

Revista Cubana de  
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 11, número 1; 2023

Artículo original

***Retención de carbono por los bosques en condiciones xerofítica.  
Guantánamo, Cuba***

***Carbon retention by forests under xerophytic conditions. Guantnamo, Cuba***

***Seqüestro de carbono por florestas sob condições xerófitas. Guantánamo, Cuba***

Adela Frómeta Cobas<sup>1\*</sup> , Edilma Romero Matos<sup>2</sup> , Wilmer Moreira Matos<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agroforestal, Unidad de Ciencia y Técnica Baracoa. Guantánamo, Cuba.

<sup>2</sup>Empresa Agroforestal Imías. Guantánamo, Cuba

\*Autor para la correspondencia: frometaadela@gmail.com

**Recibido:**2023-02-28.

**Aprobado:**2023-04-03

---

## **RESUMEN**

La investigación se realizó en áreas de bosques naturales y plantaciones en condiciones xerofíticas de los municipios Imías y San Antonio del Sur de la provincia Guantánamo, con el objetivo de evaluar la retención de carbono en estos tipos de bosques. Se utilizaron datos correspondientes a la dinámica forestal y el Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal del periodo 2008-2017 que fueron procesados con el sistema automatizado SUMFOR v-4.02. Los bosques naturales fueron los de mayor retención con 181,53 tC/ha, mientras que los bosques artificiales retuvieron 179,27 tC /ha. Por depósitos,



en el suelo se reporta el mayor porcentaje con un 68,55 mientras que por categorías de bosques lo mayores resultados los tienen los bosques productores con 186,44 tC/ha el resto de las categorías tienen un comportamiento similar entre ellas oscilando entre 170 y 179 tC/ha. En una proyección de la línea base de carbono por diez años evidenció que para el año 2028 la retención total de carbono habría aumentado 35 % con respecto al valor inicial, crecimiento al que los bosques naturales aportarían 69%. Se obtuvo información de la retención de carbono para las formaciones Manigua costera, Uveral y Xerófilo típico que aún no tenían estudios en el país y se presentan valores de retención de carbono para las especies *Trichilia hirta* L. y *Phyllostylon brasiliensis* Capan.

**Palabras clave:** Captura de carbono, zonas semiáridas, bosques xerófilos.

---

## ABSTRACT

The research was carried out in areas of natural and artificial forests under xerophytic conditions in the Imías and San Antonio del Sur municipalities of Guantánamo province, with the objective of evaluating carbon retention in these types of forests. The data corresponding to forest dynamics and the Project for the Organization and Development of the Forest Economy of the year 2018 were processed with the automated system SUMFOR v-4.02. Natural forests were the ones with the highest retention with 181.53 tC/ha, while artificial forests retained 179.27 tC/ha. By deposits, the highest percentage is reported in the soil with 68.55 while by forest categories the highest results are obtained by the producing forests with 186.44 tC/ha, the rest of the categories have a similar behavior between them, ranging between 170 and 179. In a projection of the carbon baseline for 10 years, it was evidenced that by the year 2028 total carbon retention would have increased 35% with respect to the initial value, growth to which natural forests would contribute 69%. Information on carbon retention was obtained for the Manigua costera, Uveral, and typical Xerophyte formations that had not yet been studied in the country, and carbon retention values for the species *Trichilia hirta* L. and *Phyllostylon brasiliensis* Capan . are presented for the first time.



**Keywords:** Carbon sequestration, semi-arid zones, xeric forests.

---

## SÍNTESE

A pesquisa foi realizada em áreas de florestas naturais e plantações sob condições xerófitas nos municípios de Imías e San Antonio del Sur na província de Guantánamo, com o objetivo de avaliar o seqüestro de carbono nesses tipos de florestas. Os dados correspondentes à dinâmica florestal e ao Projeto de Organização e Desenvolvimento da Economia Florestal para o período 2008-2017 foram utilizados e processados com o sistema automatizado SUMFOR v-4.02. As florestas naturais tiveram a maior retenção com 181,53 tC/ha, enquanto as florestas artificiais retiveram 179,27 tC/ha. Por depósitos, a maior porcentagem é relatada no solo com 68,55, enquanto por categorias florestais os maiores resultados são relatados para as florestas produtoras com 186,44 tC/ha, as demais categorias têm um comportamento semelhante entre elas, variando entre 170 e 179 tC/ha. Uma projeção da linha de base do carbono para 10 anos mostrou que até 2028 o sequestro total de carbono teria aumentado 35% em relação ao valor inicial, um crescimento para o qual as florestas naturais contribuiriam com 69%. Informações sobre sequestro de carbono foram obtidas para as formações Manigua costera, Uveral e Xerófilo típico, que ainda não haviam sido estudadas no país, e os valores de sequestro de carbono são apresentados para as espécies *Trichilia hirta* L. e *Phyllostylon brasiliensis* Capan.

