Héctor Barrero Medel<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudiante Ingeniería Forestal. Quinto año. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”. Cuba. Correo electrónico: yailen.diaz@upr.edu.cu

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias Forestales. Profesor Titular. Departamento Forestal, Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”. Cuba.  
Correo electrónico: hbarrero@upr.edu.cu

**Recibido:** 20 de abril de 2017.

**Aprobado:** 14 de octubre de 2017.

#### **RESUMEN**

En este trabajo se estiman las capacidades de retención de carbono de los componentes fuste, suelo y necromasa, así como el de nitrógeno por especie, en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral “Macurije” de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Para ello se utilizó el registro del inventario forestal y la dinámica forestal de esta empresa y la metodología para la estimación del carbono y nitrógeno del patrimonio forestal. Como resultado, se identifican en los bosques de la EFI “Macurije”, reservorios de carbono de gran importancia para la provincia de Pinar del Río, siendo la formación vegetal de pinares de *Pinus caribaea* (var. *caribaea*) y *Pinus*

#### **ABSTRACT**

In this paper the capabilities of carbon sequestration is estimated components: bole and necromass soil and the nitrogen by species, in the equity of the Integral Forestal “Macurije” in the province of Pinar del Rio, Cuba. This registration of forest inventory and forest dynamics of this company and the methodology for estimating the carbon and nitrogen of the forest estate was used. As a result identified in the forests of the EFI Macurijes, carbon reservoirs of great importance to the province of Pinar del Rio, where the plant formation of *Pinus caribaea* (var. *caribaea*) and *Pinus tropicalis* its main protagonists. The

*tropicalis* sus principales protagonistas. Las formaciones vegetales predominantes de la Empresa Forestal Integral "Macurije" retienen en su biomasa total 3 284 413,9 t/C en los pinares y 800 750,9 t en los bosques semidecíduos sobre suelo ácido. Por otra parte, la estimación del carbono y el nitrógeno por especies constituye una herramienta de gran utilidad para el manejo forestal en la selección de los sitios a plantar.

**Palabras clave:** retención de carbono; inventario; necromasa; estimación.

---

predominant vegetation of Integral Forestal "Macurije" retained in their total biomass 413.9 3284 t / C in the pine forests, 800 750.9 t in deciduous forests on acidic soil. Moreover, the estimation of carbon and nitrogen species is a useful tool for forest management in the selection of planting sites.

**Keywords:** retention of carbon; inventory; necromasa; estimate.

---

## INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la captación de carbono, tanto en tipos de vegetación como en suelos forestales, han ido aumentando en los últimos años, debido al incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial y a la necesidad de conocer los procesos que puedan detener dichas emisiones o que puedan ser retenidas con mayor eficiencia en lugar de quedarse en la atmósfera.

Los bosques juegan un papel fundamental en el ciclo del carbono y nitrógeno, ya que estos y los suelos en donde se desarrollan, son importantes sumideros de estos elementos, contribuyendo a los cambios de concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico. Por lo tanto, es de gran interés conocer la cantidad de materia orgánica y carbono que se acumula en la biomasa y suelos procedentes de las especies que conforman dichos bosques (González y Cándas, 2004).

La humanidad está concientizada a trabajar unida en la disminución de la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, es por ello que, en febrero de 2005, con la firma de Rusia, uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero, entró en vigor el Protocolo de Kyoto.

En este sentido Cuba, como miembro de este protocolo, hace cumplir este compromiso a partir del inventario periódico de emisiones y la formulación de estrategias de adaptación y mitigación que contribuyan a la reducción de la concentración de GEI en la atmósfera.

