

ESTUDIO DE DESCENDENCIAS DE *Pinus caribaea* VAR. *caribaea* EN LA LOCALIDAD DE MARBAJITA, PINAR DEL RÍO

M. H. PEREZ , A. GONZALEZ , A. FERNANDEZ, C. J. FERNANDEZ
Y P. ECHEVARRIA

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el comportamiento de descendencias obtenidas por polinización abierta en *Pinus caribaea* var. *caribaea*-Barret y Golfari en un suelo Ferralítico Rojo Púrpura de la localidad de Marbajita, en Pinar del Río. En el estudio se incluyen 20 familias de origen local y 13 provenientes de Topes de Collantes, las cuales se comparan con dos testigos comerciales de la misma especie. En la fase de vivero el experimento se montó bajo un diseño de bloques al azar con 36 tratamientos y dos repeticiones. Para la fase de campo se empleó un diseño de bloques al azar con parcelas mono árbol, 36 tratamientos y 50 repeticiones. Se realizaron mediciones para la altura total a los seis meses en vivero y altura total y diámetro a 1,30 m a los siete años de establecida la plantación. Los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de Dunnett. La heredabilidad en sentido amplio para altura y diámetro es de 0,75 y 0,74, respectivamente. Por otra parte, las familias que son significativamente superiores a los testigos superan a éstos en volumen maderable entre el 20 y 30 % y entre 10-20 % en las características fenotípicas de rectitud del fuste y la ramificación.

Sobre la base de estos resultados se recomiendan los clones que deben permanecer o ser incluidos en los huertos semilleros, así como manejarlos para la obtención de individuos de genealogía controlada por uno o ambos progenitores. Las progenies por polinización más avanzadas del programa de mejoramiento genético en esta especie.

INTRODUCCION

Los estudios de descendencias o progeñie constituyen el eslabón principal en la larga cadena de fases de un programa de mejora genética por selección individual y existen para el desarrollo de tales estudios dos esquemas según se conozca uno o ambos progenitores. Las progenies por polinización abierta son semifratrias, pues sólo se conoce el progenitor femenino en tanto que en las fratrias se conocen ambos progenitores.

El programa de mejora genética iniciado con P. caribaea var. caribaea Barr. y Golf, desde hace varios años se fundamenta en estudios de descendencias por polinización libre. Esta estrategia ha sido adoptada por dos buenas razones: bajo costo en el establecimiento y rapidez con que se obtienen los resultados.

Los mejoradores de árboles están siempre interesados en encontrar una proporción alta de varianza genética aditiva en caracteres de interés económica, dado que esta fuente constituye la esencia de altos incrementos en la productividad. Se ha informado que en el programa cooperativo de Carolina del Norte entre el 5-20 % de los genotipos probados son, consistentemente, de buena capacidad general de combinación.

En Cuba los primeros estudios de descendencias de esta especie se iniciaron en la década del 70 y se han presentado en experimentos de campo unas 200 familias hasta la fecha. Los resultados obtenidos muestran un efecto significativo de la selección en los principales caracteres de interés económico comparados con los lotes testigos de las poblaciones muestreadas. Sobre la base de los resultados obtenidos en tales experimentos, González y Pérez (1970) han informado ganancias del orden del 20 % para la altura total, 15 % para el diámetro, 25 % para rectitud del fuste y 40 % en lo que se refiere a ramas más finas, cortas y horizontales. El presente informe resume los resultados obtenidos en un estudio con 34 familias y dos testigos a los siete años de edad.

MATERIALES Y METODOS

El material de estudio estuvo constituido por 34 familias de *P. caribaea* var. *caribaea* obtenidas por polinización libre en los árboles plus seleccionados en la masa semillera de Marbajita, Pinar del Río y en las plantaciones de Topes de Collantes, provincia de Sancti Spiritus. Se incluyen, además, dos testigos que representan dos masas semilleras de primera calidad (Marbajita y Cajalbana). A continuación se muestran las familias representadas en el experimento, así como su origen.

