

# Avances en la mejora genética de *Pinus caribaea* Mor. Var. *caribaea* Barret y Golfari, en la República de Cuba.

Mariano H. Pérez Santana<sup>1</sup>; Aníbal González<sup>2</sup>; Pablo Echevarría<sup>3</sup>.

## INTRODUCCION

Los trabajos de mejoramiento genético con *Pinus caribaea* Var. *caribaea* se iniciaron a mediados de la década de los años 60, cumpliendo un intenso y variado programa de actividades de investigación y desarrollo en poblaciones muy erosionadas por las talas indiscriminadas durante siglos.

Desde el inicio los trabajos se orientaron hacia el desarrollo de la fase experimental, selección de árboles plus, estudios de descendencias, bancos de clones y la creación de huertos semilleros clonales, para ganar tiempo por el largo ciclo reproductivo de la especie *Pinus caribaea* Var. *caribaea* es endémico del occidente de Cuba y en condiciones apropiadas aplicando los avances de la mejora genética, alcanza en 30 años entre 30 y 40 m de altura y un volumen maderable superior a los 400 m<sup>3</sup>/ha.

Ofrece alrededor de 60 mil semillas/kg con una pureza entre 95 y 99 % y su germinación se ubica entre el 75 y 85 %. Su época de recolección comprende desde finales de Junio y todo el mes de Julio. Para el almacenamiento, las semillas deben tener una humedad del 10 al 12 % y a una temperatura de 5 °C.

Se han seleccionado 6 fuentes semilleras naturales con un área superior a las mil ha. También se muestrearon los orígenes geográficos con los cuales se establecieron seis experimentos de campo que han permitido regionalizar el uso de la semilla de esta especie en todo el país.

Las principales fuentes semilleras naturales de la especie son: Marbajita, Cajalbana y los Palacios. A estas masas se

le han dado tratamientos silviculturales y de mejora mediante raleos para extraer los árboles cuya conformación fenotípica no responde a las mejores características de la especie.

## MULTIPLICACION VEGETATIVA

Para multiplicar los árboles plus y establecer bancos de clones y huertos semilleros clonales, se realizaron experimentos sobre métodos y épocas más apropiadas para injertar en esta especie. Se determinó que el método idóneo es el de púa lateral con suplemento hídrico (Cuadro 1) con el cual se puede alcanzar éxitos sostenidos de entre el 70 y el 80 % de injertos logrados. También se determinó que la época más apropiada para realizar estas operaciones son los meses comprendidos de noviembre a abril (Cuadro 2). Ambos resultados, han permitido optimizar los trabajos de multiplicación vegetativa en esta especie (Fig. 1).

Cuadro 1. Métodos de injertar y porcentajes de injertos logrados. Cuba.

Métodos probados	Injertos logrados (%)
1.-Púa lateral con incisión en la base.	44
2.-Corona de cuña a pleno sol.	15
3.- Púa lateral con suplemento hídrico.	75
4.- Corona de cuña con media sombra.	10
5.- Corona de cuña con protección de papel y bolsas plásticas	4

## ESTABLECIMIENTO DE BANCOS CLONALES

En lo fundamental se han establecido dos bancos de clones: uno para el programa de la 1a generación con 118 clones y otro para los trabajos de la 2a generación con 185 clones, se trabaja por completar la representación de los árboles seleccionados en los bancos de clones, con vistas a proteger los fenotipos e incluirlos en los trabajos de mejora.

<sup>1</sup> Investigador Auxiliar.

<sup>2</sup> Investigador Agregado.

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Forestales (IIF).  
Calle 174 # 1723 / 17 B y 17 C. Reparto Siboney, Playa,  
Ciudad de la Habana Cuba.  
Telef. ( 537 ) 214589. Fax. ( 537 ) 666071.  
Email: iif@ip.etecsa.cu

Cuadro 2. Resultados de las épocas de injerto, Cuba.

Meses	Injertos logrados (%)
Enero	67
Febrero	50
Marzo	52
Abril	58
Mayo	41
Junio	35
Julio	27
Agosto	25
Septiembre	27
Octubre	43
Noviembre	60
Diciembre	55

El objetivo fundamental del primer banco de clones, fue suministrar material vegetativo para el establecimiento de un amplio programa de mejora genética en la 1ra generación que incluyó 220 ha de huertos semilleros clonales. En la evaluación realizada a este banco, se encontraron diferencias altamente significativas entre clones y un alto grado de correlación entre éstos y sus progenies para la altura total y el diámetro a 1.30 m. Mediante la técnica de picas descendentes con canal central se estudió la variación clonal en la exudación de oleoresina, determinando los rendimientos en gramos por metro-cara de resinación con vistas a un programa de mejora para doble propósito (Cuadro 3).

Cuadro 3: Rendimientos medios de los mejores 20 clones en los rendimientos de oleoresina y en el volumen total de madera en el banco clonal de "El Cairito" a los 16 años, Cuba.