**Palavras-chave:** Seqüestro de carbono, zonas semi-áridas, florestas xerófitas.

---

## INTRODUCCIÓN

Los bosques contribuyen al almacenamiento de grandes cantidades de carbono atmosférico en la biomasa vegetal y en el suelo, que lo intercambia constantemente con la atmósfera mediante los procesos de fotosíntesis y respiración, por lo que tienen una función muy importante al evitar la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera.



Según FAO (2020), la mayor parte del carbono forestal se encuentra en la biomasa viva (44 por ciento) y la materia orgánica del suelo (45 por ciento), y el resto en la madera muerta y en la hojarasca. La reserva total de carbono en los bosques disminuyó de 668 giga toneladas en 1990 a 662 giga toneladas en 2020; mientras la densidad de carbono aumentó ligeramente durante el mismo período, de 159 a 163 toneladas por ha.

El reporte de carbono en el caso particular de la actividad forestal cubana, está asociado a las existencias de madera en pie de los bosques naturales y artificiales (siempre que estos estén bajo manejo), información a partir de la cual se determina el carbono retenido al término del año, en tanto que el cálculo de las emisiones o remociones se efectúa mediante la diferencia de las retenciones reportadas en evaluaciones sucesivas por el método de diferencia de existencias (Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, 2017).

En tal sentido, se ha estimado que los ecosistemas áridos y semiáridos cubren un tercio de la superficie continental Pointing y Belnap. (2012) y contienen 36% del carbono almacenado en los ecosistemas terrestres Campbell *et al.* (2008) citado por Montañaño *et al.* (2016). La importancia de los bosques secos tropicales radica en la prestación de bienes y servicios para la sociedad en general; entre ellos, el de conservar la biodiversidad y de convertirse en grandes sumideros de dióxido de carbono a nivel global, constituyen una parte importante para el secuestro del carbono; según Luna *et al.* (2021), estos son globalmente extensos, pero poco estudiados.

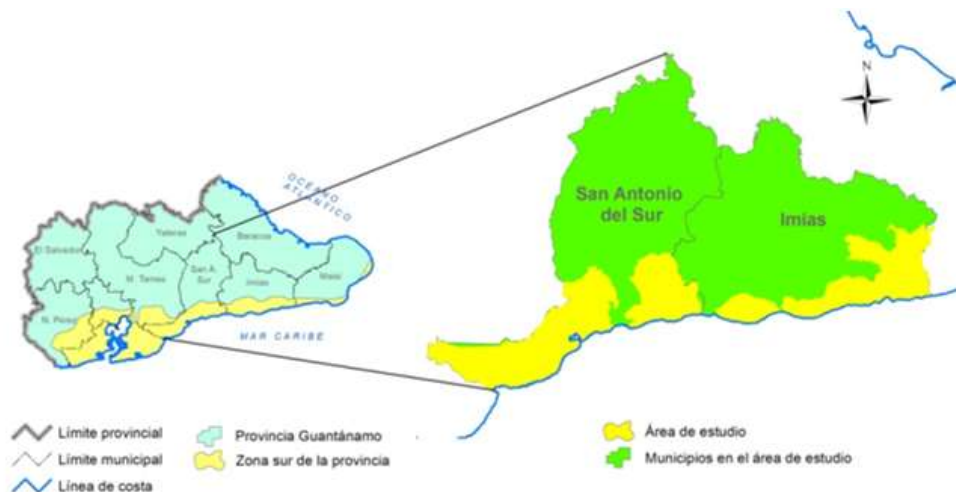
El monte seco Cuba, está compuesto por una gran cantidad de árboles y arbustos xerofíticos que mantienen su follaje todo el año y numerosos representantes tienen espinas y hojas espino- dentadas. Su mayor desarrollo se ubica en la zona sur del oriente. El suelo es generalmente esquelético, en especial si se encuentra en regiones de roca caliza donde se ha desarrollado una estructura calcárea (Bisse,1988). Las condiciones extremas debido a las bajas precipitaciones, pobre hidrografía y baja fertilidad de los suelos han condicionado la existencia de ecosistemas frágiles con limitadas posibilidades productivas.



