

RESTAURACIÓN DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA NATIVA EN ECOSISTEMAS DEGRADADOS DE *PINUS CARIBAEA* MORELET

RESTORATION OF THE FLORISTIC NATIVE DIVERSITY IN DEGRADED ECOSYSTEMS IN *PINUS CARIBAEA* MORELET

Dr. C. Modesto González-Menéndez,¹ M. Sc. Osviel Sánchez-Corvo,¹ Dr. C. César Figueroa-Sierra²

¹ Estación Experimental Agro-Forestal de Viñales. Km 20 Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba, modesto@forestales.co.cu.

² Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, CITMA. Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en áreas nativas y en plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, Cuba. El estudio estuvo dirigido a la restauración de la diversidad florística nativa de este ecosistema. En él se obtuvieron resultados satisfactorios tales como las especies *Andira inermis* (Sw.), *Guarea guidoni* (L.), *Didymopanax morototoni* (Aubl.), *Matayba apetala* (Lam.), *Clusia rosea* (Aubl.), *Xylopia aromatica* (Lam.), *Calophyllum pineterum* (Bisse), *Pithecellobium abovale* (A. Rich.), que habían sido desplazadas al bosque de galería por la degradación de las condiciones edáfo-climáticas, producto del manejo silvícola inadecuado.

Palabras claves: *Pinus caribaea*, degradación, biodiversidad, ecosistema

ABSTRACT

This work was performed in native areas and plantations of *Pinus caribaea* Morelet in Alturas de Pizarras of Pinar del Río, Cuba. The study was aimed at the restoration of native plant diversity of this ecosystem. In the same satisfactory results such as: species: *Andira inermis* (Sw.), *Guarea guidoni* (L.), *Didymopanax morototoni* (Aubl.) *Matayba apetala* (Lam.), *Clusia rosea* (Aubl.), *Xylopia aromatica* (Lam.), *Calophyllum pineterum* (Bisse), *Pithecellobium abovale* (A. Rich.), who had been displaced to gallery forest degradation by soil and climate conditions, resulting from inadequate silvicultural management.

Key words: *Pinus caribaea*, degradation, biodiversity, ecosystems

INTRODUCCIÓN

La silvicultura de plantaciones ha hecho que surja la preocupación de que en muchos de los lugares donde se plantan árboles tal vez no se podrá mantener la productividad. Los modelos de pérdidas de nutrientes, el examen de los daños físicos causados a la estructura del suelo y el hecho de que exista mayor riesgo de plagas y enfermedades se han mencionado como hipótesis de la insostenibilidad de la explotación intensiva de las plantaciones. Los datos sobre la productividad a largo plazo de las plantaciones forestales siguen siendo escasos, y sin ellos

los forestales no pueden demostrar adecuadamente hasta qué punto son idóneas las técnicas silvícolas, y no pueden refutar las afirmaciones de que la existencia de rotaciones sucesivas de especies arbóreas de crecimiento rápido y el monocultivo ocasionan inevitablemente el deterioro del suelo [Evans, 1998] y la pérdida de la diversidad florística nativa [González, 2006]. No obstante, se ha demostrado que la única actividad que puede desarrollarse dentro de una superficie de esta magnitud es la plantación forestal.

El concepto de *diversidad* es uno de los temas centrales de la ecología, y su medición es un tema polémico [Ludwing y Reynoldn, 1988, citado por Alcolado, 1998]. El mismo autor agrupa los indicadores de diversidad en índice de riqueza e índices basados en la cobertura relativa de las especies, siendo la *riqueza de especie* (número de especies) el concepto más viejo y usado de la diversidad.

El problema que nos ocupa es el siguiente: la pérdida de la diversidad florística nativa en los ecosistemas pizarrosos donde se desarrolla *P. caribaea* Morelet. Por tanto, este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia del manejo silvícola a que ha sido sometida

la especie en la diversidad florística nativa de este ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue establecido en un bosque nativo de *Pinus caribaea* Morelet, en plantaciones de la misma especie, así como en un bosque de galería aledaño, todos presentes en ecosistemas pizarrosos del municipio de Viñales, Pinar del Río.