Clon (No.)	Rend. Oleoresina (g/mc)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
97	788	230
14	560	180
46	538	380 *
65	496	350 *
6	490	180
105	490	340 *
42	474	150
37	472	280
3	470	230
21	451	430 *
57	448	330 *
64	448	370 *
85	443	240
68	437	340 *
22	436	310 *
26	430	440 *
74	409	220
44	408	350 *
40	401	330 *
95	400	230

Para la consecución de los trabajos de mejora, se amplió la selección de árboles plus a un total de 480 fenotipos y se estableció un nuevo banco con 185 clones. El principal objetivo de este banco es la realización de cruzamientos controlados (cruces biparentales), con vistas a la obtención de material de genealogía conocida para la 2a generación. Estos cruces se han realizado tomando como base la información de las pruebas de progenies por polinización libre y los resultados de las evaluaciones al banco clonal, fundamentalmente el volumen y el rendimiento de resina (Cuadro 4). Se han reportado valores de repetibilidades de 0,51 en diámetro y 0,56 en la altura total (Fig. 2).

**Estudios de descendencias por polinización libre (semi - fratrias).**

Se ha establecido una serie de pruebas de progenies en tres localidades del país, con potencialidades para el desarrollo de plantaciones con esta especie. Para el montaje de estos experimentos se han empleado diseños estadísticos de bloques completos al azar con parcelas mono árbol. Este tipo de diseño tiene el inconveniente de presentar muchas parcelas perdidas. Por ello en la actualidad, se emplean

Cuadro 4. Relación de los mejores clones para doble propósito madera-resina a los 10 años en el banco clonal de Viñales, Cuba.

Clon (No.)	Volumen de madera (m <sup>3</sup> /ha)	Rend. Oleoresina (g/mc)
137	67.28	419
138	78.34	299
205	90.60	229
206	90.78	301
208	100.00	252
209	119.46	243
210	83.68	228
211	70.39	229
213	131.89	214
216	82.44	229
220	100.46	271
224	92.93	365
234	73.12	218
240	73.69	214
245	75.51	210
249	71.69	222
252	101.41	298
253	90.20	243
255	90.36	229
256	95.10	218
259	77.42	207
261	85.15	322
262	97.53	241
266	82.31	342
267	75.48	289
270	80.46	312
272	93.13	308
286	68.99	257

Cuadro 5. Datos promedios por familia de la medición realizada para el parámetro "Altura total" a los 7 años, Cuba.

Fam. (No.)	Altura media (m)	Fam. (No.)	Altura media (m)
15	11,0	117	9,8
11	10,7	60	9,8
68	10,4	70	9,8
24	10,3	17	9,7
21	10,2	96	9,7
30	10,2	100	9,6
12	10,2	103	9,6
53	10,1	Testigo	9,4
25	10,1	5	9,4
58	10,1	34	9,4
72	10,1	115	9,2
99	10,1	88	9,2
19	10,0	116	9,2
9	9,9	74	9,1
63	9,9	98	9,0
101	9,9	6	9,0
1	9,9	78	8,9
22	9,8		

Cuadro 6. Datos promedios por familia de la medición del diámetro medio 1.30 m a los 7 años, Cuba.

Fam. (No.)	Diámetro (cm)	Fam. (No.)	Diámetro (cm)
11	14,9	68	13,0
21	13,8	72	12,9
25	13,8	58	12,9
15	13,7	101	12,9
99	13,7	60	12,8
19	13,7	115	12,7
30	13,6	17	12,6
24	13,6	98	12,5
70	13,6	Testigo	12,5
96	13,3	9	12,2
103	13,3	88	12,0
117	13,2	74	11,8
53	13,2	22	11,8
1	13,1	6	11,8
100	13,1	101	11,8
12	13,1	78	11,8
5	13,1	34	11,7
63	13,0		

diseños de bloques incompletos o de bloques completos con parcelas en hileras de 5 a 10 plantas.

Se han estimado heredabilidades en sentido estricto entre 0,6 a 0,8. Mientras la ganancia genética para las características: volumen maderable y rendimiento de oleoresina fluctúa entre el 15 y el 40 %.

En los Cuadros 5 y 6 se expone la altura y el diámetro respectivamente de progenies de semi -fratrias en la localidad de Marbajita, próximo a la principal área de distribución natural de la especie.

#### Comportamiento de descendencias por polinización controlada (fratrias).

Hasta el presente se han establecido 6 pruebas de campo con resultados altamente significativos. Uno de los cuales fue establecido en la localidad de "El Caimito" municipio La Palma, Pinar del Río, en un suelo del Tipo Fersialítico Pardo Rojizo, a una altitud de 130 msnm, un régimen pluviométrico de 1700 mm y una temperatura media de 24.3 ° C. En la fase de vivero se utilizó un diseño de bloques totalmente aleatorizado y en el campo el diseño de bloques completo al azar con 18 tratamientos, 10 plantas por parcelas y 4 repeticiones a un espaciamiento de 3 x 3 m. Los datos de la mediciones fueron procesados mediante análisis de varianzas y se encontraron diferencias altamente significativas entre cruzamientos (Cuadro 7). Se estimaron heredabilidades en sentido estricto de 0.84 para la altura total, 0.79 para el diámetro y 0.96 para el volumen total con corteza en m<sup>3</sup>/ha y una ganancia genética de 34,6 %.

