

REGENERACIÓN NATURAL DE *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET Y GOLFARI PARA EL INCREMENTO DEL ÍNDICE DE BOSCOSIDAD EN EL MACIZO SAN FELIPE-LOS JOBEROS

NATURAL REGENERATION OF *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* BARRET AND GOLFARI FOR THE INCREASEMENT THE WOODED RATE IN SAN FELIPE-LOS JOBEROS MASSIF

ING. PABLO A. CABRERA-RODRÍGUEZ,¹ DR.C. OSCAR LOYOLA-HERNÁNDEZ² Y DR.C. JOSÉ A. CARDONA-FUENTES²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Agroforestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte 178 e/ Línea y Los Coquitos, Camagüey, Cuba, camaguey@forestales.co.cu

² Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Facultad de Ciencias Pedagógicas Profesorado Superior, Camagüey, Cuba

RESUMEN

En el artículo se evalúa el comportamiento de la regeneración natural (RN) del Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret y Golfari como alternativa de reforestación de las áreas taladas o afectadas por los incendios forestales en el macizo San Felipe-Los Joberos. Como resultado del estudio realizado durante cuatro años, la presencia de semillas en el suelo alcanzó el 75 % en los primeros 2,5 cm del perfil del suelo, y al estar expuestas al calor logró el 70,3 % de germinación, lo que unido a la reducción de un 32 % de gastos económicos y al área lograda, diecinueve veces superior a la plantación, hacen que esta alternativa sea viable para incrementar el área boscosa. Se proyecta una capacitación a decisores sobre educación ambiental para mitigar la afectación a la cobertura forestal y elevar la cultura referida al pago de servicios generados por la vegetación forestal.

Palabras claves: *Pinus caribaea* Morelet, regeneración natural, Pino macho, índice de boscosidad, educación ambiental.

ABSTRACT

This paper offers an evaluation of the behavior of natural regeneration of Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret and Golfari as an alternative of reforestation of slash and burn areas resulting from forest fires in San Felipe-Los Joberos Massif. The findings of a four-year study was carried out (January 2009 to May 2013), seeds in the ground reach 75 % of the first 2,5 cm of the soil and 70.3 % of them germinated due to warm conditions, expenses were reduced to 32 % and plantation came to be 19 times larger proving to be a viable alternative for reforestation. A training course is designed for decision-making personnel of environmental education to relieve the affectation of forest coverage or other environmental impacts, and to increase the knowledge concerning payments generated by forest vegetation.

Key words: *Pinus caribaea* Morelet, natural regeneration, Male Pine, Forest index, environmental education.

INTRODUCCIÓN

Los bosques son sistemas policulturales [Herre-ro, 2005]. Hoy se tiene definido que los servicios que brindan son mucho más importantes que los recursos propiamente maderables y no maderables que aportan. De hecho, sin estos la civilización no podría existir.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) alertó sobre la creciente disminución de la superficie forestal en el mundo. Según esta organización, entre 1990 y 2010 se perdieron 5,3 millones de hectáreas por año [ORBE, 2 al 8 de agosto de 2014].

Al triunfar la Revolución cubana, el porcentaje de superficie boscosa en Cuba era de un 14 %, y en la actualidad es de 28,66 %. Se estima que para 2015 se cumpla con el 29,3 % de índice de boscosidad, objetivo clave que se refleja en el Programa de Desarrollo Forestal de la República de Cuba hasta 2015 [MINAG, 2006].

Loables esfuerzos se ejecutan en la provincia de Camagüey por incrementar la superficie cubierta de bosques, que hoy alcanza la cifra de 24,54 %. Sin embargo, cuando se analiza la dinámica de desarrollo de la Empresa Forestal Integral (EFI), principal entidad que tiene la misión en el territorio de fomentar los bosques, así como su aprovechamiento y comercialización, la cobertura forestal correspondiente a su patrimonio ha descendido de un 66,49 % en 1984 hasta el 52,32 % en 2012 (mermando en un 14,17 puntos porcentuales).