Familia	Origen	Familia	Origen
1	Marbajita	63	Marbajita
5	Marbajita	68	Marbajita
6	Marbajita	70	Marbajita
9	Marbajita	72	T.de Coliantes
11	Marbajita	74	T.de Collantes
12	Marbajita	78	T.de Collantes
15	Marbajita	88	T.de Collantes
17	Marbajita	96	T.de Collantes
19	Marbajita	98	T.de Collantes
21	Marbajita	99	T.de Collantes
22	Marbajita	100	T.de Collantes
24	Marbajita	101	T.de Collantes
25	Marbajita	103	T.de Collantes
30	Marbajita	115	T.de Collantes
34	Marbajita	116	T.de Collantes
53	Marbajita	117	T.de Collantes
58	Marbajita	T-1	Marbajita
60	Marbajita	T-2	Cajalbana

La fase de vivero se desarrolló en la Estación Experimental Forest. de Viñales, y se emplearon bolsas del tipo estándar con una capacidad de 800 m³, las cuales se llenaron con una mezcla de nueve partes de suelo de la localidad y una parte de cachaza bien descompuesta. En la fase de vivero se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones y 80 posturas por parcela.

El sitio de plantación se encuentra localizado dentro del área de distribución natural de la especie y los índices edafoclimáticos más importantes son: suelo Ferrítico Rojo Púrpura, de topografía ondulada, a una altitud de 50 msnm, con una pluviosidad media de 1 762 mm, temperatura media 24,3°C y una humedad relativa del 79 %.

■ La preparación del sitio para la plantación consistió en chapea mecanizada y subsolación a 50 cm de profundidad. El diseño de campo fue de bloques al azar con una planta por parcela, 36 tratamientos, 50 repeticiones y espaciamiento de 4 m x 4 m.

Durante los primeros meses de existencia del experimento se presentó un fuerte ataque de Atta insularis (bibijaguas) que afectó considerablemente algunas partes de la plantación, independientemente de aplicaciones periódicas de diazinon y clordano.

Se realizaron mediciones para el indicador altura total de las posturas en el vivero a los seis meses y de altura total y diámetro a 1,30 m a los cuatro y siete años de establecida la plantación. En la última medición se realizó una evaluación de las características fenotípicas de rectitud del fuste y la ramificación, según el método evaluativo propuesto por Eldridge (1973) citado por González y Pérez (1983).

Por la existencia de un gran número de parcelas perdidas debido a un ataque de Atta insularis, fue necesario procesar la información existente mediante las recomendaciones de García (1984), consistente en un modelo estadístico totalmente aleatorizado con diferente número de observaciones y a partir de los cuadrados medios esperados en este análisis se estimó la heredabilidad en sentido amplio.

Con los datos de altura y diámetro de la medición realizada a los siete años y mediante la fórmula de Hubert, se calculó el volumen de madera con corteza empleando como coeficiente de forma 0,5.

RESULTADOS Y DISCUSION

En análisis de varianza para la medición de "altura total" de las posturas en vivero, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y mediante la prueba de Dunnett se compararon los valores medios de las familias en estudio con la media de los testigos (Tabla 1), donde se observa que existen 19 familias que son significativamente superiores a los testigos y una, la No. 70, inferior a éstos a igual nivel de probabilidad (95 %).

De las 19 familias destacadas, 11 corresponden a los orígenes de Marbajita y ocho a Topes de Collantes. Por otra parte, sólo siete familias quedaron por debajo de los testigos; ellas son: 34, 60, 63 y 70 de Marbajita y 78, 101 y 115 de Topes de Collantes,

TABLA 1. Prueba de Dunnet comparación con la media de los testigos ($\bar{x} \pm 1 = 1$) . Datos de la medición de altura total en la fase de vivero a los seis meses de edad de las posturas.

RD	Fam.	lox	Dif.	Sig.
1	53	119	+ 2	NS
2	6	120	+ 3	NS
3	5	121	+ 4	NS
	101	113	- 4	NS
	60	113	- 4	NS
4	1	124	+ 7	NS
	9	124	+ 7	NS
	34	110	- 7	NS
5	78	102	- 15	NS
	115	102	- 15	NS
6	63	101	- 16	NS
7	72	136	+ 19	NS
	21	136	+ 19	NS
	103	136	+ 19	NS
8	58	140	+ 23	°
	99	140	+ 23	°
	116	140	+ 23	°
	70	94	- 23	°°
9	15	141	+ 24	°°
	22	141	+ 24	°°
10	74	143	+ 26	°°
	25	143	+ 26	°°
11	96	144	+ 27	°°

TABLA 1. Continuación.

	RD	Fam.	10 $\bar{x}$	Dif.	Sig.
	12	12	145	+ 28	°°
	13	24	147	+ 30	°°
	14	11	148	+ 31	°°
	15	100	150	+ 33	°°
		68	151	+ 34	°°
	16	88	151	+ 34	°°
	17	98	153	+ 36	°°
		117	155	+ 38	°°
	18	19	155	+ 38	°°
	19	17	156	+ 39	°°
	20	30	162	+ 45	°°

° Significativos a l 5 %, prueba de Dunnet
 °° Significativos a l 1 %, prueba de Dunnet.