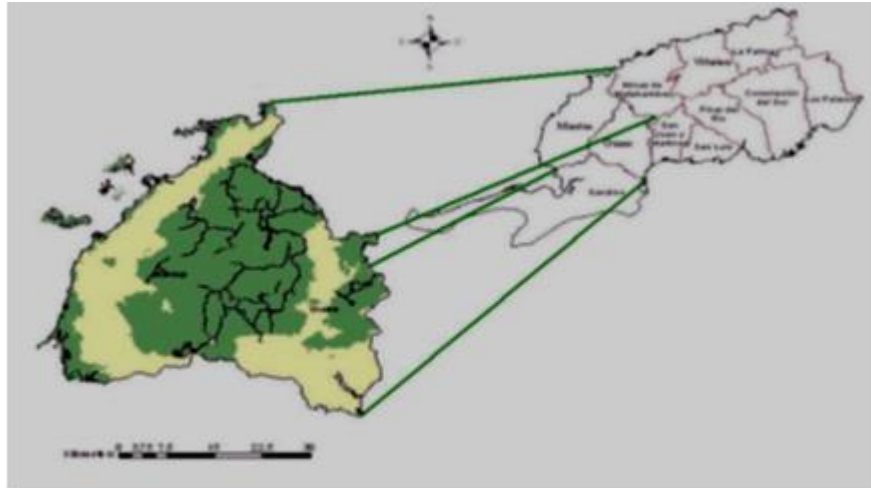
Es por ello que, contribuyendo a la estrategia nacional de cambio climático, este trabajo tiene como objetivo determinar las capacidades de retención de carbono de todos los componentes del ecosistema del patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral "Macurije" de la provincia de Pinar del Río, Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Forestal Integral (EFI) "Macurije" se ubica en la región más occidental de la provincia de Pinar del Río, abarcando parte de los territorios de los municipios Guane y Mantua. Sus límites geográficos (figura 1) son los siguientes: al norte (N) con el litoral costero, desde la ensenada de Baja hasta la ensenada de Garnacha; al noreste (NE) con el Municipio Minas de Matahambre, específicamente con el Consejo Popular Santa Lucía (EFI "Minas de Matahambre"); al este (E) con

el municipio San Juan y Martínez (EFI "Pinar del Río"); al sur (S) con el municipio Sandino (EFI "Guanahacabibes") y al

sureste (SE) con el litoral del Golfo de México.



**Fig. 1.** Ubicación de la EFI "Macurije"

*Fuente:* Proyecto Ordenación

### **Relieve y suelos**

Debido a la extensión del territorio de la EFI "Macurije", esta presenta gran variabilidad de relieve, por lo que existen diferentes tipos en esta región. Un análisis de estos relieves indica una secuencia escalonada de elevaciones que concluyen en una llanura costera, influenciada por ciénagas y arenales.

Esta área puede dividirse en tres zonas bien diferenciadas:

1. Zona de elevaciones cercana a los 200 m y menos, formada por lomas altas, abruptas y que se extienden como espinazo en dirección NE y SW.
2. Zona de colinas onduladas, constituida por llanuras de pie de monte muy desertadas, pequeños abanicos y coluvios, originados de la baja cordillera central, antes descrita. Esta zona fluctúa entre los 5 y 50 m de altitud y se extiende en forma de abanico en todas

direcciones a partir del núcleo central de dicha cordillera.

3. Zona costera donde coinciden llanuras deposicionales arenosas y ciénagas. Esta zona constituye el límite de la región en los lugares en que la misma llega al mar.

### **Metodología para la caracterización del Patrimonio Forestal**

Para la actualización de la ordenación forestal con que se trabaja en esta investigación, se utilizaron los registros suministrados por el departamento de ordenación de montes de la EFI "Macurije", los cuales se actualizan a partir de inventarios pie a pie y los planes de manejo del proyecto vigente, estableciendo muestreos aleatorios simples a cada uno de los rodales de la empresa con el método de Bitterlich. Fueron levantados entre 2 y 6 puntos de muestreo, en dependencia de la uniformidad de los rodales en cuanto a diámetro, altura, densidad y en base a la propia composición del rodal, o sea, si el

rodal presenta una uniformidad, tanto dasométrica como en su composición, es suficiente levantar dos puntos de muestreo; si, por el contrario, el rodal presentaba diferencias en su composición y estructura se levantaron al menos seis puntos de muestreo. El área basal se determina con el método de Bitterlich aplicado con una regla basada en el mismo principio del relascopio ideado por el autor del método.

Además del área basal, se mide el diámetro y la altura de los cinco árboles de comportamiento medio como establece el *Manual para la ordenación de Montes de Cuba*. El conocimiento del diámetro de los árboles nos sirve, entre otras cosas, para determinar el potencial de resinación de los rodales de *Pinus caribaea* (var. *Caribaea*) y para estimar los volúmenes de madera rolliza y en bolo para el aserrío. El diámetro se calcula a partir de la circunferencia medida con una cinta métrica y se hace una estimación de la altura a partir de la medición exacta del primer árbol con la Regla de Christen. También se registran otras informaciones, como la vegetación arbórea asociada, sotobosque, pendiente y el estado sanitario del rodal.

En el trabajo de campo, además de los instrumentos de medición ya citados, se emplearon también otros materiales como: machete, tablillas de apoyo, calculadora, lápiz cristalográfico, lápiz, lapicero, mochila, pomos, modelo para inventario de rodales y block de notas.

En el trabajo de gabinete fueron realizados los cálculos de altura media, diámetro medio y volumen en decenas de m<sup>3</sup>/ha.