Considerando las escasas evidencias sobre el estudio de los niveles de carbono retenido en cada depósito en los bosques xerofíticos que limita la gestión actual de los mismos se formula como objetivo de este trabajo evaluar el potencial de retención de carbono en los bosques en condiciones xerofíticas de los municipios Imías y San Antonio de la provincia Guantánamo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El patrimonio forestal de los municipios Imías y San Antonio del Sur abarca un área total de 47 226,6 ha, la zona xerofítica cuenta con 5 308,3 ha en el municipio Imías y 8 441,9 ha en San Antonio del Sur, esto abarca un área total de 13 750,2 ha Barbón *et al.* (2008-2017). Es un territorio con características costeras y montañosas que se ubica al sureste de la provincia Guantánamo, teniendo como límites físico-geográficos al norte los municipios Yateras y Baracoa, al sur el municipio Caimanera y el mar Caribe, al este el municipio Maisí y al oeste los municipios Manuel Tames y Yateras (Figura 1).



**Figura 1.** - Esquema de ubicación geográfica área de estudio

*Caracterización del patrimonio forestal de la zona objeto de estudio*



Como fuente de información para los bosques artificiales y naturales se utilizó la Dinámica Forestal correspondiente al año 2018, que comprende una caracterización general del Patrimonio forestal de la zona xerofítica (Tablas 1, 2 y 3) y para la gestión técnica en esta área el Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal realizado para un periodo que comprende estos años 2008-2017 y está vigente hasta que se realice la nueva ordenación forestal (Tabla 4), realizados ambos por el grupo de Ordenación Forestal (Barbón *et al.*, 2008, 2017).

**Tabla 1.** - Composición del patrimonio forestal de la zona xerofítica municipios Imías y San Antonio del Sur (ha)

INDICADOR	2018
Superficie de bosques naturales:	11 020,0
Superficie de bosques artificiales establecidos (ha):	1 829,8
Superficie de bosques artificiales en desarrollo (ha):	295,2
Superficie por reforestar	69,4
Superficie de ciénagas	10,0
Superficie de tierras agrícolas	32,4
Superficie de otras áreas inforestales	493,4
<b>TOTAL</b>	<b>13 750,2</b>

Fuente: Dinámica Forestal 2018.

**Tabla 2.** - Caracterización del patrimonio forestal para los bosques establecidos y en desarrollo en área (ha), volumen (m<sup>3</sup>) por especies de la zona objeto de estudio

Especies Nombres científicos	Bosques artificiales establecidos		Bosques artificiales en desarrollo
	Área (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (ha)
<i>Gerascanthus gerascanthoides</i> L.	2,2	47,9	0,0
<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn.	70,0	4 821,0	0,0
<i>Trichilia hirta</i> L.	70,0	2 646,0	0,0
<i>Colubrina elliptica</i> (Sw) Brizicki et Stern.	35,0	1 432,3	0,0
<i>Cocos nucifera</i> L.	2,9	277,8	19,0
<i>Guaiacum officinale</i> L.	220,0	5 838,0	62,0
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.	669,7	28 127,4	90,0



<i>Phyllostylon brasiliensis</i> Capan. ex Benth &	1,6	46,0	0,0
<i>Rhizophora mangle</i> L.	39,2	1 168,2	3,5
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	89,0	4 222,9	0,0
<i>Lysiloma latisiliqua</i> (L.) Benth	131,5	3 086,1	3,0
<i>Coccoloba uvifera</i> L.	13,3	356,2	32,8
<i>Andira inermis</i> (Sw.) HBK	82,1	4 470,1	0,0
<i>Conocarpus erectus</i> L. (C. sericea Forst.)	0,0	0,0	3,0
<i>Caesalpinia violacea</i> (Mill).	346,5	13 039,7	41,9
<b>TOTAL</b>	<b>1 773,0</b>	<b>69 579,57</b>	<b>255,2</b>

