

Indicadores reproductivos de dos áreas productoras de semillas en *Pinus caribaea* var. *caribaea* y *Pinus tropicalis*



Reproductive indicators of two areas producing seeds in *Pinus caribaea* var. *caribaea* and *Pinus tropicalis*

Claudia Márquez Barrabé

Estudiante de Ingeniería Forestal Quinto Año. Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". Km 2 ½ Carretera A. de Rojas, Consolación del Sur, Pinar del Río. Correo electrónico: claudia.marquez@estudiantes.upr.edu.cu
Teléf. 58 03 90 76

Recibido: 15 de octubre de 2014.

Aprobado: 22 de diciembre de 2014.

RESUMEN

Se evaluaron dos áreas de producción de semillas de dos especies endémicas: *Pinus caribaea* var. *caribaea* (*P.cc*) y *Pinus tropicalis* (*P.t*), en Cerro de Cabras y Ceja del Negro, respectivamente, para determinar el comportamiento de los indicadores reproductivos de estas a partir de indicadores simples de fácil evaluación. Se tomaron del pool de conos a beneficiar 50 de cada especie y se midió el largo del cono así como su ancho, se determinaron las variables: eficiencia de semilla, potencial de semilla, proporción de semillas llenas, vanas, óvulos abortados y óvulos rudimentarios, así como el indicador de endogamia y el porcentaje de germinación. La eficiencia de semillas y el potencial de semilla fueron superior en *P.cc* que para *P.t* y la proporción de semillas llenas fue de 0,55 y 0,44 para *P.cc* y *P.t* respectivamente. Sin embargo la proporción de semillas vanas fue muy superior en *P.cc* (0.18) que en *P.t* (0.05) mientras que la proporción de óvulos abortados y rudimentarios fue superior en *P.t* que en *P.cc*. El indicador de endogamia fue moderado para un 25 % en *P.cc* mientras de un 11% en *P.t* lo

ABSTRACT

Two areas of seed production of two endemic species were evaluated from Cerro de Cabras of *Pinus caribaea* var. *caribaea* (*P.cc*) and Ceja del Negro of *Pinus tropicalis* (*P.t*) respectively to determine the reproductive behavior through a simple evaluation reproductive indicators. 50 cones from a pool of cones were collected from each species measuring the length and width of the cone and determined the variables: seed efficiency, seed potential, proportion of filled seeds, vain, aborted eggs and rudimentary eggs, and an estimator of inbreeding and the germination percentage. Seed efficiency of and seed potential were higher *P.cc* than for *P.t* and the ratio of filled seeds was 0.55 and 0.44 respectively for *P.cc* and *P.t*. However, the proportion of empty seeds was much higher in *P.cc* (0.18) than *P.t* (0.05) while the proportion of aborted ovules rudimentary *P.t* was higher than *P.cc*. The estimator of inbreeding was moderated to 25 % in *P.cc* while 11% *P.t* that could represent these areas may have limitations on the number of reproductive individuals to ensure the necessary levels for cross-pollinated

que pudiera representar que estas áreas pudieran tener limitaciones en cuanto al número de individuos reproductores que garanticen los niveles necesarios para especies alógamas por lo que los porcentajes de germinación fueron discretos.

Palabras clave: Indicadores reproductivos; *Pinus caribaea*; *Pinus tropicalis*.

abortados, germinación de semillas, supervivencia y vigor de la plántula

species so that germination percentages were discreet.

Key words: Reproductive indicators; *Pinus caribaea*; *Pinus tropicalis*.

INTRODUCCIÓN

Los pinares son una formación monotípica donde *Pinus* es la especie dominante que representa el climax sucesional para este tipo de ecótopo (López, 1982). El género *Pinus* en Cuba está representado entre otros por cuatro especies endémicas *Pinus caribaea* var. *caribaea* Barret y Golfari, *Pinus tropicalis* Morelet, *Pinus maestrensis* Bisse y *Pinus cubensis* Grisset. La distribución de este género es vicariante, las dos primeras en el occidente de Cuba e Isla de la Juventud y las últimas dos se encuentran en el oriente de Cuba.

A pesar de ser especies con una distribución natural extensa, sus poblaciones en la actualidad se han diezmado, reconvirtiendo las áreas en plantaciones de estas especies. *Pinus caribaea* se distribuye en lomas y sierras silíceas entre Pinar del Río y La Palma y cerca del Cerro de Cabras mientras que *Pinus tropicalis* se distribuye desde Taco-Taco hasta los remates de Guane siendo el más abundante (Bisse, 1988).