Para el estudio de la dinámica se emplea el software Dinámica 8.0 del Servicio estatal forestal de Cuba.

## **Metodología para la estimación de la Biomasa Forestal**

La estimación de la biomasa forestal de los bosques de la EFI "Macurije" se realizó a partir de los datos de las existencias totales procedentes del inventario forestal y la densidad de las especies o la formación forestal (Álvarez y Mercadet, 2005), mediante la siguiente expresión:

$$BMT = (V [m^3] \times D [kg/m^3]) / 1000) \times FEB$$

Donde:

FEB = Factor de expansión de la biomasa Álvarez y Mercadet (2005)

V=Volumen [m<sup>3</sup>]

D=Densidad [kg/m<sup>3</sup>])

## **Estimación del carbono en las áreas inforestales**

Se emplea la metodología de Álvarez y Mercadet (2005), para determinar las cantidades específicas del carbono para la vegetación y el suelo.

### **Carbono en la biomasa forestal**

$$CRB = BMT \times FCMCM$$

Donde:

CRB = Carbono retenido por la biomasa total (t)

FCMCM = Factor de contenido medio de carbono en la madera (0,45 para latifolias y 0,50 para pinos)

### **Carbono retenido en el suelo**

- plantaciones

$$CS = Superficie [ha] \times VPCBT$$

Donde:

CS = Carbono retenido en el suelo (t)

Para calcular el total de carbono retenido se sumaron los dos valores de cada conclusión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características dasométricas del patrimonio de la empresa

De las 16 formaciones de bosques identificadas existentes en el país, descritas para Cuba tomando como base los criterios de Samek (1974), Bisse

(1988), los términos usados por UNESCO (1973), así como Capote y Berazaín (1984) y Borhidi (1987 y 1996), existen 10 en la EFI "Macurije" y se incluye además una nueva división "Las especies exóticas", con el objetivo de poder identificar las plantaciones de *Eucalyptus sp* y otras especies forestales introducidas dentro de la formación del bosque pinar.

Un análisis de la superficie de las formaciones vegetales se representa en la tabla 1. Inicialmente permite seleccionar solo aquellas que sobrepasen el 5 % por el peso que tiene la superficie ocupada por los árboles en la retención del carbono por cada una de sus componentes: fustes, suelo y necromasa.

Tabla 1-Distribución de las áreas por formación de bosques

Formación Vegetal	Superficie (ha)	%
Uverales	3,4	0,0
Manigua costera	18,5	0,0
Encinares	20,6	0,0
Semideciduo mal drenaje	124,9	0,1
Semideciduo sobre suelo calizo	849	1,0
Xerofítico de mogotes	2 528,4	2,9
Inforestal	3 827,3	4,3
Exóticas	6 812,2	7,7
Manglar	9 028,1	10,3
Semideciduo sobre suelo ácido	22 916	26,0
Pinares	41 889,4	47,6
<b>TOTAL</b>	<b>88 017,8</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 1, predomina la formación de Pinar con un 47,6 % del área total de la empresa, la cual constituye, a la vez, la especie maderable de mayor importancia en la misma. Le sigue la formación de bosque

semicaducifolio sobre suelo ácido con un 26 %, a continuación de la formación de manglar con 10,3 % y las exóticas con 7,8%, predominando el *Eucalyptus sp*. Un análisis de las áreas por categoría de bosques se representa en la tabla 2.

**Tabla 2.** División de la superficie total del patrimonio forestal por categoría de bosques

Categorías Bosques	Superficie	%
Recreativo	334.6	0,4
Bosque de Manejo Especial	2 248,4	2,6
Protector de las aguas y los suelos	3 003.2	3,4
Protectores del Litoral	11 393.0	12,9
Productores	71 038.5	80,7
<b>Total</b>	<b>88 017.8</b>	

Fuente: elaboración propia

Como se puede constatar, el 80,7 % de la superficie pertenece a bosques productores, seguido de los protectores y por último los de manejo especial y recreativo. En la categoría de bosques productores, la sección económica coníferas es la que ocupa la mayor superficie con 40 727,8 ha y una densidad media de 0,6 tanto para plantaciones de *Pinus caribaea* (var. *Caribaea*) como para el *Pinus tropicalis* natural y en plantaciones. A pesar de estas bajas densidades medias, la situación que presentan estas dos especies es bastante aceptable, ya que el 37,1 % y el 30,5 % de las plantaciones de *Pinus caribaea* y de *Pinus tropicalis* tienen una densidad mayor o igual a 0,7 respectivamente. En el caso de las plantaciones de *Eucaliptus sp.* presenta una superficie de 6 551.0 ha con un 27,9 % de densidad igual o mayor que 0,7.