En este experimento se destaca el híbrido interracial 48 x 96 (Fig. 3) que a los 6 años alcanza un volumen de 92.58 m<sup>3</sup>/ha. También sobresalen las cruces 8 x 16 con 61.20 m<sup>3</sup>/ha y el 23 x 41 con 54.42 m<sup>3</sup>/ha (Cuadro 7).

#### Huertos semilleros clonales

Constituyen la fase final del Programa de Mejora Genética que se ha desarrollado, con vistas a suministrar semillas de calidad

superior para los planes de reforestación con esta especie en todo el país y para disponer de cantidades apropiadas de semillas para la exportación. Se han establecido 220 ha de huertos semilleros clonales los que ya se encuentran en plena producción. En estos huertos se han representado 108 clones que conforman el material de mejora para la 1a generación. La estrategia adoptada, en el establecimiento de los huertos, fue la de incluir todos los árboles plus seleccionados para esta fase y desarrollar simultáneamente los estudios de descendencias por polinización libre. Los rametos fueron dispuestos aleatoriamente a 12 x 5 m, con vistas a reducir en un 50% el número de clones, dejando los genotipos que transmiten adecuadamente las mejores características a sus descendientes.

Sobre la base de la información obtenida de los estudios de descendencias por polinización libre y la evaluación clonal, se ha iniciado la eliminación de los peores genotipos en el huerto semillero. En el primer raleo genético, se está extrayendo el 30 % de los clones y en una segunda intervención (dentro de dos años) se debe llegar a un 40 - 50 %, dejando el huerto con unos 55 - 60 clones "élites".

Por otro lado se desarrolló una investigación sobre diferentes niveles de N y P como portadores y NPK en fórmula completa, definiendo preliminarmente una dosis por hectárea de 200 kg de N, 100 kg de P y 100 kg de NPK en fórmula completa. Ello ha permitido incrementar las cosechas en más de un 50 % y evitar los ciclos de altas y bajas cosechas, pues con las aplicaciones de fertilizantes las plantas reponen los nutrientes invertidos en las cosechas.

### CONCLUSIONES

1. Los estudios de métodos y épocas de injertar permitieron optimizar los trabajos de multiplicación vegetativa para la creación de los bancos de clones y los huertos semilleros clonales.
2. El primer banco clonal facilitó la obtención de material vegetativo para la creación del huerto semillero y a la vez jugó un papel fundamental para conservar los árboles plus seleccionados y obtener información sobre el comportamiento clonal.
3. En el banco clonal para la 2a generación además de la conservación de los árboles seleccionados y la evaluación de los rendimientos de madera y resina, ha permitido la realización de cruces biparentales para la obtención de material de genealogía conocida para las fases subsiguientes del programa.
4. Los estudios de descendencias por polinización libre han permitido determinar el grado de heredabilidad de

las características fenotípicas de los árboles plus seleccionados.

5. El comportamiento de las descendencias obtenidas por polinización controlada tienen un valor relevante en el programa de mejora por selección recurrente en esta especie. Los altos valores de heredabilidad  $> 0,79$  y una ganancia genética de 34,6 %, confirman lo antes expresado.
6. La estrategia adoptada en el establecimiento de los huertos a permitido obtener semillas de alta calidad genética en un tiempo relativamente corto.
7. La aplicación de dosis adecuadas de fertilizantes contribuyen a obtener cosechas altas y estables de frutos en los huertos semilleros.

### BIBLIOGRAFIA

- Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Suelos. 1973. Génesis y clasificación de los suelos de Cuba.- La Habana. Instituto de Suelos. p.253-266.
- Allard, E.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. 4. ed.- Barcelona. Omega. 498 p.
- Fernández, Claudia J. *et al.* 1990. Estudios clonales en un banco de genes de *Pinus caribaea*. Revista Forestal Baracoa 20 (1): 59-66.
- González, A. y Pérez, M. 1983. Comportamiento de progenies de polinización libre y controlada de un huerto semillero de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Revista Forestal Baracoa 13 (1): 7 - 28.
- Instituto de Investigaciones Forestales. 1990. Tablas de volumen, surtido y densidad del *Pinus caribaea* en plantaciones puras para Cuba. Ciudad de la Habana. 15 p.
- Pérez, M. *et al.* 1990. Estudios de descendencias de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en la localidad de Marbajita Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa 20 (2): 43-56.
- Pérez, M. *et al.* 1992. Comportamiento juvenil de progenies de fraternias en *Pinus caribaea* var. *caribaea*, Barret y Golfari. Revista Forestal Baracoa 22 (3): 7 -15.
- Ramos, A. 1988. Comportamiento de progenies de semifraternias en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tesis ( Ing. For.) Centro Universitario de Pinar del Río. 1988.
- Rodríguez, O. y Vidal, O. 1988. Análisis del comportamiento juvenil de 9 progenies y un testigo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tesis (Ing. For.) Centro Universitario de Pinar del Río.
- Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Limusa. 545p.