**Tabla 3.** - Caracterización del patrimonio forestal por formaciones y categorías de la zona de estudio

Formaciones	Categorías	Área (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>Manglar</b>	Protector del Litoral	72,0	1 288,8
<b>Manigua costera</b>	Protector Aguas y Suelos	51,0	1 104,0
	Protector del Litoral	448,0	23 654,4
	Protector Flora y Fauna	356,0	18 796,8
	Manejo Especial	326,0	11 752,3
<b>Uveral</b>	Protector del Litoral	69,0	1 573,2
	Protector Flora y Fauna	37,0	843,6
<b>Xerófilo típico</b>	Productor	5 749,7	291 774,2
	Protector Aguas y Suelos	2 376,0	101 692,8
	Protector del Litoral	663,5	28 397,8
	Protector Flora y Fauna	297,1	8 771,0
	Manejo Especial	574,7	735,0
<b>TOTAL</b>		<b>11 020,0</b>	<b>510 368,36</b>

Los datos correspondientes al año valorado, fueron procesados utilizando la versión 4.02 del sistema automatizado SUMFOR (Álvarez, Mercadet y Peña, 2019) que tiene en cuenta el carbono retenido en todos los depósitos (biomasa aérea y soterrada, necromasa y suelo) y en todos los componentes (bosques naturales, plantaciones, plantaciones en desarrollo, área por cubrir y área inforestal).





**Tabla 4.** - Caracterización de la gestión técnica en el patrimonio forestal de la zona de estudio

Indicador	2018
Supervivencia promedio de los bosques artificiales (%):	75
Logro promedio de la reforestación (%)	50
Volumen anual extraído por otras talas (m <sup>3</sup> )	2 096,0
Incremento corriente anual de los bosques naturales (m <sup>3</sup> /ha/año)	1,40
Incremento medio anual de los bosques artificiales (m <sup>3</sup> /ha/año)	2,90

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Retención de carbono en el patrimonio forestal zona xerofítica de los municipios Imías y San Antonio del Sur*

La retención total alcanzada por el Patrimonio forestal de ambos municipios solo superó, entre 13 zonas del país, a los reportados en Ciego de Ávila INAF (2019), mientras que las mayores retenciones se alcanzan en los bosques naturales (181,53 tC/ha) estos superan a los bosques artificiales en más de un 10 %. Ledesma *et al.* (2020) en estudios realizados en áreas de bosques nativos semixerofíticos del Espinal (Entre Ríos), Argentina determinaron retenciones de carbono de 263,88 tC/ha superiores a los determinados en el Patrimonio forestal los municipios Imías y San Antonio del Sur. Estos autores destacan el papel de los bosques nativos o naturales en el ciclo global del carbono (C), dado su rol de secuestradores de CO<sub>2</sub>, regulando el intercambio gaseoso entre la biomasa vegetal, el suelo y la atmósfera.

Los bosques artificiales (plantaciones) de esta zona xerofítica presentan una retención de carbono (179,27 tC/ha) superior a los alcanzados en trabajos realizados por el Grupo agroforestal (GAF) en Las Tunas en áreas similares en los años 2016 y 2018 con valores de 165,21 y 164,63 tC/ha respectivamente, mientras que fue inferior con respecto a los de otras 11 zonas del país, también en trabajos desarrollados por el grupo Agroforestal para ambos años (INAF 2017- 2019).



### Retención de carbono por especies

Las retenciones de carbono registradas en los bosques artificiales establecidos por especies (>3 años de edad) en la zona de estudio (Tabla 5), *Cocos nucifera* alcanza los mayores valores con 210,72 tC/ha seguido por *Colubrina ferruginosa* 204,10 y *Rizhophora mangle* 201,69, estas tres especies retienen más de 190 tC/ha, superando en más de 50 tC/ha a *Lysiloma latisiliqua* con el menor valor. Luna *et al.* (2021) señalan que en la Reserva Ecológica Arenillas situada al sur de la costa ecuatoriana las especies *Ceiba trichistandra* y *Eriotheca ruizii* alcanzaron los mayores valores en la retención de carbono con más 249,79 tC/ha, superiores a los obtenidos en la presente investigación.

Con relación a las retenciones promedio nacionales reportadas por el Grupo Agroforestal, la zona xerofítica de los municipios Imías y de San Antonio del Sur. Los valores de retención de carbono obtenido para *Trichilia hirta* con 167,78 tC/ha y *Phyllostylon brasiliensis* 169,07 tC/ha, aporta información al incorporarla a las bases de datos existentes, ya que no han sido cuantificadas en otras áreas del Patrimonio forestal del país.