Lo anterior significa que 57,5 % del volumen de las plantaciones de los dos pinos caen en esta densidad, así como el

39,7 % del volumen de las plantaciones de *Eucaliptus sp.*

El 72 % de la superficie boscosa tiene una densidad igual o menor a 0,6 con un volumen total de 34 2597 decenas de m<sup>3</sup>, es decir, por debajo de 0,7; mientras que solo el 28 % tiene una densidad por encima de 0,7 con un volumen total de 297 879 decenas de m<sup>3</sup>.

El volumen total de madera es de 646 545.4 decenas de m<sup>3</sup>. Comparado con las cifras anteriores se puede observar que, a pesar de la diferencia de área, el volumen total de madera de los rodales con densidades por encima de 0,7 ocupa el 47 % del volumen total. Esto indica que tanto las talas como los tratamientos silviculturales se garantizan para los próximos 10 años sin afectar el equilibrio normal del bosque.

El área boscosa de la empresa es de 76 330,2 ha con un volumen de 6 465,5 miles de m<sup>3</sup>, con una edad promedio de 28 años

y un incremento total anual de 284,0 miles de m<sup>3</sup>.

En la tabla 3 se presenta un resumen de la distribución de las áreas y los volúmenes por clases de edades para los bosques naturales, las plantaciones y para el total general.

**Tabla 3.** Distribución de las áreas y volúmenes por clases de edades

%	TOTALES	I	II	III	IV	V	VI
	<b>TOTAL BOSQUES NATURALES</b>						
	41700,6	36	104,9	1847,9	27476,2	8986	3249,6
	252187,5	169,8	662,8	9239,3	147818,7	58747,2	35549,7
% Área	100,0	0,1	0,3	4,4	65,9	21,5	7,8
% Vol	100,0	0,1	0,3	3,7	58,6	23,3	14,1
	<b>TOTAL PLANTACIÓN</b>						
	34629,6	3466,7	1606,5	3933,8	8750,8	16871,8	0
	394358,1	14978,9	9148	35858,6	95933	238439,6	0
% Área	100,0	10,0	4,6	11,4	25,3	48,7	0
% Vol.	100,0	3,8	2,3	9,1	24,3	60,5	0
	<b>TOTAL</b>						
	76330,2	3502,7	1711,4	5781,7	36227	25857,8	3249,6
	646545,6	15148,7	9810,8	45097,9	243751,7	297186,8	35549,7
% Área	100	4,6	2,2	7,6	47,5	33,9	4,3
% Vol.	100	2,3	1,5	7,0	37,7	46,0	5,5

*Fuente:* elaboración propia

En general, las áreas están distribuidas entre las clases de edades I hasta la VI, aunque en el caso de las plantaciones solo llegan hasta la clase de edad V. Las clases de edades que mayor área ocupan son las IV y la V con 47,5 y 33,9 %, respectivamente, de la superficie total y el 37,7 % y 46,0 % del volumen total.

En el caso de los bosques naturales, solo el 0,1 % y 0,3 % del área total está en las clases de edades I y II, mientras que el 65,9 % del área está en la clase de edad IV con el 58,6 % del volumen total,

seguida por la clase de edad V con el 21,5 % del área y el 23,3 % del volumen. En las clases de edades III y VI está el 4,4 % y el 7,8 % respectivamente del área con 3,7 % y el 14,1 % del volumen.

En el caso de las plantaciones, el 25,3 % y el 48,7 % del área está en las clases de edades IV y V con el 24,3 % y 60,5 %, respectivamente, del volumen, seguida de las clases de edades III, II y I con el 11,4 %, 4,6 % y 10,0 % del área total y el 9,1 %, 2,3 % y 3,8 % respectivamente del volumen.

Las plantaciones de *Pinus caribaea* presentan las siguientes características:

Área -----25 417,3 ha  
 Volumen total -----3 007,1 miles de m<sup>3</sup>  
 Volumen por ha -----118,3 m<sup>3</sup>/ha  
 Edad media ----- 18 años  
 Incremento total anual ----- 164,4 miles de m<sup>3</sup>  
 Incremento medio anual ----- 6,5 m<sup>3</sup>/ha/año

Un análisis de la distribución de las áreas y volúmenes por clase de edades se presenta en la tabla 4.