La validez de incluir en los estudios de descendencias patrones de comparación que representen a fuentes comerciales de semillas, ha quedado demostrado en este estudio.

En la altura total (Tabla 2) se destacan las familias 11, 12, 15, 21, 24, 30 y 60, todas pertenecientes al origen de Marbajita. Sin embargo, en este mismo carácter de las siete familias cuyas medias están por debajo de los testigos, seis corresponden a Topes de Collantes; ellas son: 74, 78, 88, 115, 98 y 116 y la 6 de Marbajita. En el caso del diámetro (Tabla 3) nueve familias resultaron significativamente superiores a los testigos, ocho de las cuales corresponden a Marbajita; ellas son: 11, 15, 19, 21, 24, 25, 30 y 70, así como la 99 de Topes de Collantes.

Por otra parte, de las siete familias que están por debajo de la media de los testigos, cuatro son de Topes de Collantes; ellas son: 74, 78, 88 y 116.

Para los mejoradores de árboles forestales, resulta de gran interés acortar el tiempo óptimo necesario para evaluar el material objeto de estudio, debido a los largos ciclos de vida de la mayoría de estas especies.

TABLA 2. Prueba de Dunnet comparaci3n con la media de los testigos ($\bar{x} \cdot 10 = 94$). Medici3n de altura total realizada a los siete a3os.

RD	Fam.	10$\bar{x}$	Dif.	Sig.
	5	94	0	NS
0	34	94	0	NS
	115	92	- 2	
	88	92	- 2	
1	116	92	- 2	NS
	100	96	+ 2	
	103	96	+ 2	
	74	91	- 3	
2	17	97	+ 3	NS
	96	97	+ 3	
	98	90	- 4	
	6	90	- 4	
3	22	98	+ 4	NS
	117	98	+ 4	
	60	98	+ 4	
	70	98	+ 4	
	78	89	- 5	
	1	99	+ 5	
4	9	99	+ 5	NS
	63	99	+ 5	
	101	99	+ 5	
	72	100	+ 6	
5	99	100	+ 6	NS
	19	100	+ 6	

TABLA 2. Continuación.

RD	Fam.	$10\bar{x}$	Dif.	Sig.
6	53	101	+ 7	NS
	25	101	+ 7	
	58	101	+ 7	
7	21	102	+ 8	°
	30	102	+ 8	
	12	102	+ 8	
8	24	103	+ 9	°
9	68	104	+ 10	°°
10	11	107	+ 13	°°
11	15	110	+ 16	°°

° Significativos a l 5 %, prueba de Dunnet
 °° Significativos a l 1 %, prueba de Dunnet.

TABLA 3. Prueba de Dunnet para el ($d_{1,30}$) comparacibn con los testigos ($\chi \times 10 = 125$). Medición realizada a los siete años.

RD	Fam.	$10\bar{x}$	Dif.	Sig.
0	98	125	0	-
	9	125	0	-
1	17	126	+ 1	NS
2	115	127	+ 2	NS
3	60	128	+ 3	NS
	88	122	- 3	
4	72	129	+ 4	NS
	58	129	+ 4	
	101	129	+ 4	

TABLA 3. Continuación.

RD	Fam.	10 $\bar{x}$	Dif.	Sig.
5	63	130	+ 5	NS
	68	130	+ 5	
	74	120	- 5	
6	4	131	+ 6	NS
	100	131	+ 6	
	12	131	+ 6	
	5	131	+ 6	
7	117	132	+ 7	NS
	53	132	+ 7	
	22	118	- 7	
	6	118	- 7	
	116	118	- 7	
	78	118	- 7	
8	96	133	+ 8	NS
	103	133	+ 8	
	34	117	- 8	
9	30	136	+ 11	°
	24	136	+ 11	
	70	136	+ 11	
10	15	137	+ 12	°
	99	137	+ 12	
	19	137	+ 12	
11	25	138	+ 13	°°
	21	138	+ 13	°°
12	11	149	+ 24	°°

° Significativos a l 5 %, prueba de Dunnet

°° Significativos a l 1 %, prueba de Dunnet.