La plantación fue establecida con diseño de bloques completos al azar: II bloques y cinco tratamientos: 1111, 1333, 1666, 2222, 3333 árb./ha.

El tamaño de las parcelas se determinó por el método del tamaño mínimo de parcela

Áreas	Tratamiento (árb./ha)	Tamaño	Forma	No. de parcelas
Plantaciones	1 (1111)	100 m ²	Cuadradas	17
	2 (1333)			
	3 (1666)			
	4 (2222)			
	5 (3333)			
Bosque nativo de <i>Pinus</i>		25 m ²		5
Bosque de galería		9 m ²		3

- En todas las parcelas se determinó la diversidad florística a partir de la metodología descrita por Del Risco y González (2004) para la clasificación tipológica de los pinares de *Pinus caribaea* Morelet de las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.

Para determinar la riqueza de especies se comparó el número de especies de una muestra con el número de especies de otra de igual número de individuos, según lo recomendado por Ludwing y Reynold (1988), citado por Alcolado (1998).

El grado de similitud entre las muestras se determinó mediante el coeficiente de comunidad (C_c) de Goodall (1973): $C_c = N_c / (N_j + N_k - N_c)$

donde:

C_c : Coeficiente de comunidad o similitud

N_c : Número de especies comunes a las dos muestras

N_j : Número de especies de la primera muestra

N_k : Número de especies de la segunda muestra

En el área de plantaciones, con 1750 m² de superficie, exposición sur y el 15 % de pendiente, unida por su parte inferior a un bosque de galería, establecida inicialmente con 1333 árb./ha y manejada con criterios sostenibles para fines productivos, se construyó una matriz de distribución vegetativa para valorar la rehabilitación de la diversidad florística en el área, realizándose dos transeptos lineales, cada uno de 6 m de ancho, en sentido de la pendiente, hasta llegar a la cañada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad florística

En la siguiente tabla se muestra la diversidad florística presente en las parcelas estudiadas (*Tabla 1*).

TABLA 1
Diversidad florística existente en las áreas estudiadas

No.	Nombre científico	Nombre vulgar	No.	Nombre científico	Nombre vulgar
1	<i>Matayba apetala</i> (Marcf.) Radkl.	Macurije	21	<i>Sorghastrum stipoides</i> H.B.K.	Pajón macho
2	<i>Clusea rosea</i> Jacq.	Copey	22	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. var. <i>pellocarpus</i>	Icaco
3	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Dc.ex Planch.	Yagrumón	23	<i>Lygodium cubensis</i> L.	Helecho de río
4	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Malagueta	24	<i>Andropogum virginicus</i> L.	Pajón hembra
5	<i>Calophyllum pineterum</i> Bisse	Ocuje	25	<i>Guarea guidoni</i> (L.) Sleumer	Yamao
6	<i>Conostegia xalapensis</i> D.	Cordobán grande	26	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.	Peralejo de Pinar
7	<i>Tetrazygia bicolor</i> (Mill.) Cogn.	Cordoban cillo	27	<i>Bourreria succulenta</i> Jacq.	Jazmín de Pinar
8	<i>Amaioua corymbosa</i> H.B.K.	Cafetillo	28	<i>Citharexylum fruticosum</i> Lin.	Canilla de venado
9	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guara americana	29	<i>Coacasypselum guianensis</i> Sw.	Bejuco azul
10	<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn.	Bijáguara	30	<i>Eugenia faramaeoides</i> Sw.	Eugenia
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	31	<i>Olyra latifolia</i> Lin.	Tibisí
12	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Bejuco colorado	32	<i>Andira inermis</i> Sw.	Yaba
13	<i>Spathodea campanulata</i> Lin.	Roble mexicano	33	<i>Paspalum virgatun</i> Lin.	Cortadera
14	<i>Quercus oleoides</i> C.-S. subsp. <i>sagreaana</i> (Nutt.) Borhidi	Encino	34	<i>Dychrostachys cinerea</i> Forsk.	Marabú
15	<i>Casearia hirsuta</i> Sw.	Raspalengua	35	<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i> L.	Huevo de gallo
16	<i>Nephrolepis</i> ssp. Sw.	Helecho	36	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Cordobán peludo
17	<i>Odontosoria wrightiana</i> Sw.	Bejuco parra	37	<i>Alibertia edulis</i> (L. C. Rich.) A. Rich. ex DC.	Pitajoní hembra
18	<i>Sphaeropteris myosuroides</i> (Liebn.) R. T. Tryon	Rabo de mono	38	<i>Bursera simaruba</i> L.	Almácigo
19	<i>Wualtheria americana</i> Lin.	Malva blanca	39	<i>Pithecellobium abovale</i> (A.Rich.) C. Wr.	Encinillo
20	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Sarnilla	40	<i>Alophylus cominia</i> Sw.	Palo de caja