**Tabla 4.** Distribución de las áreas y volúmenes por clase de edades

<b>Totales</b>	<b>CLASES DE EDAD</b>				
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Área (ha)</b>	2,742.0	1,089.4	2,433.7	2,280.4	16,871.8
<b>Volumen Total m<sup>3</sup></b>	10,584.8	5,114.0	21,598.0	24,973.7	238,439.6

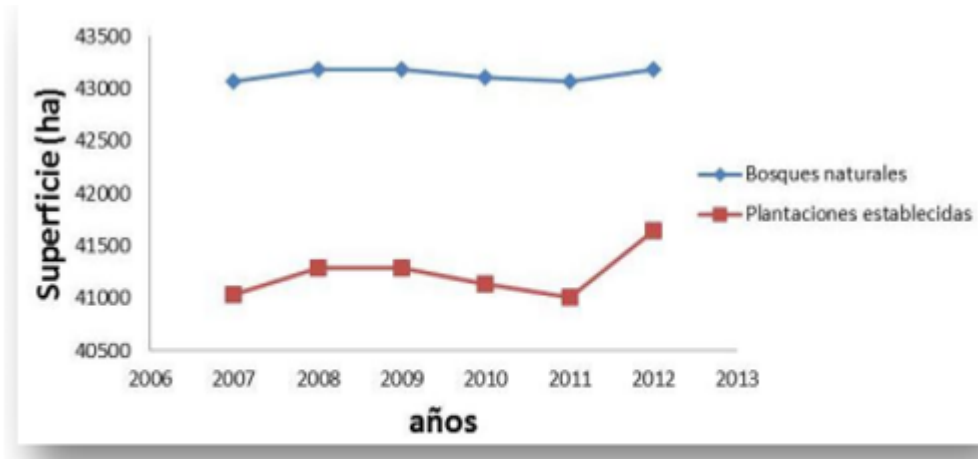
Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4, el área boscosa está distribuida por grupo de edad de la siguiente forma: 10,8 % brinzales, 4,3 % latizales, 9,6 % fustales adultos y 9 % maduros; mientras que el volumen se corresponde con 3,5 % en brinzales, 1,7 % en latizales, 7,2% en fustales adultos y 8,3 % en maduros. La situación que presenta la estructura actual por grupos de edades es favorable para garantizar las talas en los próximos 10 años, ya que el 86,7 % del área y el 89,5 % del volumen están en los grupos de edades fustales adultos y maduros.

Estos por cientos expresan la estructura general de la distribución de las áreas y los volúmenes donde se incluyen todas las especies dominantes, pero no todas se talan. Esto hace que se recargue tanto el área como el volumen hacia las edades más viejas, sobre todo en las plantaciones de *Pinus caribaea* (var. *caribaea*) y *Eucalyptus* sp. que son las dos especies que, generalmente, se planifican para talar.

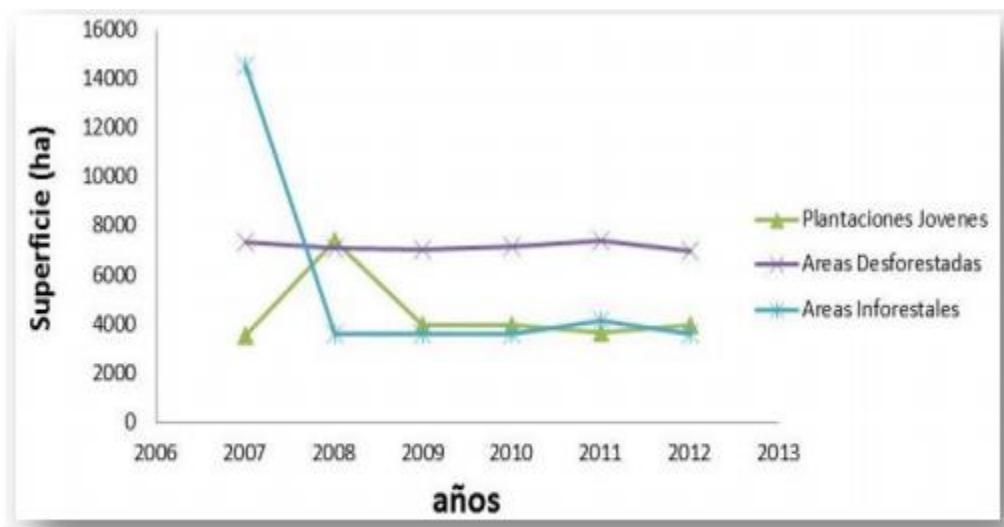
Un análisis de la dinámica desde el año 2005 hasta la más reciente, de 2012, se presenta en las figuras 2 y 3.