Los indicadores reproductivos son herramientas básicas para el monitoreo de las poblaciones (Bramlett *et al.*, 1977; Flores *et al.*, 2012). La eficiencia reproductiva de las poblaciones se puede determinar evaluando características asociadas con la producción de semillas, como el tamaño del cono, número de semillas llenas y vanas por cono, proporción de óvulos

(Mosseler *et al.*, 2000; Flores *et al.*, 2012).

La evaluación de una fuente semillera a partir de los indicadores reproductivos es una de las primeras acciones que se debería realizar para decidir qué áreas deben utilizarse o no para la obtención de material para propagar, ya que a través de ellos hay una estimación de la salud genética de estas masas (*i.e.* coeficiente de endogamia) y su potencialidad. Por lo que este trabajo tienen como objetivo: Caracterizar los indicadores reproductivos en masas semillero de ambas especies de pino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron las colectas de los 50 conos del pool de conos de la Empresa de Beneficio de Semilla en el año 2013 perteneciente a la localidad de Ceja del Negro para *P. tropicalis* y para *P. caribaea* var. *caribaea* la colecta se realizó en el año 2014 en el mes de junio de la localidad de Cerro de Cabras.

Los conos fueron tomados al azar de toda la colecta realizada en ese año para cada especie del banco original de la Empresa de Beneficio de Semilla. En laboratorio, los conos se secaron a temperatura ambiente durante un mes, se determinó el largo y ancho del cono. La medición se realizó con el apoyo de un pie de rey con aproximación de 1 mm, el largo del cono (LC) se determinó desde la base hasta el ápice del cono y el ancho se midió en la parte más amplia del cono. La separación de las escamas del cono fue de forma

sistemática, iniciando con las basales con la consecuente separación de la semilla. Se determinó el número de escamas fértiles e infértiles. En cada escama se realizó la determinación de óvulos rudimentarios (infértiles), óvulos abortados, número de semillas llenas y de vanas, de acuerdo a la metodología de Bramlett *et al.* (1977).

Para el cálculo de las variables utilizadas para este trabajo se aplicaron las siguientes fórmulas (Bramlett *et al.*, 1977):

Potencial de semilla (PS)= escamas fértiles x 2, semillas desarrolladas (SD)= semillas vanas (SV) + semillas llenas (SLL), eficiencia de semillas (ES)= (SLL/PS) x 100, Proporción de semillas llenas (SLLP)=SLL/PS, Proporción de semillas vanas (SVP)=SV/PS, proporción de óvulos abortados (OAP)=OA/PS, Proporción de óvulos rudimentarios (ORP)=OR/PS e indicador de endogamia (IEND)=SV/SD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios obtenidos del potencial de semillas fueron: 50,83

escamas fértiles por cono con un potencial de semillas por cono de 101 para el *P.cc* y 36,47 escamas fértiles con un potencial de semilla de 74,04 para el *P.t*. El potencial de semillas por cono fue variable entre las dos especies objeto de estudio, y aunque esta variable varía mucho entre especies y poblaciones dentro la especie (Alba y Márquez, 2006, Ramírez *et al.*, 2007), el valor para *P.t* es muy inferior al de *P.cc*. En la Tabla 1 se puede apreciar que aunque este valor varía mucho dentro de las especies dentro del género, *P.t* tiene los valores más bajos reportados en *Pinus*. Mientras que *P.cc* tiene valores similares a sus congéneres de la subsección *Trifoliaea*.

De forma general este valor varía mucho dentro de una misma especie pues está relacionado con elementos de la estructura genética de cada población o área de producción de semilla (Ledig, 2002), pues está relacionado con el tamaño poblacional efectivo que determina la proporción de polen necesario para hacer efectiva la alógamia.

Tabla 1. Potencial de semilla en diferentes coníferas.