Según Ludwing y Reynoldn, 1988 [citado por Alcolado, 1998], la diversidad florística es uno de los temas centrales de la ecología, y su medición es un tema polémico. El número de especies por muestra es la forma más básica y general de medir la diversidad; sin embargo, es afectada por

la selección arbitraria del tamaño de la muestra y por el error potencial en la determinación del número de especies. Una alternativa es comparar el número de especies de una muestra con el número de especies de otra de igual número de individuos. (Tabla 2).

TABLA 2
Riqueza de especies presente en las parcelas establecidas en el área de estudio

Parcelas	1-2 1111 árb./ha	3-8 1333 árb./ha	5-9 1666 árb./ha	2-7 2222 árb./ha	4-6 3333 árb./ha	G a-b-c 1333	B. g	Área nat.	R. a-b-c 1333 árb./ha
Riqueza (34 años)	15	20	13	12	10	25	14	30	7

- Parcelas ((1-2), (3-8), (5-9), (2-7), y (4-6): Parcelas montadas en plantaciones establecidas con diferentes densidades de plantación, a las cuales pasado los dieciocho años de edad se les comenzó a manejar con criterios sostenibles la diversidad florística nativa existente en su interior.
- Parcelas área nat.: Parcelas establecidas en un área nativa de *P. caribaea* Morelet.
- G (a-b-c): Parcelas montadas en una plantación de *P. caribaea* Morelet establecida y manejadas con criterios sostenibles.
- Parcelas (R): Estas parcelas se establecieron en plantaciones a las cuales durante su desarrollo se les aplicaron mantenimientos silvícolas intensivos, solo dejando a la especie plantada (*P. caribaea* Morelet).
- Parcelas (B. g.): Parcelas establecidas en el bosque de galería.

Como se observa en la tabla anterior, existen diferencias entre las diferentes parcelas en cuanto a la riqueza de especies. Esta diferencia muestra la marcada influencia de la densidad de plantación sobre esta variable. A medida que disminuye la densidad de plantación hasta 1333 árb./ha, aumenta la diversidad florística que hay dentro de las plantaciones, existiendo en estas no solo un mayor número de especies, sino también especies con mayor porte, valor económico y ecológico, como *Didymopanax morototoni*, *Calophyllum pineterum*, *Andira inermes*, *Guarea guidonia* y *Matayba apetala* (Fig. 1), debido a que se logran condiciones edafoclimáticas más adecuadas para su desarrollo, corroborando lo planteado por González (2009) en estudios similares.



Figura 1. Diversidad florística en la plantación establecida con 1333 árb./ha.