**Fig. 2.** Comportamiento de patrimonio de bosques naturales y plantaciones establecidas

*Fuente:* elaboración propia



**Fig. 3.** Dinámica de categorías de áreas de plantaciones jóvenes, desforestadas e inforestales.

*Fuente:* elaboración propia

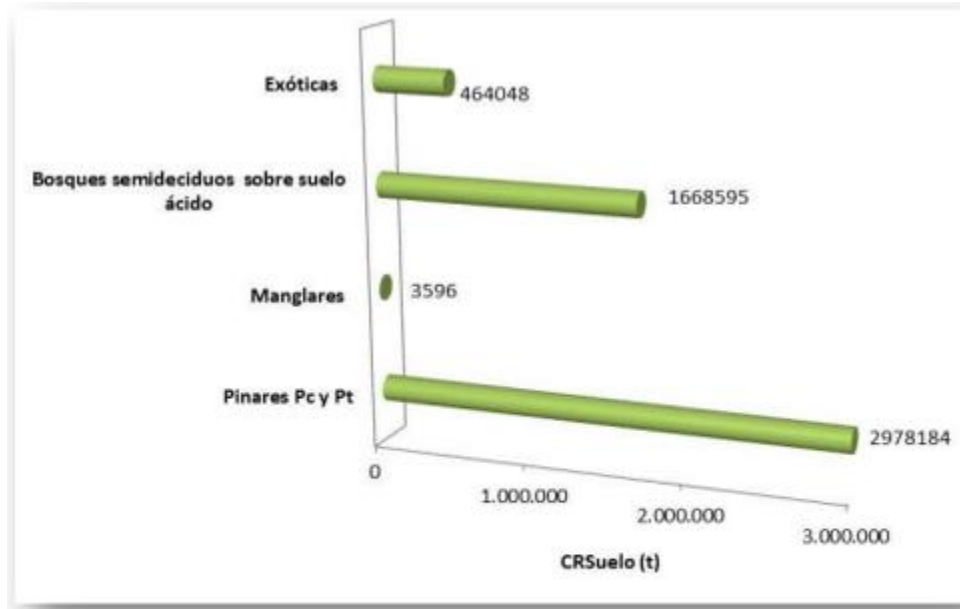
Como se observa en las figuras 3 y 4 existe una tendencia al mantenimiento homogéneo del patrimonio forestal con tendencia a crecer en los 6 años analizados, lo cual puede inferir un cumplimiento del plan de retención de carbono de la empresa. Con este aspecto propuesto por Álvarez y Mercadet (2005) puede ponerse en práctica el pago por estos servicios ambientales y contribuir así

a la economía forestal; por otra parte, nos permite evaluar el indicador II.2.9. Positivo para el criterio de desarrollo Forestal Sostenible. Se mantienen las funciones del ecosistema forestal, según Cue (2008).

#### **Retención de carbono por el suelo**

Como resultado del cálculo de la cantidad de carbono retenido en el suelo de estas

formaciones vegetales en el patrimonio de la empresa resulta la figura 4.



**Fig. 4.** Retención del carbono en el suelo de las formaciones vegetales

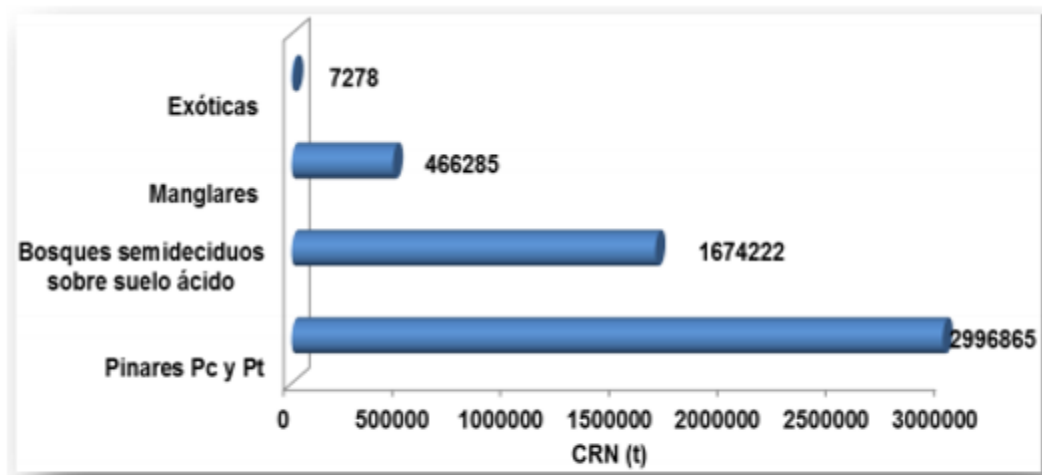
Fuente: elaboración propia

Como se constata en la figura 5, la mayor retención del carbono en el suelo ha ocurrido en los pinares de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* y en los bosques semidecíduos sobre suelo calizo. Estos valores se corresponden con la representatividad de estas formaciones vegetales en esta empresa, la retención de carbono para el suelo se distribuye por unidad de superficie en 80 tC/ha y 76,3 tC/ha respectivamente, comportamiento similar al encontrado para los suelos de los bosques naturales reportados por Mercadet *et al.* (2007), para el estudio de mitigación del cambio climático de las EFI