Especie	Potencial de semilla	Referencia
<i>Picea mexicana</i>	103 (91 a 116) ^{ab}	Flores <i>et al.</i> , 2012
<i>Picea mexicana</i>	233 ^a	Flores, 2014
<i>Picea martinezii</i>	266 ^a (254 a 294)	Flores <i>et al.</i> , 2012
<i>Picea martinezii</i>	255,6 ^a	Flores, 2014
<i>Pinus catarinae</i>	11	Lemus , 1999
<i>Pinus arizonica</i>	90 (48 a 126) ^a	Naváez, 2000
<i>Pinus cooperi</i>	103 (60 a 142) ^b 115 (60 a 154) ^b	Prieto y Martínez, 1993
<i>Pinus tecunumanii</i>	123	Isaza <i>et al.</i> , 2002
<i>Pinus oocarpa</i>	137 ^{ab}	Isaza <i>et al.</i> , 2002
<i>Pinus maximinoi</i>	140 ^{ab}	Isaza <i>et al.</i> , 2002
<i>Pinus greggii</i>	161 (152 a 170) ^a	Alba <i>et al.</i> , (2005)
<i>Pinus oaxacana</i>	186 (76 a 242) ^a	Vázquez <i>et al.</i> , 2004
<i>Pinus greggii</i>	155	Ramírez <i>et al.</i> , 1994
<i>Pinus catarinae</i>	<u>11</u>	Flores y Lemus, 2000
<i>Pinus johannis</i>	25 (18 a 25) ^{ab}	López,2005
<i>Pinus caribaea</i>	101,67	Estudio actual
<i>Pinus tropicalis</i>	74,04	Estudio actual

^a Estudios realizados en diferentes poblaciones.

^b Estudios realizados en diferentes años de colecta.

Las coníferas de zonas áridas donde hay escasa humedad tienen un potencial de semillas más bajo en comparación con las coníferas que están en mejores condiciones como *P.cc* que tiene un potencial de semillas más alto; la condición de humedad puede hacer que se tengan una mayor producción de biomasa y también son las de mejor producción de semilla (Flores *et al.*, 2012).

En la relación con la eficiencia de semillas en *P.cc* fue de 51,46 y para *P.t* fue de 44. La eficiencia está definida

como la cantidad de semillas llenas en relación con el porcentaje de semillas expresadas en porcentaje (Bramlett, 1974), y es la variable más representativa de la producción de semillas porque está determinada por las semilla con posibilidades de germinar (Mosseler *et al.*, 2000) y esto es un indicador de viabilidad (Sorence *et al.*, 2001b). Sorprendentemente, aunque *P.t* tuvo mucho menor potencial de semilla su valor de eficiencia fue similar al de *P.cc* lo cual pudo deberse a la cantidad de semillas llenas fue superior en esta especie que en *P.cc*.

Tabla 2. Comparación de la eficiencia de semilla en diferentes coníferas.

Especie	Eficiencia de semillas	Referencia
<i>Picea martinezii</i>	7% (2 al 13%)	Flores <i>et al.</i> , 2012
<i>Picea mexicana</i>	13,5% (9 a 18%) ^{ab}	Flores <i>et al.</i> , 2005
<i>Picea rubens</i>	20- 45%	Mosselet <i>et al.</i> , 2000
<i>Pinus catarinae</i>	20,9% ^a	Flores y Lemus, 2000
<i>Pinus silvestris</i>	17,9%	Sivacioglu y Ayan, 2008
<i>Pinus leiophyllas</i>	17%	Delgado, 1994
<i>Pinus pinceana</i>	35% (0 a 54%) ^a	Hernández, 2006
<i>Pinus arizonica</i>	37% (4.4 a 80.7%)	Narváez, 2000
<i>Pinus hartwegii</i>	71,5% (68 a 75%) ^a	Alba <i>et al.</i> , 2003
<i>Pinus greggii</i>	78,9% (70,88-	Alba <i>et al.</i> , 2005
<i>Pinus oaxacana</i>	53,8%	Alba y Márquez, 2006
<i>Pinus greggi</i>	40,3%	Ramírez <i>et al.</i> , 2007
<i>Pinus caribaea</i>	51,46%	Estudio actual
<i>Pinus tropicalis</i>	44%	Estudio actual

^aEstudios realizados en diferentes poblaciones.

^bEstudios realizados en diferentes años de colecta.

Con relación al porcentaje de semillas vanas promedio fue de 18 % para el *P.cc* con una media de 19 semillas por cono y para *P.t* un 5 % de semillas vanas para un promedio de 4 semillas vanas por cono (Tabla 4).

Los resultados muestran que existe una excesiva pérdida de semillas; sin embargo, la producción de semillas se puede incrementar teniendo en cuenta la identificación de los factores que provocan las pérdidas de semillas y aplicar métodos para su control, especialmente en área *P.cc* que presentó mayores valores de potencial de semilla y de eficiencia de semilla.