**Tabla 5.** - Retención de carbono por especies

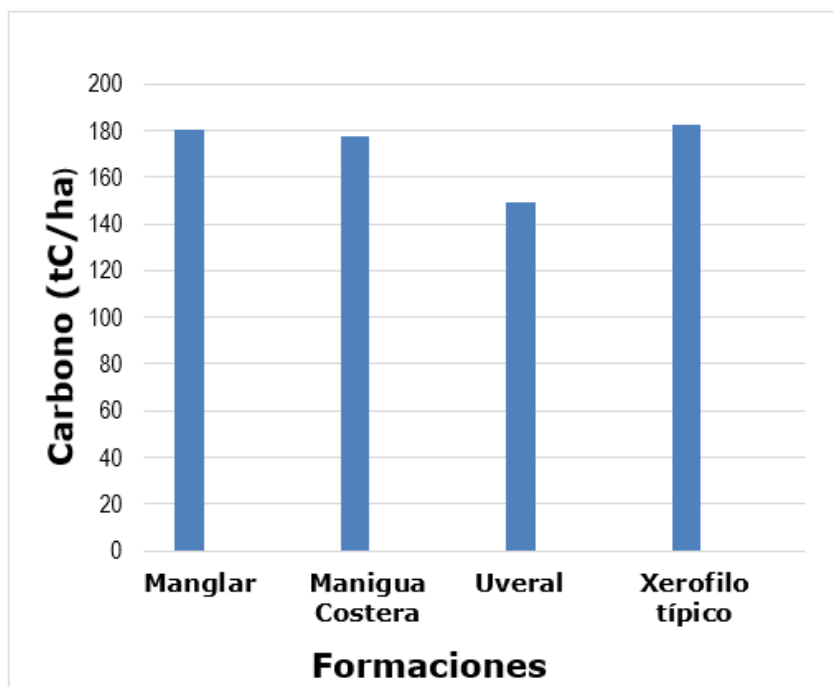
ESPECIES	Superficie (ha)	Retención de Carbono (tC/ha)
<i>Gerascanthus gerascanthoides</i>	2,2	156,40
<i>Colubrina ferruginosa</i>	70,0	204,10
<i>Trichilia hirta</i>	70,0	167,78
<i>Colubrina elliptica</i>	35,0	186,90
<i>Cocos nucifera</i>	2,9	210,72
<i>Guaiacum officinale</i>	220,0	178,08
<i>Leucaena leucocephala</i>	726,5	175,45
<i>Phyllostylon brasiliensis</i>	1,6	169,07
<i>Rizhophora mangle</i>	39,2	201,69
<i>Azadirachta indica</i>	89,0	180,79
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	131,5	150,50
<i>Coccoloba uvifera</i>	13,3	162,95
<i>Andira inermis</i>	82,1	187,49
<i>Caesalpinia violacea</i>	346,5	178,95



La especie *Conocarpus erectus* no se incluye en la tabla por no encontrarse en el área de estudio plantaciones establecidas.

### *Retención de carbono por formaciones vegetales*

Otro aspecto relevante es que los bosques naturales de la zona objeto de estudio están compuestos por tres formaciones (Manigua costera, Uveral y Xerófilo típico); en el caso del Xerófilo típico se recoge por primera ocasión en el Reporte de Carbono del Grupo Agroforestal GAF (2018) del Ministerio de la Agricultura e INAF (2019) y en estas zonas es la única de las tres que presenta áreas categorizadas como productoras, además tiene los mayores valores de retención de carbono con 182.34 (tC/ha) (Figura 2), además es la que más superficie ocupa con 9 661,0 ha de bosques. La formación de manglar le sigue con valores de 180,33 (tC/ha), al respecto Salazar (2018) refiere que los manglares pueden acumular hasta cinco veces más carbono que los bosques terrestres y gracias a esto se ha reconocido su importante rol en la mitigación al cambio climático.



*Figura 2.* - Retención de carbono por formación zona xerofítica de Imías y San A. del Sur



### *Carbono retenido por depósitos (%) en bosques naturales y plantaciones*

La distribución por depósito del carbono retenido en los bosques del sur de estos municipios (Figura 3) indicó que como es habitual, el suelo es donde más carbono orgánico se acumula; coincidiendo con estudios realizados por Retana *et al.* (2019) para estimar la biomasa y el carbono almacenado en los diferentes componentes del bosque, de tres sitios pertenecientes a la zona protectora "El Rodeo", ubicada al oeste de San José, Costa Rica donde el suelo almacenó el 50,79 % del carbono total, sin embargo difiere en los resultados alcanzados en la biomasa en estas condiciones xerofíticas del área de estudio, que se obtienen valores de carbono de un 27 % del total, también destaca dicho autor, que la biomasa concentró el 46,35 % del carbono total en los bosques primarios intervenidos.