“La Palma” (96 tC/ha), “Ciénaga de Zapata” (53 tC/ha), “Ciego de Ávila” (31 tC/ha) y “Baracoa” (103 tC/ha), así como al carbono reportado por la FAO (2000), para el suelo de la región del Caribe (70,5 t/ha).

#### **Retención de carbono en la Necromasa**

Del cálculo de la cantidad de carbono retenido en la necromasa de las cuatro formaciones seleccionadas del patrimonio de la empresa resulta la Figura 5.



**Fig. 5.** Retención del carbono en la necromasa por las formaciones vegetales

*Fuente:* elaboración propia

En la figura 6 se puede observar que la mayor retención del carbono en el suelo coincide con la misma del suelo predominando los pinares de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* y los bosques semidecuidos sobre suelo calizo. Este comportamiento es similar al encontrado para los suelos de los bosques naturales reportados para el estudio de mitigación del cambio climático de las EFI "La Palma" (96 tC/ha), "Ciénaga de Zapata" (53 tC/ha), "Ciego de Ávila" (31 tC/ha) y "Baracoa" (103 tC/ha), así como al carbono reportado por la FAO (2000), para el suelo de la región del Caribe (70,5 t/ha).

#### **Retención de carbono por la Biomasa de Fuste**

En el análisis de la retención de la cantidad de carbono de la biomasa de fuste, resultan nuevamente las formaciones de pinares de Pc y Pt, los bosques semidecuidos sobre suelo ácido, donde predominan los mayores valores de retención de carbono total de esta empresa (figura 6).

Este comportamiento se debe, en primer lugar, a la superficie ocupada por estas formaciones y, en segundo lugar, por poseer la mayor cantidad de biomasa total, siendo de 3 284 413,9 t para pinares

y 800 750,9 t para los bosques semidecuidos sobre suelo ácido, todo ello favorecido por la calidad de los sitios y el manejo forestal implementado por esta empresa, como parte de la ejecución de los planes de manejos devenidos del proyecto de ordenación de la economía forestal del territorio. La distribución por unidad de superficie para los pinares es de 80,5 tC/ha y en los bosques semidecuidos sobre suelo ácido es de 70 tC/ha. Estos valores se corresponden a los estimados por Brown y Lugo (1962) para la biomasa aérea de los árboles en los trópicos (20-269 tC/ha) así como con los estimados realizados por Delaney (1997), en su estudio de cinco zonas de vida de Venezuela sobre el carbono en la biomasa aérea para árboles mayores de 10 cm de diámetro desde un bosque muy seco (70 tC/ha) hasta un bosque muy húmedo (179 tC/ha).

#### **Retención de carbono por categoría de área**

Analizando este comportamiento por tipo de bosques, en el caso de las plantaciones almacenan de la superficie total del patrimonio de la empresa 2 756 097,9 t en los bosques naturales 2 524 781,4 t y áreas inforestales retienen un total de 31 388.6 t/C en su superficie siendo la

primera de estas las plantaciones la que mayor protagonismo desempeña, aun cuando ocupan una menor superficie. Este resultado es suscitado por una mayor cantidad de biomasa de fuste, al ocupar las calidades 37 de sitio mejores; por el contrario en los bosques naturales se incluyen las formaciones de cuabales, uverales y xerófito de mogotes, que aun cuando sean formaciones con alguna contribución en la retención de carbono en el suelo, no favorecen significativamente a la biomasa de fuste por las características de estas formaciones de densidades excesivas como se plasmó en el acápite de caracterización dasométricas del patrimonio de la empresa.

Estos resultados se encuentran en correspondencia con Álvarez y Mercadet (2005), los cuales reportan cómo el mayor sumidero de carbono del área forestal fue alcanzando por las plantaciones, el manejo intensivo a que es sometida el área forestal cubierta por ellas y la elevada

concentración de biomasa en las mismas; constituyendo los factores fundamentales que han determinado que se encuentren por encima de los de los bosques naturales. No obstante, es también importante destacar que en los bosques naturales como sumideros desempeñan un papel de importancia la composición de especies y, sobre todo, de formaciones que integran estos bosques, lo cual incide de manera especial en la determinación de la biomasa en pie y del carbono que retiene.