La media de óvulos abortivos fue de 30.4 que equivalente al 26 % para *P.cc* (Tabla 4) y de 37,02 (56 %) para *P.t*, si bien estos valores fueron inferiores con respecto a otras especies de pino y coníferas. Entre las causas reportadas de este fenómeno están: la autopolinización, además del efecto de

la depresión por consanguinidad (Hill, 2010) debido al reducido tamaño poblacional en las áreas productoras de semillas (Flores *et al.*, 2014) o como consecuencia de la escasez de polen compatible (Ramírez *et al.*, 2007).

Se determinó con relación a la cantidad de semillas llenas por cono en *P.cc* hubo 71 semillas desarrolladas por cono con una media de semillas llenas de 52,36 y para *P.t* hubo 37 semillas desarrolladas por cono con 35,67 semillas llenas, este comportamiento favorable en *P.t* puede deberse a que es una fuente semillera originalmente diseñada para la producción de semilla y donde se tuvo en cuenta el tamaño de individuos para la plantación, sin embargo en *P.cc* dicha plantación fue convertida en área de producción de semilla con la limitante de ser muy pequeña lo cual limitara la reproducción de individuos no emparentados y se esperaría que tuviera un mayor estimador de endogamia (Tabla 3).

Tabla 3. Valores medios obtenidos en las dos especies.

Especies	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Pinus tropicalis</i>
LC(cm)	7,69	7,157
Ac	3,186	1,306
EF	37,02	50,83
PS	101,67	74,04
ES	51,46	44,06
ORP	0,26	0,56
OAP	0,30	0,37
SVP	0,18	0,059
SLLP	0,55	0,44
IEND	0,25	0,11
%G	24,89 %	26,53 %

LC: Longitud del cono (cm); ES: eficiencia de semilla; EF: Escamas fértiles; Ac: ancho promedio del cono; ORP: Proporción de óvulos rudimentarios; OAP: Proporción de óvulos abortados; SVP: Proporción de semillas vanas; SLLP: Proporción de semillas llenas; IEND: Indicador de endogamia; %G: Porcentaje de germinación.

La proporción de semillas llenas tuvo mejor comportamiento en *P.cc* (Tabla 3 y 4) no así el indicador de endogamia. Sin embargo, este último indicador es uno de los valores más bajos reportados en coníferas (Tabla 4). Este valor expresa el grado de relación filial entre los individuos que por ende la posibilidad de sufrir de depresión por endogamia (White *et al.*, 2007, Hill, 2010).

Tabla 4. Comparación de proporciones de semillas llenas, semillas vanas, óvulos abortados e indicador de endogamia en diferentes especies.

Especie	SLLP	SVP	OA	IEN	Referencias
<i>Picea martinezii</i>	0,07	0,12	0,8	0,75	Flores <i>et al.</i> , 2012
<i>Picea mexicana</i>	0,13	0,46	0,4	0,80	Flores <i>et al.</i> , 2005
<i>Pinus johannis</i>	0,18	0,17	0,7	0,54	López, 2005
<i>Pinus catarinae</i>	0,23	0,61	0,0	ND	Flores y Lemus, 2000
<i>Pinus pinceana</i>	0,35	0,24	0,3	0,42	Hernández, 2006
<i>Pinus tecunumanii</i>	0,56	0,44	ND	ND	Isaza <i>et al.</i> , 2002
<i>Pinus oocarpa</i>	0,60	0,40	ND	ND	Isaza <i>et al.</i> , 2002
<i>Pinus maximinois</i>	0,61	0,39	ND	ND	Isaza <i>et al.</i> , 2002
<i>Pinus cooperi</i>	0,69	0,31	0,3	ND	Prieto y Martínez, 1993
<i>Pinus greggii</i>	0,84	0,16	0,4	ND	López <i>et al.</i> , 1993
<i>Pinus caribaea</i>	0,55	0,18	0,3	0,25	Estudio actual
<i>Pinus tropicalis</i>	0,4	0,05	0,3	0,11	Estudio actual

SLLP: Proporción de semillas llenas; SVP: Proporción de semillas vanas; OAP: Proporción de óvulos abortados; IEND: Indicador de endogamia; ND: Datos no disponibles.