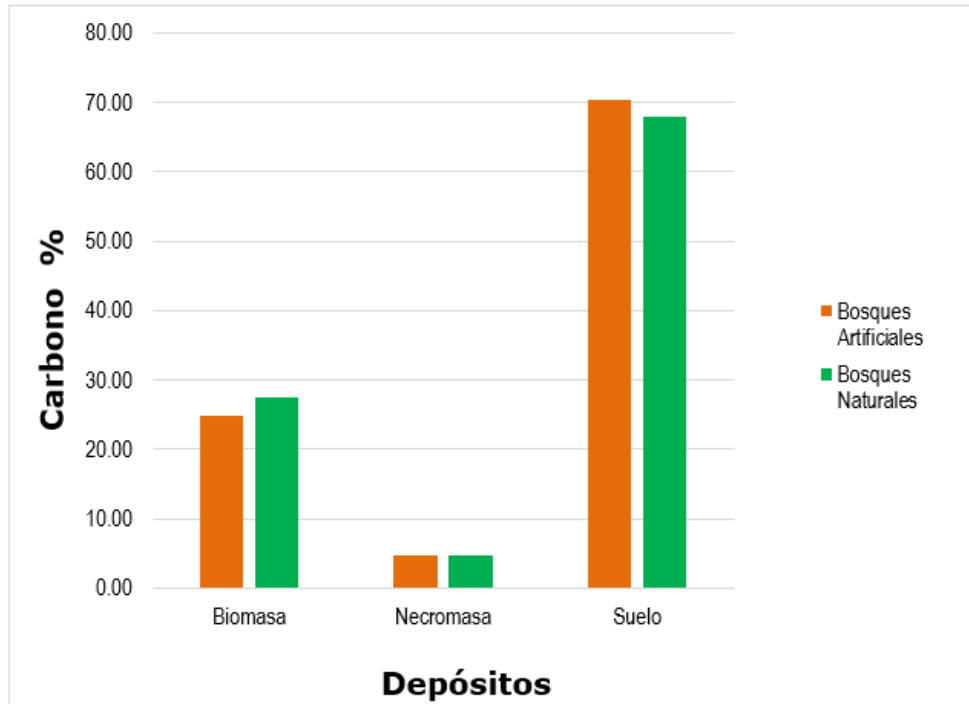
En los suelos que ocupan los bosques artificiales (plantaciones) en condiciones xerofíticas en el área de estudio, los valores de carbono superan a los de los bosques naturales, lo que está condicionado por existir en ellos plantaciones de la especie *Leucaena leucocephala* que ocupa el 41 % del área entre otras especies caducifolia y formadora de suelo, este resultado coincide con lo planteado por (Cascante y Estrada, 2001) citado por Retana *et al.* (2019) cuando refieren que sus resultados pudieron estar asociado a que el sitio tiene una diversidad de especies similar a la de los bosques secos lo que permitió una mayor acumulación de hojas en el suelo, por las características deciduas de algunas de ellas.

Briones, (2017) obtuvo resultados similares con relación al suelo siendo este el principal almacén de carbono en uno de sus estudios representando entre 45% y 90% del carbono en la biomasa, por lo que refiere dicho autor que las zonas áridas mexicanas pueden funcionar como sumideros o exportadores y vertederos de carbono, al respecto Pérez *et al.* (2021) en su estudio mostró que el contenido de Carbono Orgánico del Suelo (COS) correspondiente a los bosques fue más alto con relación a los diferentes ecosistemas estudiados.

En la biomasa y necromasa de los bosques de la zona xerofítica de los municipios San Antonio del Sur e Imías alcanzó en plantaciones y bosques naturales 26,31 y 27,48 % de carbono respectivamente, mientras que los % en la necromasa de ambos resultaron las de menor valor con 4,31 y 4,75 (%). En un estudio realizado por Retana *et al.* (2019) en un bosque



primario intervenido de la zona protectora "El Rodeo", Costa Rica, determinó que La vegetación herbácea, hojarasca y la necromasa fueron los componentes que almacenaron una menor cantidad de carbono dentro del ecosistema, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación.