En tal sentido, las evaluaciones tempranas representan un importante papel en la determinación de los individuos que deben permanecer o ser incluidos en los huertos sem; según sea el caso. En la Tabla 4 se realiza un análisis comparativo del comportamiento de las mejores 12 familias de origen de Marbajita en la fase de vivero, con las 12 más destacadas en la fase de campo donde se observa un alto grado de correlación, pues de las 12 mejores en la fase de vivero, 11 coincidieron a los siete años. Además, el coeficiente de correlación vivero campo ($r = 0,51$) para las familias de Marbajita resultó significativo, mientras en las familias de Topes de Collantes (Tabla 5) se observa que excepto la 99, todas descienden bruscamente y el coeficiente ($r = 0,29$) no es significativo.

EN EL VIVERO A LOS 6 MESES		EN EL CAMPO A LOS 7 AÑOS	
ORDEN DE MERITO	FAM. No	FAM. No	ORDEN DE MERITO
1	30	15	1
2	17	11	2
3	19	68	3
4	68	24	4
5	11	21	5
6	24	30	6
7	12	12	7
8	25	53	8
9	15	25	9
10	22	58	10
11	58	19	11
12	21	22	12

Tabla 4. Análisis del comportamiento de las mejores 12 familias del origen Marbajita en las fases de vivero y campo.

A partir de la información existente se calcularon las heredabilidades en sentido amplio y los coeficientes de 0,75 para altura y 0,74 para diámetro constituyen valores muy alentadores para el programa de mejoramiento en esta especie, independientemente de que estén un tanto por encima de los valores reales. En relación con esta problemática, Alvarez et al. (1983) y Fernández et al. (1986) han informado valores en sentido estricto inferiores a los mencionados anteriormente durante estudios en la misma especie. Por otra parte, Fernández et al. (1987) han informado heredabilidades de

0,88 para rendimientos de resina y de 0,69 para volumen maderable también en *P. caribaea*; mientras Pérez et al. (1987) han informado heredabilidades de 0,65 para el diámetro y de 0,11 para la altura en *P. tropicalis*.

EN EL VIVERO A LOS 6 MESES		EN EL CAMPO A LOS 7 AÑOS	
ORDEN DE MERITO	FAM. No	TAM No.	ORDEN DE MERITO
4	117	99	12
5	96	117	19
7	88	96	23
8	100	100	24
13	96	88	39
14	74	74	32
18	99	98	33

TABLA 5. Análisis del comportamiento de las mejores siete familias del origen de Topes de Collantes.

Debido a la no existencia de la heredabilidad en sentido estricto se hicieron estimados prácticos en función de las medias de la población seleccionada y las medias de los testigos en los caracteres estudiados (Tabla 6). Lo más significativo y alentador para el programa de mejora genética que se desarrolla con *P. caribaea* var. *caribaea*, son los altos valores de ganancia genética que se obtienen en volumen, seleccionando el 50 % de las mejores familias. El programa de establecimiento de huertos semilleros para la primera generación (220 ha), ya comienza a producir semillas en cantidades considerable en dichos huertos se han incluido todos los individuos seleccionados y se han plantado los "ramets" de manera tal que permitan una vez que se disponga de la información necesaria a través de las pruebas de progenies y los estudios clonales, extraer de los mismos el 50 % de los clones que hayan mostrado pobre comportamiento genotípico. A partir de los resultados de este estudio se obtendrá una ganancia genética en volumen del 26,6 %, la cual debe aumentar por la posibilidad de lograr en los huertos semilleros la polinización cruzada entre árboles éliticos. Al respecto, Pérez et al. (1987) informan que en las plantaciones con semillas provenientes de huertos semilleros de *P. caribaea* var. *caribaea* casi duplican el volumen de madera en metros cúbicos a las fuentes comerciales, a los seis años.

TABLA 6. Ganancia genotípica estimada para cinco caracteres de interés económico a los siete años.

Carácter	Ganancia genética en %		
	Para el 50 % de las mejores familias	Para el 25 % de las mejores familias	Para el 12 % de las mejores familias
Altura	8, 2	10,5	12,8
Diámetro	8, 2	10,8	12,4
Volumen	26,6	35,7	42,5
Rectitud del fuste	4, 2	7,2	9,1
Ramificación	16,0	18,1	20,0

CONCLUSIONES

1. Las diferencias de las familias en la fase de vivero fueron altamente significativas. En esta etapa se destacan por encima de los testigos 12 progenies del origen de Marbajita, y ocho de Topes de Collantes.