Similar tendencia presenta el macizo San Felipe-Los Joberos, objeto de esta investigación y principal área de desarrollo de la EFI, ya que de un 68 % de superficie boscosa (17 000 ha) en la década de los ochenta del pasado siglo, en 2013, solo contaba con 7000 ha, lo que representa el 28 %, o sea, la superficie boscosa disminuyó en un 40 %, siendo las causas fundamentales las severas afectaciones por incendios, aprovechamiento del recurso sin tener en cuenta las técnicas y tecnologías de impacto reducido (incluye las talas ilícitas), limitada reforestación, así como los ciclones y/o huracanes que han impactados en el territorio, unido al déficit de educación ambiental [Cabrera, 2014a].

La elevación del índice de boscosidad constituye una tarea de primer orden para Cuba. Si se trabaja localmente con este indicador se pueden revertir las estadísticas que presenta este macizo, contribuyendo a elevar la cubierta forestal de la provincia y del país.

El manejo alternativo del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en San Felipe-Los Joberos, acompañado de una adecuada educación ambiental a los actores que utilizan los servicios y beneficios del área, contribuye a paliar el problema ambiental identificado, se satisfacen las demandas de la economía y la población u otros requerimientos medioambientales. Sobre esta base, en el presente trabajo se evaluó el comportamiento de la regeneración natural

de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari como método de reforestación en el macizo de referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

San Felipe-Los Joberos se encuentra ubicado en la parte centro y norte de la provincia de Camagüey. Su patrimonio forestal es de aproximadamente 25 000 ha. Ocupa una superficie que abarca territorios de cuatro municipios: Camagüey, Florida, Esmeralda y Sierra de Cubitas, el 98 % categorizado como productor y el 2 % como protector de agua y suelo. Localizado en los 77,91° y 78,02° de longitud y los 21,48° y 21,71° de latitud, tanto la fauna como la flora tienen una amplia representación, lo que determina la riqueza de la diversidad biológica [CGB, 2013].

Atendiendo al tipo de suelo, al relieve, a las condiciones climatológicas y a los sucesivos incendios que ocurren en la zona, Petrovna (2009) considera que el fuego en los ecosistemas boscosos constituye un elemento esencial para los procesos de sucesión biológica y mantenimiento de la estabilidad ecológica, y hacen que en este macizo las condiciones del área sean idóneas para la aplicación de este manejo alternativo.

Se determinaron los aspectos siguientes: deposición de hojarasca, carga de semilla en el suelo, número de árboles/hectárea en la RN, el costo de esta última y de la plantación, así como el análisis estadístico.

A partir de lo expresado por Crespo y Rodríguez (2000), se promedió la altura de la vegetación del sotobosque en todas las parcelas, y teniendo en cuenta lo establecido por Ramos y Martínez (2009), se realizaron 40 parcelas por el método de las intersecciones planares (Método de Brown). Se ejecutaron diversos transeptos de 600 m de longitud cada uno. Esta línea imaginaria se trazó en las áreas preseleccionadas en gabinete y se ubicaron de norte a sur, ubicándose sobre ella un total de siete sitios de muestreo distribuidos a 100 m entre sí, estando el sitio 1 al sur, en el origen de la línea, y el sitio 7 al norte, en el final de la línea. En cada parcela se obtuvo el peso del material húmedo, el cual se sometió a secado en una estufa para lograr el peso seco. Por diferencia se logró el peso del material combustible.

Se determinó la carga de semillas en el suelo siguiendo la metodología utilizada por Burrows

y Porter (1993), a partir de 60 puntos de muestreo debidamente identificados. Se utilizaron cilindros de 7 cm de diámetro y 10 cm de alto, los cuales se introdujeron en el suelo para extraer las muestras desde 0 hasta 10 cm de profundidad y separadas por niveles (0-2,5; 2,6-5,0; 5,1-7,5; 7,6-10 cm); luego de haberse extraído el suelo y lavado con agua corriente a través de una fina malla de 0,5 mm para eliminar pequeñas piedras y material orgánico, las semillas se clasificaron y contaron. De estas se seleccionaron 60 semillas, depositándose en seis placas Petri (diez en cada una) para determinar su capacidad germinativa.

Para la determinación del número de plantas en la RN se hizo un muestreo sistemático usando transeptos en dirección norte sur en los que cada 50 m se realizaron parcelas cuadradas de 10 x 10 m (100 m²) en un total de 40 parcelas (5 % del área) en cada zona técnica. A cada parcela se le contó el total de plantas presentes de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari y se evaluó también la cercanía de árboles adultos o plantaciones adultas, de acuerdo con Sáenz y Finegan (2000). A cada una de las plantas presentes de la especie evaluada se le determinó altura y diámetro, para lo cual se usó el hipsómetro de Christen y la cinta métrica respectivamente; con la cinta lo que se obtiene es circunferencia; por tanto, para hallar el diámetro se divide la circunferencia entre la constante griega π (3,1416).