Al comparar los valores obtenidos con los de las parcelas establecidas en el bosque nativo, se observa que la diversidad florística

que existe en las primeras tiende a semejar-se a la del área nativa, donde igualmente predominan especies de gran porte como

Didymopanax morototoni, *Guarea guidonia*, *Andira inermis*, *Calophyllum pineterum* y *Matayba apetala*, entre otras, las cuales, con el aporte de sus hojas, frutos y flores enriquecen el suelo a partir del proceso de mineralización derivado de la descomposición, lo cual mejora su composición química.

En la propia *Tabla 2* se observa además que el menor valor en cuanto a riqueza de especies está presente en las parcelas R, en las que se pudo constatar su pobreza florística.

Solo se encontraron pocos ejemplares de *Casearia hirsuta*, *Byrsonima crassifolia* y una invasión natural de *Spatodea campanulata* y *Dichrostachys cinerea*. La poca diversidad es reflejo de que el manejo intensivo a plantaciones establecidas con una baja densidad de árboles por hectárea crea condiciones favorables para especies oportunistas e invasoras, que interfieren el desarrollo normal de la plantación y los intereses económicos por los cuales fue establecida (*Fig. 2*).

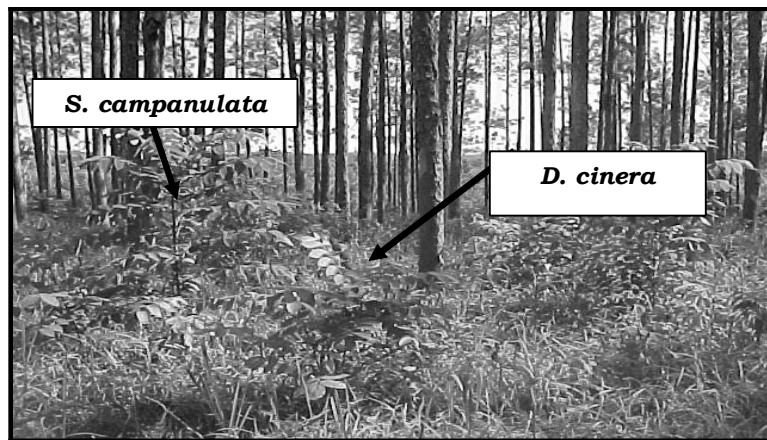


Figura 2. Presencia de especies oportunistas e invasoras en las parcelas R.

La sistematicidad de los mantenimientos intensivos en plantaciones atenta contra la conservación de la diversidad natural de este ecosistema, pues provoca cambios en las condiciones ecológicas adecuadas para el desarrollo de las especies nativas del ecosistema, lo que constituye un problema, incluso a nivel internacional, que ha ocasiona la desaparición de numerosas especies de la flora mundial [Bonet, 2003; FAO, 2003-A].

En los tratamientos más densos (3, 4 y 5) la diversidad florística es muy pobre, predominando especies arbustivas, fundamentalmente de las familias Melastomataceae y Fabaceae, lo que corrobora los resultados de Del Risco y González (2004), cuando al realizar estudios tipológicos en pinares comprobaron que en los rodales de pinares establecidos con grandes densidades de árboles para la esfera productiva la diversidad florística presente era muy pobre, prevaleciendo espe-

cies de pequeño porte como los cordobanes, cafetillos y eugenias, entre otros.

Al realizar un análisis minucioso de la diversidad de especies latifoliadas existente tanto en los diferentes tratamientos de densidades de árboles por hectárea como en las áreas nativas de la especie en estudio, se observó que existe cierta similitud entre la diversidad florística de las parcelas establecidas con densidad de 1333 árb./ha y las parcelas establecidas en las áreas nativas; no obstante, en esta última se localizan algunas especies que no se encuentran en las plantaciones, y la abundancia en general es mayor. El resultado muestra las bondades de este manejo inicial, el cual, según González (2006), favorece, entre otros factores, las condiciones edafoclimáticas, mitigando la aparición de especies invasoras de poco interés económico y ecológico, y favoreciendo el desarrollo de especies nativas del ecosistema

como *Chrysobalanus icaco*, *Quercus oleoides* y otras de interés.