### **Retención de carbono de las principales especies aprovechadas en la EFI**

El conocimiento del carbono retenido por una especie es una herramienta útil para su manejo, al ser un indicador a la hora de tener en cuenta para la selección de los sitios a plantar; analizando este comportamiento por especie se representan sus estimativas en la tabla 5.

**Tabla 5.** Biomasa total y retención del carbono por especies

<b>Especie</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>BMT(t)</b>	<b>CRB (t)</b>	<b>CRS (t)</b>	<b>CRN (t)</b>	<b>CRBT (t)</b>
<i>Pinus caribaea</i> var <i>caribaea</i>	25417,30	2269230,23	10638,15	2033384,00	2168,64	2046190,80
<i>Matayba apetala</i>	18272,90	688982,04	3229,95	1388740,40	1559,07	1393529,42
<i>Pinus tropicalis</i> (natural)	8782,20	481729,95	2258,35	702576,00	749,31	705583,66
<i>Eucaliptus</i> sp	6099,80	365385,98	1712,93	463584,80	520,44	465818,17
<i>Avicenia nitida</i>	3831,50	287507,77	1347,84	1532,60	326,91	3207,35
<i>Rhizophora mangle</i>	4088,40	248174,36	1163,44	1635,36	348,83	3147,63
<i>Pinus tropicalis</i> (Plantación)	3027,80	243112,92	1139,71	242224,00	258,34	243622,05

BMT (t): biomasa total; CRB (t) carbono retenido biomasa; CRS (t): carbono retenido en el suelo; CRN (t): carbono retenido en la necromasa; CRBT (t): carbono retenido en la biomasa total.

Fuente: elaboración propia

Como se representa en la tabla 5, las especies de la formación de pinares son las que mayoritariamente retienen el carbono en todos los componentes, seguido de *Mataybaapetala* y *Eucalytus* sp. Estos resultados se corresponden con los reportados por Rodríguez (2005) en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral "La Palma" de esta provincia, así como por Álvarez y Mercadet (2005).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ B, A. MERCADET. *Base de datos sobre densidad de la madera de especies arbóreas forestales*. Informe Final del Subproyecto 11.25.03. Programa Ramal de Medio Ambiente, MINAG, 2005.

BISSE, J. *Árboles de Cuba*. Ciudad de la Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica, 1988.

BORHIDI, A. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó-Budapest, 1996.

BORHIDI, A. The main vegetation units of Cuba. *Acta Botánica Hungarica*, 1987, **33**(3-4), 151-185.

BROWN, S y LUGO, A. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in the global carbon cycle. *Biotrópica*, 1962, (14), 161-187.

CAPOTE, R. y BERAZAÍN, R. "Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba". *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 1984, **5** (2), 27-75.

## CONCLUSIONES

- Los bosques de la EFI "Macurije" son reservorios de carbono y nitrógeno de gran importancia en la provincia de Pinar del Río, siendo el Pc y Pt sus principales protagonistas.
- Las formaciones vegetales predominantes de la EFI "Macurije" retienen en su biomasa total 3 284 413,9 t/C en los Pinares y 800 750,9 t en los bosques semidecíduos sobre suelo ácido.
- La estimación del carbono y el nitrógeno por especies constituye una herramienta de gran utilidad en el manejo forestal en la selección de los sitios a planta.

CUE, J.L. *Criterio Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible la EFI "Cienfuegos"*. Tesis doctoral inédita en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Cuba, 2008.

DELANEY, M. The distribution of organic carbon in major components of forest located in five life zones of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, 1997, (13).

FAO, (Food and Agriculture Organization). *Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO<sub>2</sub>*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2000.

GONZÁLEZ, P.J; V., M.A. CÁNDAS. *Materia orgánica de suelos bajo encinas. Mineralización de Carbono y Nitrógeno*. Investigación Agraria: Sistema Recursos Forestales. 2004. [En línea]. 23 octubre 2009. [Consultado el 13 noviembre 2015]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es>

RODRÍGUEZ, J.L. *Estrategia de mitigación del cambio climático para la Empresa*

*Forestal Integral "La Palma"*. Tesis de maestría inédita en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, 2005.

SAMEK, V. *Elementos de Silvicultura de los bosques latifolios*. La Habana: Ciencia

y Técnica, Instituto Cubano del Libro, 1974.

UNESCO. *International classification and mapping of vegetation*. Paris, 1973.

---

*Yailen Díaz Monterrey*. Estudiante Ingeniería Forestal. Quinto año. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Cuba.  
Correo electrónico: [yailen.diaz@upr.edu.cu](mailto:yailen.diaz@upr.edu.cu)

---