A partir de los registros del área técnica y economía (EFI y Unidad Silvícola) de la zona en estudio, se determinaron los costos incurridos por concepto de plantación y en el manejo de la RN.

Se determinaron los estadísticos descriptivos (Media y ES) para la carga de semillas, y los histogramas de frecuencia para las alturas y diámetros de los árboles por hectáreas. Todos los análisis se desarrollaron con el paquete SPSS versión 15.0.1 (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones del grosor de la capa de hojarasca muestran la existencia de entre 8 y 13 cm de la misma. Siguiendo el Método de Brown, se procedió a determinar la carga de material vegetal presente en el macizo, la cual fue de 37 t • ha⁻¹.

El desglose por zonas técnicas es: Cabeza de Vaca 11,9 t • ha⁻¹, San Felipe 65 t • ha⁻¹, Santa Rosa 40 t • ha⁻¹ y Los Joberos 30,5 t • ha⁻¹. Esta característica obstaculiza la repoblación forestal, el aprovechamiento de los productos del bosque, y en el período crítico de incendios incentiva la combustibilidad del material vegetal. Estos resultados muestran el peligro potencial que existe en estas áreas, pues la hojarasca constituye el combustible idóneo para el surgimiento y propagación de los incendios. Lo planteado anteriormente queda corroborado con lo expresado por Acosta y Paretas (2011), quienes aseguran que el fuego de superficie se propaga por el combustible que se encuentra sobre el suelo, que incluye la hojarasca, hierbas, arbustos y madera caída.

Donde quiera que las condiciones del suelo y la cubierta aclarada de las copas lo permitan, se observan brinzales de diferentes edades; en ciertos lugares son plántulas más o menos aisladas y en otras forman grupos (biogrupos) de varias edades y tamaños. Esto justifica los altos niveles de RN en las áreas afectadas por los incendios, similar resultado al obtenido por Betancourt (1987) y en otras latitudes por Clinton, Vose y Swank (1996).

La *Tabla 1* muestra la carga de semillas de presentes en el suelo del área; como se puede apreciar, existen aproximadamente cuatro semillas m⁻²; de ellas, tres semillas m⁻² se encuentran en los primeros 2,5 cm del suelo, y una semilla m⁻² en la segunda capa evaluada. Los últimos dos niveles evaluados se encontraban en cero semillas m⁻².

En estos suelos ferrítico rojo oscuro, según Hernández *et al* (1994), existe una reserva importante de semillas que muestra la posible persistencia de estos pinares en el territorio.

TABLA 1
Carga de semillas en el suelo estudiado (Media $\pm$ ES)

Especie	Profundidad (cm)			
	0-2,5	2,5-5,0	5,0-7,5	7,5-10
<i>Pinus caribaea</i>	3,0 $\pm$ 1,277	1,0 $\pm$ 1,106	–	–

Como se puede apreciar, el 75 % de las semillas se localizó en los primeros 2,5 cm, seguidos por el 25 % a los 2,5-5,0 cm. Este aspecto lo consideramos como positivo, ya que

las semillas están más cerca de la superficie, recibiendo mayor calor, que es suficiente para contribuir, junto a la humedad del suelo, a su germinación.

A pesar de que la norma de análisis de semillas establece que la muestra para determinar capacidad germinativa debe ser de 400 semillas, en el presente trabajo solamente se utilizaron 60 semillas para validar la RN, y el valor que se obtuvo fue de un 70,3 %. De acuerdo con los resultados mostrados en la *Tabla 2*, la cantidad de semillas por ha⁻¹ aproximada es de 40 000, por lo que si poseen un 70,3 % de germinación calculado, que coincide con los resultados de Betancourt (1987), es posible obtener 28 000 posturas • ha⁻¹. Teniendo en cuenta estos resultados y el costo de producción de cada postura de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari, que es de 0,33 CUP, entonces es posible inferir un valor equivalente por postura que se obtendrían de 9240 CUP por este concepto.