Debido a que los bosques son ecosistemas dinámicos y complejos que requieren de una ordenación y de un manejo equilibrado, ambos de forma sostenible [FAO, 2003-C], se busca la posibilidad de simular las plantaciones forestales productivas, a través del manejo con criterios sostenibles, a las condiciones presentes en un ecosistema natu-

ral de la especie en estudio. Al establecer una comparación en cuanto a la diversidad florística entre los diferentes tratamientos y el área natural, se comprobó que el tratamiento de 1333 árb./ha (parcelas 3 y 8) y su réplica G a-b-c, manejados estos de la forma que ya se mencionó, presentan los valores más altos en este índice: 0,32 y 0,34 respectivamente, en relación con el área natural (Tabla 3).

TABLA 3
Valores del coeficiente de comunidad o similitud en las diferentes parcelas

P a r c e l a s	Parcelas (árb./ha)	1-10	3-8	5-9	2-	4-6	G	Galería	Área nat.	R
		1111	1333	1666	7222	3333	a-b-c 1333			
	1111-(árb./ha)		0,52	0,33	0,25	0,27	0,29	0,60	0,30	0,18
	1333 (árb./ha)	0,52		0,27	0,28	0,26	0,41	0,26	0,32	0,14
	1666 (árb./ha)	0,33	0,27		0,28	0,35	0,27	0,12	0,29	0,14
	2222 (árb./ha)	0,25	0,28	0,28		0,37	0,27	0,13	0,28	0,21
	3333 (árb./ha)	0,27	0,26	0,35	0,37		0,21	0,15	0,26	0,31
	G 1333 (árb./ha)	0,29	0,41	0,27	0,27	0,21		0,26	0,34	0,14
	Gal.	0,60	0,26	0,12	0,13	0,15	0,26		0,22	0,10
	Área nat.	0,30	0,32	0,29	0,28	0,26	0,34	0,22		0,12
	R 1333 (árb./ha)	0,18	0,14	0,14	0,21	0,31	0,14	0,10	0,12	

Se comprobó además que las parcelas R presentan los valores más bajos con respecto al resto de las parcelas, siendo los de menor valor respecto al área natural (0,12). Este resultado es consecuencia del tipo de manejo aplicado en estas parcelas.

Al analizar en la matriz de distribución vegetativa el comportamiento de la diversidad florística y su relación con los análisis químicos efectuados en el área en cuatro puntos distribuidos en sentido de la pendiente, se visualiza el papel irremplazable del bosque bien manejado en la restauración de ecosistemas degradados al mejorar las condiciones edáficas.

En el tratamiento con densidad de 1333 árb./ha, durante la realización de los mantenimientos y raleos a la plantación se dejaron en pie algunas especies latifoliadas como *Andira inermes*, *Guarea guidoni*, *Didymopanax morototoni*, *Matayba apetala*, *Clusia rosea*, *Xylopia aromatica*, *Calophyllum pineterum*,

Pithecellobium abovale y *Psidium salutare*, entre otras, especies estas en su mayoría típicas de la formación en estudio. El ascenso de estas especies hasta alrededor de 70 m de distancia pendiente arriba, a partir de la cañada, después del impacto de la plantación, constituye una prueba de la influencia favorable sobre las condiciones de suelo y clima, del bosque productor manejado con criterios sostenibles, logrando alcanzar estas especies alturas considerables. Este tipo de manejo favorece la regeneración de la flora nativa, al incremento de la diversidad biológica y a la mitigación del proceso de acidificación del suelo al favorecer el desarrollo de especies que aportan calcio al suelo al descomponerse su follaje [González, 2009]. Mejora además la vulnerabilidad de estas plantaciones monoespecíficas contra el ataque de plagas y enfermedades [Hartwing, 1994].