*Figura 3. - Carbono retenido por depósito (%) en los bosques artificiales y naturales de la zona objeto de estudio*

#### *Retenciones de carbono por categoría de bosque*

Con respecto a las cinco categorías de bosque presentes en el área de estudio (Figura 4), la máxima diferencia entre la de mayor y menor rendimiento apenas rebasa las 3,9 tC/ha, siendo los bosques productores los de mayores retenciones con 186,44, seguido de los manejos especiales con 184,73, en este mismo orden siguen Protector Flora/Fauna con 182,02, protector del Litoral con 179.02 y Protector de Agua y Suelos con 177,68.





Figura 4. - Retenciones de carbono por categoría de bosque

*Proyección de la retención de carbono a mediano plazo (diez años)*

Asumiendo que la superficie y composición del patrimonio forestal en esta zona se mantenga constante en el tiempo y que la gestión aplicada al mismo durante todo ese tiempo sea la misma que fue reportada para 2018, (Tabla 6).

En la Figura 5, se muestran cómo se comportaría la línea base de carbono, evidenciando que en el año 2028 la retención total de carbono habría aumentado 35 % con respecto al valor inicial, crecimiento al que los bosques naturales aportarían 69 %.

La línea base de carbono calculada para el patrimonio forestal evaluado en esta zona, presenta un patrón de tipo 1, en el que la relación temporal de cambio del carbono retenido en los bosques naturales y artificiales establecidos está caracterizada por líneas ascendentes y aproximadamente paralelas, como fue reportado para las Empresas Agroforestales de Pinar del Río, Costa. Sur, Mayabeque y Sancti Spiritus al término de 2018 (INAF 2019).



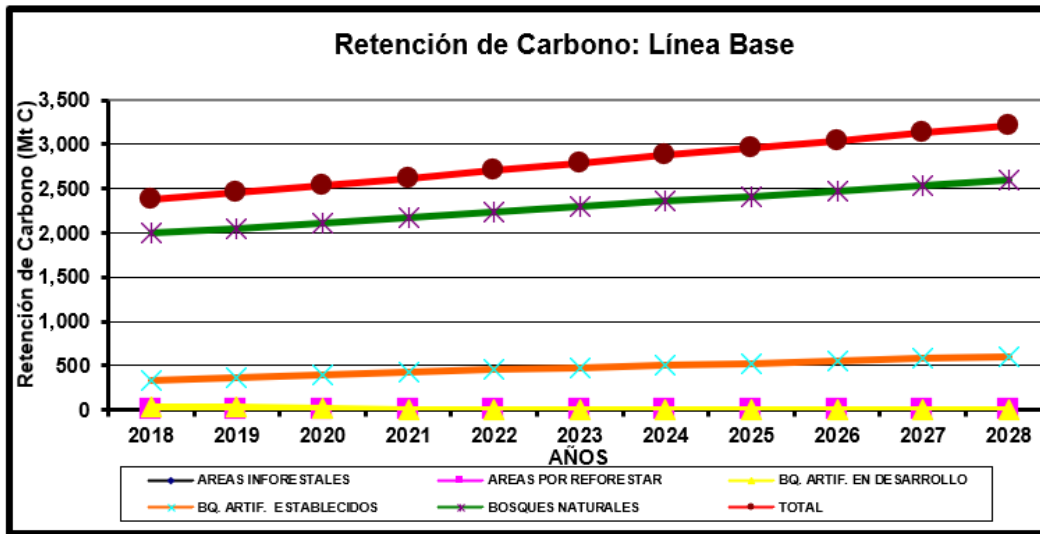


Figura 5. - Línea base de carbono zona xerofítica de Imías y San A. del Sur período: 2018-2028

Tabla 6. - Resultados de la línea base de retención de carbono (ktC)

VARIABLES	AÑOS											
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
Áreas Inforestales	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	9,52	
Áreas por Reforestar	4,81	5,63	5,94	5,74	5,02	4,31	3,59	2,88	2,16	1,45	0,73	
Bosques Artificiales en Desarrollo	33,84	26,14	18,44	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	8,99	
Bosques Artificiales Establecidos	311,90	342,99	375,18	408,47	436,26	464,39	492,88	521,72	550,91	580,44	610,34	
Bosques Naturales	2000,43	2052,69	2112,92	2173,15	2233,38	2293,61	2353,84	2414,07	2474,30	2534,53	2594,76	
<b>TOTAL</b>	<b>2360,50</b>	<b>2436,96</b>	<b>2521,99</b>	<b>2607,62</b>	<b>2694,92</b>	<b>2782,57</b>	<b>2870,57</b>	<b>2958,92</b>	<b>3047,62</b>	<b>3136,68</b>	<b>3224,33</b>	

## CONCLUSIONES

En el Patrimonio forestal de la zona xerofítica de los municipios San Antonio del Sur e Imías, los bosques naturales son los de mayor retención de carbono.