TABLA 2
Germinación (%) de semillas colectadas

Especie	Número de semillas evaluadas	% de semillas germinadas
<i>Pinus caribaea</i>	60	70,3

Los cálculos del número de árboles • ha⁻¹ en la RN indicaron una población de 1800 árboles • ha⁻¹. Este resultado está muy relacionado con lo reflejado en el acápite sobre carga de semillas en el suelo y a su vez con la cercanía de árboles aislados u otros bosques, los que se encuentran entre 15 y 200 m.

Los resultados indican que en las condiciones ecológicas de San Felipe-Los Joberos, el *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari se adapta muy bien a las condiciones de suelo sobre serpentina, específicamente en los sitios de tipo A y B, que son los menos frecuentes y están identificados por una disminución del endemismo y el xerofitismo, y aparecen especies de formaciones del bosque subperennifolio para el primero. Los sitios tipo B son los más frecuentes, y en su mayoría están formados por un gran número de especies del bosque sub-perennifolio, y aparecen algunas especies xerófilas. Los tipo C son los de menor diversidad de especies, aumentando considerablemente la abundancia de especies endémicas y xerófilas pertenecientes a la vegetación de cuabal y charrascal, de acuerdo a lo expresado por Figueroa (2002), requiriendo para su desarrollo una mayor cantidad de calor, lo que favorece la RN de la especie, y que resulta una de las de mayor peso ecológico en los ecosistemas forestales de la región.

La *Fig. 1* refleja la estructura vertical de la RN, siendo los individuos agrupados en la clase de altura 4,1-6,0 los más representados con un 47,42 %. La *Fig. 2* muestra la estructura horizontal del manejo alternativo propuesto. En este caso la clase diamétrica que mayor representación tiene es la comprendida entre los valores de 4,1-8,0 cm con un 55,48 %. Estos índices dasométricos infieren que por lo general los árboles obtenidos por este tipo de reforestación se encuentran en pleno desarrollo, los que necesitan de una adecuada atención silvicultural para obtener al final del turno de tala incrementos óptimos, de acuerdo a la categoría de bosque que prevalece en el macizo.

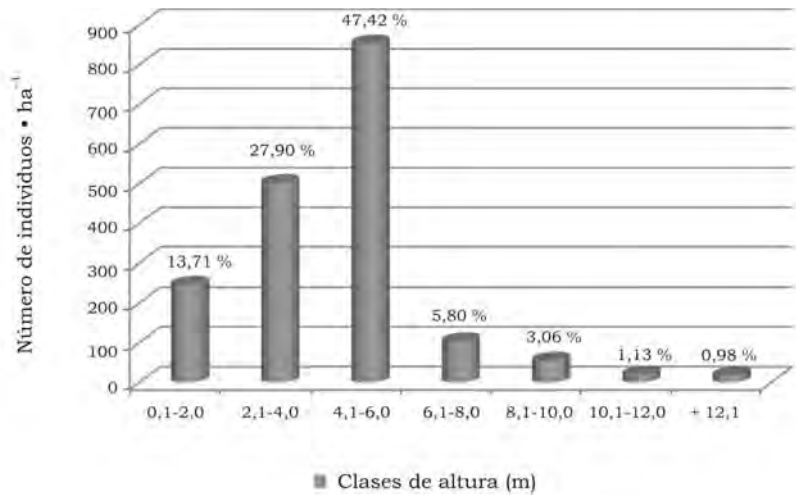


Figura 1. Estructura vertical de la regeneración natural del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

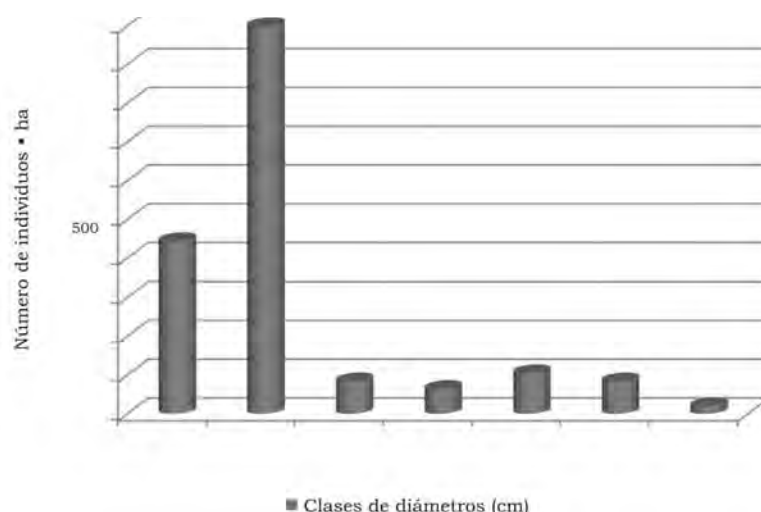


Figura 2. Estructura horizontal de la regeneración natural del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