Coincidiendo con FAO (2003-B), las prácticas forestales pueden tener diferentes re-

percusiones en los distintos componentes de la biodiversidad, pudiendo ser beneficiosos o perjudiciales según su intensidad y objetivos, resultando importante que en el momento de realizar los manejos silvícolas y el aprovechamiento de los diferentes productos que nos ofrecen las plantaciones forestales, en aras de lograr un desarrollo forestal sostenible, se debe hacer un uso racional del recurso boscoso y conservar, por su importancia, la diversidad florística nativa, satisfaciendo las necesidades de las generaciones actuales, sin poner en peligro la supervivencia de las generaciones futuras. En el marco de lograr una silvicultura ambiental, social y económicamente sostenible, es posible combinar equilibradamente diferentes formas de usos de la tierra como producción de madera y promoción de la actividad ecológica.

CONCLUSIONES

- La realización de manejos silvícolas con criterios sostenibles al *Pinus caribaea* Morelet en los ecosistemas de plantaciones de las Alturas de Pizarras de Pinar del Río contribuyeron con la rehabilitación de la diversidad florística nativa, mientras que los manejos inadecuados favorecen en gran medida a su pérdida.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Modesto González Menéndez

Doctor en Ciencias Ecológicas, investigador auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, trabaja en la temática de Silvicultura y Ecología Forestal. Ha impartido conferencias sobre Manejo y Restauración de Ecosistemas Forestales Degradados. Cuenta con varios reconocimientos: Sello Forjadores del Futuro, Premio Academia, Premio Institucional, entre otros. Su tesis de doctorado fue la más destacada a nivel ministerial en 2006. Cuenta con publicaciones nacionales y foráneas. Ha participado en eventos nacionales y en el exterior.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCOLADO, P. M. 1998. «Conceptos e índices relacionados con la diversidad», *Revista de Ecología. Oceanología y Biodiversidad Tropical*. AVICENNIA (CU) no. 8-9. p. 7.
- BONET, A. 2003. *Fundamentos ecológicos para la gestión de espacios naturales protegidos. Gestión de espacios protegidos*. España. Universidad de Alicante. p. 1-3.
- DEL RISCO, E., GONZÁLEZ, M. M. 2004. «Tipología de los pinares de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* de las Alturas de Pizarras de Pinar del Río». La Habana. FAO. Disponible en: (www.Fao.cu), (www.fao.org/docrep) (Consulta: 14 de julio de 2005).
- EVANS, J. 1998. «La importancia de las plantaciones y la sostenibilidad. La producción sostenible de madera en las plantaciones forestales». *Unasyuva* (IT) 49(192): pp. 47-52.
- FAO. (2003-A). «Problemas ambientales que aceleran la degradación de la especies». *Biodiversidad*. Roma. FAO.
- FAO. (2003-B). «Contribución del aprovechamiento sostenible de los bosques a la conservación de la diversidad biológica. Situación de los bosques en el mundo». Roma. FAO.
- FAO. (2003-C). «Ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques. Situación de los bosques en el mundo». Roma. FAO. p. 12.
- GONZÁLEZ, M. M. 2006. «Influencia de la densidad de plantación en la economía y la ecología de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, Cuba». 239 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Programa de Desarrollo Sostenible de Bosques Tropicales. Universidad de Alicante. Departamento de Ecología-Centro de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad de Pinar del Río.
- GONZÁLEZ, M. M., FIGUEROA, C., SÁNCHEZ, O. 2010. «El manejo silvícola con criterios sostenibles en la rehabilitación de la capacidad productiva de ecosistemas degradados en Alturas de Pizarras de Pinar del Río». *Revista Forestal Baracoa* (CU) 29 (1): 13-22. enero-junio.
- HARTWING, F.C. 1994. *La tierra que recuperamos: Serie Medio Ambiente y Desarrollo*. Chile. Ed. los Andes. pp. 17-21.