La información obtenida sobre la retención de carbono puede ser utilizada para establecer el manejo de los bosques naturales (Manigua costera, Uveral y Xerófilo típico) para contribuir a la mitigación del cambio climático.

Se obtienen datos de la retención de carbono en las especies *Trichilia hirta* y *Phyllostylon brasiliensis*, que permiten actualizar la base de datos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, A., MERCADET, A. y PEÑA, Y., 2019. Elaboración y puesta a punto de la v-4.00 del sistema automatizado SUMFOR. Inf. Técn. Proy. Contribución del Sector Forestal Cubano a la Tercera Comunicación Nacional. La Habana, Cuba: Inst. Inv. Agro-Forestales.
- BARBÓN, M.I., FERRER, E., CARDOSA, O. y MOREIRA, W., 2008. *Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal para la Empresa Agroforestal Imías 2008-2017*. S.I.: Ministerio de la Agricultura. Grupo Agroforestal.
- BISSE, J., 1988. *Arboles de Cuba* [en línea]. S.I.: Editorial Científico-Técnica. Disponible en: [https://books.google.com/cu/books/about/Arboles\\_de\\_Cuba.html?id=R9olAQAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com/cu/books/about/Arboles_de_Cuba.html?id=R9olAQAAMAAJ&redir_esc=y).
- BRIONES, O., 2017. El ciclo del carbono en las zonas áridas mexicanas. *Instituto de Ecología, A.C.* [en línea], pp. 1-3. [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/850-el-ciclo-del-carbono-en-las-zonas-aridas-mexicanas>.
- FAO, 2020. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Principales resultados*. [en línea]. Roma, Italia: FAO. Disponible en: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/es>.





INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES (INAF), 2017. Reporte de Carbono del GAF 2017. La Habana, Cuba: INAF.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES (INAF), 2019. Reporte de Carbono del GAF 2018. La Habana, Cuba: INAF.

LEDESMA, S.G., SIONE, M.S., OSZUST, J.D. y ROSENBERGER, L.J., 2021. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO Y CAPTURA POTENCIAL DE CARBONO EN LA BIOMASA ARBÓREA DE BOSQUES NATIVOS DEL ESPINAL (Entre Ríos, Argentina). *FAVE: Sección Ciencias Agrarias* [en línea], vol. 20, no. 1, pp. 331-345. [Consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 2346-9129, 1666-7719. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8025592>.

MONTAÑO, N.M., AYALA, F., BULLOCK, S.H., BRIONES, O., GARCÍA OLIVA, F., GARCÍA SÁNCHEZ, R., MAYA, Y., PERRONI, Y., SIEBE, C., TAPIA TORRES, Y., TROYO, E. y YÉPEZ, E., 2016. Almacenes y flujos de carbono en ecosistemas áridos y semiáridos de México: Síntesis y perspectivas. *Terra Latinoamericana* [en línea], vol. 34, no. 1, pp. 39-59. [Consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 0187-5779. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0187-57792016000100039&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792016000100039&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

RETANA-CHINCHILLA, L., MÉNDEZ-CARTÍN, A.L., SÁNCHEZ-TORUÑO, H., MONTERO-FLORES, W., BARQUERO-ELIZONDO, A.I., HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, L.G., RETANA-CHINCHILLA, L., MÉNDEZ-CARTÍN, A.L., SÁNCHEZ-TORUÑO, H., MONTERO-FLORES, W., BARQUERO-ELIZONDO, A.I. y HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, L.G., 2019. Estimación de la biomasa y carbono almacenado en un bosque primario intervenido de la zona protectora "El Rodeo", Costa Rica. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 341-353. [Consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 2310-3469. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2310-34692019000300341&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-34692019000300341&lng=es&nrm=iso&tlng=es).



SALAZAR, K., 2018. *Estudio permite determinar con mayor precisión captura de carbono en manglares para mejorar estrategias de mitigación para LatinClima pp1* [en línea]. 2018. S.l.: CATIE. Disponible en: <https://latinclima.org/articulos/estudio-permite-determinar-con-mayor-precision-captura-de-carbono-en-manglares-para>.

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2023 Adela Frómata Cobas, Edilma Romero Matos, Wilmer Moreira Matos