Las Tablas 3 y 4 muestran los costos incurridos por concepto de manejo de la RN y la implementación de plantaciones de forma manual, siendo

la primera menos costosa, ya que no incluye el mantenimiento manual, producción de posturas y preparación de tierras.

TABLA 3
Costo de la RN

Labores	U/M	Costo (CUP)
Mantenimiento trocha	km	256,38
Chapea y acordonamiento	ha	595,97
Selección y entresaque	ha	384,50
Poda	ha	24,74
Plantación y distribución	ha	150,39
Gasto y ejecución proyecto	CUP	69,36
Total		1481,34

TABLA 4
Costos de las plantaciones forestales con labores manuales

Labores	U/M	Costo (CUP)
Producción posturas	mp	366,63
Preparación tierra	ha	991,68
Plantación posturas	ha	272,95
Trocha cortafuego (manual)	km	120,63
Mantenimiento (manual)	ha	2 961,72
Gasto ejecución proyecto	CUP	54,24
Total		4767,85

Las Tablas 5 y 6 reflejan los resultados obtenidos en la supervivencia de las áreas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari plantadas y las logradas a partir de la RN; solo se han logrado 163,1 ha por con-

cepto de plantación de 340,2 plantadas, que significa más del 50 % perdidas, con todos los gastos que trae implícito. El análisis de la RN muestra en el mismo período un total de 3102,4 ha.

TABLA 5
Hectáreas logradas por plantación*

<i>Año</i>	<i>U/M</i>	<i>Sp</i>	<i>Plantaciones</i>	<i>Lograda</i>	<i>(%)</i>
2009	ha	Pc	50,4	8,2	16,26
2010	ha	Pc	106,0	106,0	100
2011	ha	Pc	93,5	–	–
2012	ha	Pc	90,3	48,9	54,15
Total			340,2	163,1	47,94

*Certificadas al tercer conteo.

TABLA 6
Hectáreas logradas por RN**

<i>Año</i>	<i>U/M</i>	<i>Sp</i>	<i>Manejada</i>	<i>Lograda</i>	<i>%</i>
2009	ha	Pc	90,0	90,0	100
2010	ha	Pc	1364,7	1364,7	100
2011	ha	Pc	564,0	564,0	100
2012	ha	Pc	1083,7	1083,7	100
Total			3102,4	3102,4	100

**Certificadas en el año en curso.

El empleo de la RN tiene no pocas ventajas tanto desde el punto de vista ecológico como económico, las cuales han sido reconocidas por diversos especialistas y corroboradas en esta investigación. Esto solo demanda del esfuerzo y capacitación de los decisores, personal técnico y obreros forestales para reforzar el interés en el manejo de esta modalidad, tan efectiva para el logro de los futuros bosques.

En tal sentido, como parte de las acciones a acometer en San Felipe-Los Joberos, Cabrera (2014b) proyecta la implementación de un programa de capacitación ambiental para decisores forestales del macizo, orientado al incremento del índice de boscosidad. En dicho programa serán incluidos los resultados de la presente investigación.

La importancia práctica del programa estaría dado por la contribución que el mismo puede hacer al desarrollo de competencias, capacidades y habilidades, en los decisores forestales del macizo San Felipe-Los Joberos en función de incrementar el índice de boscosidad, y con ello el mantenimiento y aumento de la diversidad biológica en el área, poniendo énfasis en el aprovechamiento de técnicas y tecnologías de

impacto reducido y la protección contra incendios forestales a partir de los saberes cognoscitivo, procedimental y actitudinal. multiplicando la información a los trabajadores forestales, habitantes y colindantes al bosque.

Actualmente se proyecta una valoración económica de los bienes y servicios que ofertan los ecosistemas forestales. Para ello se hace necesaria una labor de educación ambiental y económica con el fin de crear condiciones de pago de esos servicios generados por la vegetación forestal de acuerdo a lo expresado por Renda (2013).