Los ensayos de germinación para ambas especies determinaron que del total de las semillas llenas solo germinaron 24,89 % para *P.cc* y 26,53 % para *P.t* comportándose de manera muy similar. Este valor es muy bajo al que se esperaba con relación al que se reportan en vivero del 70 % al 80 %.

Como se aprecia en la Tabla 5, el porcentaje de plantas anormales osciló entre el 11,7 al 16,5 % donde ser reconocieron como plántulas anormales (enanismo, germinación inversa y encorvamiento del epicótilo).

La fuente semillera de *P.t* en Ceja del Negro presentó valores más elevados de germinación, los mejores indicadores reproductivos pero mayor número de plántulas anormales, por lo que esto pudiera indicar un proceso de depresión por endogamia y de erosión genética en la población (Ledig *et al.*, 2002).

Con relación a la población de *P.cc* debido a que sus valores son más bajos pudiéramos argumentar que área designada como fuente semillera no cumple con los requerimientos para garantizar una producción de semilla estable.

Tabla 5. Resultados de las pruebas de germinación de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* y *Pinus tropicalis*.

Especie	% Germinación	% Semillas no germinadas	% Semillas podridas	% Plántulas anormales
<i>P. c. var. caribaea</i>	24,89	76,14	23,2	11,7
<i>P. tropicalis</i>	26,53	58,33	15,8	16,5

Concluyendo se puede plantear que:

Los valores reproductivos son relativamente bajos en relación a los determinados para otras especies de coníferas.

De acuerdo a los valores reproductivos obtenidos, son posibles problemas de endogamia derivados de un aumento de la consanguinidad entre individuos y un mayor porcentaje de autofecundación por escasez de polen en particular en *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Los indicadores reproductivos así como las características germinativas apuntan que la fuente semillera de Ceja del Negro en *Pinus tropicalis* tiene buena calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Alba, J., Márquez, R. J. Potencial y eficiencia de semillas de *Pinus* oaxacana Mirov de los Molinos, Perote, Veracruz. *Foresta Veracruzana*, 2006, **8**(1), 31-36.

[2] Bisse, J. *Árboles de Cuba*. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1988.

[3] FLORES-LÓPEZ, C. *Líneas para la conservación de los recursos genéticos de Picea mexicana Martínez y Picea martinezii Patterson*. Tesis

Doctoral inédita en Ciencias Forestales. Pinar del Río, Cuba, 2014.

[4] FLORES-LÓPEZ, C. et al. Producción de semillas e indicadores reproductivos en poblaciones naturales de *Picea martinezii* T. F. Patterson. *Revista Forestal Baracoa*, 2012, 31(2), 49-58.

[5] Hill, R. Conifers reproductive biology. *Annals of Botany* [en línea], 2010, junio, **105** (6), ISSN. 0305-7364, DOI:10.1093/aob/mcq081. Disponible en <https://academic.oup.com/aob/article/105/6/viii/95037/Conifer-reproductive-biology>

[6] Ledig, F. T. Climate change and conservation. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 2012, **8**, 5774.

[7] Ledig, F. T., Hodgskiss, P. D., y Jacob-Cervantes, V. Genetic diversity, mating system, and conservation of a Mexican subalpine relict, *Picea mexicana* Martínez. *Conservation Genetics*, 2002, **3**(2), 113-122.

[8] López, A. Variabilidad del género *Pinus* (Pinaceae) en Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 1982, **12**, 1-32.

[9] Mosseler, A. et al. Indicators of population viability in red spruce, *Picea rubens*. I. Reproductive traits and fecundity. *Canadian Journal of Botany*, 2000, **78**(7), 928-940.

[10] Ramírez, E.O., Márquez, J. y Hernández, O. Estudio de Conos de *Pinus greggi* Engelm. De una plantación en el municipio de Naolinco, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 2007, **9**(2), 39-44.

[11] Sorence, F.C; Mandel, N.L.; y Aagaard, J. E. Role of selection versus historical isolation in racial differentiation of ponderosa pine in southern Oregon: an investigation of alternative hypotheses. *Canadian Journal of Forest Research*, 2001, **31**(7), 1127-1139.

Claudia Márquez Barrabé. Estudiante de Ingeniería Forestal Quinto Año.
Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". Km 2 ½ Carretera A. de Rojas, Consolación del Sur, Pinar del Río.
Correo electrónico: claudia.marquez@estudiantes.upr.edu.cu, Teléf. 58 03 90 76