2. Existe una correlación media ($r = 0,51$) entre la fase de vivero y el posterior comportamiento en el campo para las familias de Marbajita a los siete años de establecida la plantación. Para el caso de las familias de Topes de Collantes el coeficiente de correlación ($r = 0,29$) no fue significativo.

3. En las mediciones de altura total y diámetro a 1,30 m a los siete años de la plantación, se encontraron diferencias altamente significativas. En altura se destacan las familias 11, 12, 15, 21, 24, 30 y 60. Mientras en diámetro salen la 11, 15, 19, 21, 24, 25, 30, 70 y 99.

4. Los valores de la heredabilidad en sentido amplio fueron de 0,75 en altura y 0,74 en diámetro.

5. Por su alta capacidad de combinación deben permanecer en los huertos semilleros y emplearse para la realización de cruzamientos controlados los clones: 11, 12, 15, 19, 21, 24, 25, 30, 60, 70 y 99.

6. Debido a su pobre comportamiento genotípico deben suprimirse de los huertos los clones 6, 22, 34, 74, 88, 98, 115 y 116.

ABSTRACT

PROGENY STUDIES OF *Pinus caribaea* VAR. *caribaea* IN THE REGION OF MARBAJITA, PINAR DEL RIO

This paper analyses the performance of an open pollination progeny test with *Pinus caribaea* var. *caribaea* Barret and Golfari on Ferralitic Soils, Purple-Red in the region of Marbajita, Pinar del Rio. The study included 20 families of local origin and 13 from Topes de Collantes, these were compared with two commercial controls of the same species. During the nursery stage the experiment was settled under a random block design with 36 treatments and two repetitions. In the field, a random block design was used with plots with one tree, 36 treatments and 50 repetitions. Total height measurements were taken at six months in the nursery and total height and diameter at 1,3 m after seven years from plantation establishment. Data was processed by statistics with variant analysis and Dunnet test. Gross heredity for height and diameter is 0,75 and 0,74, respectively. On the other hand, significantly superior families as compared to controls, have from 20 to 30 % more wood volume and 10-20 % of the phenotypical characteristics in bole straightness and branching. According to results obtained, recommendation is given the clones which should remain and or be included in seed orchards, as well as how to handle them to obtain individuals with known family history, by controlled crossings by more advanced cycles in the improvement program of this species.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, A., J. BLANCO y F. GELABERT. Posibilidad de la utilización de huertos clonales para la producción de resina. -- En I Seminario Científico Forestal, Resúmenes.-- La Habana: CIF, 1983.-- p. 153.
- ALLARD, E.W. Principios de la mejora genética de las plantas.-- 4. ed.-- Barcelona: Ed. Omega, 1980.-- 498 P.
- FERNANDEZ, C. et al. Resultados preliminares obtenidos en un estudio con 106 clones de *Pinus caribaea* Morelet.-- 1986.-- 42 p. Tesis (Ingeniero Forestal) Centro Universitario de Pinar del Río, 1986.

- FERNANDEZ, A. et al. Estudio de rendimientos de madera y resina en un banco clonal de P. caribaea.-- 1987. Tesis (Ingeniero Forestal) Centro Universitario de Pinar del Rfo, 1987.
- FEULER, D.F. Mejoramiento o hibridación de poblaciones. Umasylva 30 : 119-120, 1978.
- GARCIA, A. Tratamiento y análisis de datos. Informe preparado como consultor de FAO en Estadística Experimental.-- Ciudad de La Habana: CIF, 1984.-- 358 p.
- GONZALEZ, A. y M. PEREZ. Comportamiento de progenies de polinización libre y controlada en huerto semillero de Pinus caribaea var. caribaea. Revista Forestal Baracoa 10 (1-2) : 7-29, 1980.
- GONZALEZ, A. y M. PEREZ. Algunas consideraciones sobre el empleo de los estudios clonales en el mejoramiento genético de Pinus caribaea var. caribaea.-- En I Seminario científico Forestal, Resúmenes.-- La Habana: CIF, 1983. p. 21.
- FEDERICK, L.A. The genetic improvement of Radiata Pine in Australia. Third World Consultation on Forest Tree Breeding.-- Canberra: FAO, 1977.
- PEREZ, M. et al. Estudio de descendencias de polinización libre en Pinus tropicalis Morelet.-- 1986. Tesis (Ingeniero Forestal) Centro Universitario de Pinar del Rfo, 1987.

Manuscrito recibido para su publicación
23 de julio de 1990