CONCLUSIONES

- El estudio realizado demostró la eficacia de la regeneración natural del Pino macho en el macizo San Felipe-Los Joberos. Los datos obtenidos en la investigación hacen que esta alternativa sea viable para incrementar el área boscosa.
- Se corrobora la calidad del sitio para el crecimiento y desarrollo de esta especie y su dependencia del fuego, por ser este impacto ambiental recurrente en la zona.

- La capacitación en educación ambiental y económica que se proyecta para los decisores y otro personal del área estudiada permitiría elevar la cultura ambiental para la mitigación y/o eliminación de los impactos ambientales, así como la posterior implementación del pago de los servicios que genera la vegetación forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Paretas, J. 2011. Incendios Forestales. La Habana. Editorial Científico Técnica. ISBN: 978-959-06-0618-5. p. 11.
- Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana. Edición Científico Técnica. 257 p.
- Burrows, D.M., Porter, F.J. 1993. Regeneration and survival of *Desmanthus virgatus* 78382 in grazed and ungrazed pastures. *Tropical Grasslands (AU)* 27: 100-107.
- Cabrera, P. 2014a. Vulnerabilidades y riesgos en la cobertura forestal del macizo San Felipe-Los Joberos. Trabajo presentado en el VIII Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales (SIMFOR 2014) Universidad "Hermanos Saiz Montes de Oca" Pinar del Río, Cuba. ISBN 978-959-16-2299-0. p. 7.
- Cabrera, P. 2014b. Programa de capacitación ambiental para decisores forestales del macizo San Felipe-Los Joberos orientado al incremento del índice de boscosidad. Tesina del Diplomado de Educación Ambiental. Centro de Estudios de Gestión Ambiental. Universidad "Ignacio Agramonte Loynaz" de Camagüey. p. 4.
- (CGB), Cuerpo de Guardabosques. 2013. Jefatura Provincial. Plan de vigilancia y protección Circuito Meseta San Felipe. Camagüey. p. 4.
- Clinton, B.D., Vose, J.M., Swank, W.T. 1996. Shifts in aboveground and forest floor carbon and nitrogen pools after filling and burning in the Southern Appalachians. *Forest Science(CS)* (42): 431-441.
- Crespo, G., Rodríguez, I. 2000. Contribución al conocimiento del reciclaje de nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba. La Habana, Editora EDICA. p. 7.
- Figueroa, N. 2002. Clasificación de Ambientes para el desarrollo del programa de Mejora del Pino macho (*Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret y Golfari*) en la Zona Serpentina de Camagüey. p.1.
- Hernández, A., et al. 1994. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. Instituto de Suelos. 66 p.
- Herrero, J. 2005. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible, una visión de futuro. La Habana. Dirección Nacional Forestal. ISBN 959-246-143-0. p. 9.
- ORBE 2 al 8 de agosto 2014. Fernández, M. Bosques, pulmones vulnerables. *Semanario Internacional de Prensa Latina*. Año XVI No. 10 4. La Habana, ISSN 1608-1838. p. 5.
- Martínez Huerta, J.F. Fundamentos de la Educación Ambiental .Fuente: <http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/fundamentos2.html>. Consultado 05-03-2015
- Ministerio de la Agricultura. 2006. Dirección Nacional Forestal. Programa de Desarrollo Forestal de la República de Cuba hasta el año 2015. La Habana. ISBN 959-7140-11-X. p. 11.
- Petrovna, G. 2009. Incendios forestales y salud humana. *In: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales.* (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. p. 305-313.
- Ramos, M., Martínez, W. 2009. Evaluación del combustible forestal. Proyecto: Desarrollo del sector forestal en Cuba. Universidad de Pinar del Río. p. 35.
- Renda, A. 2013. La vegetación forestal, los sistemas agroforestales y el manejo de cuencas hidrográficas en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-forestales. ISBN: 978-959-7210-33-7. p. 111.
- Sáenz, G., Finegan, B. 2000. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. *Manejo Forestal Tropical*. (15). CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 8.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Pablo Antonio Cabrera Rodríguez

Ingeniero Forestal, actualmente cursa la Maestría en Educación Ambiental en la Universidad Ignacio Agramonte Loynaz de Camagüey. Su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Prevención y combate de los incendios forestales y al Manejo de la regeneración natural de Pino macho. Ha participado en múltiples eventos científicos y talleres.