

EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus cubensis*. II. EVALUACION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCION DE MADERA

A. ALVAREZI Y J.M. MONTALVO²

RESUMEN

Partiendo de las heredabilidades y ganancias genéticas estimadas para el incremento medio anual del volumen total con corteza en una prueba de progenies de semifratrias de 10 años de plantadas, se evaluaron 11 alternativas diferentes a seguir en el programa de mejoramiento de esta especie. De ellas las más promisorias resultaron ser: la selección familiar seguida de cruzamientos controlados entre árboles seleccionados empleando una mezcla de pólenes, que alcanza un 32,7 % de aumento del incremento luego del raleo; la selección familiar seguida de cruzamientos controlados entre árboles seleccionados empleando pólenes separados, que alcanza iguales resultados que la variante anterior; la selección masal seguida de cruzamientos controlados entre árboles seleccionados empleando una mezcla de pólenes, que alcanza un 32,1 % de aumento del incremento luego del raleo; la selección masal seguida de cruzamientos no controlados entre árboles seleccionados, que alcanza un 26,8 % de aumento del incremento luego del raleo. Basándose en la pequeña diferencia en los resultados o esperables y en la notable disminución de los gastos requeridos para obtenerlos, se propone como alternativa preferencial la última de las expuestas.

¹investigador auxiliar e ²investigador agregado
Instituto de Investigaciones Forestales
Calle 174 No. 1723 entre 17-B y 17-C, Siboney, Playa,
Ciudad de La Habana, Cuba

INTRODUCCION

La estimación de las heredabilidades en sentido amplio, estricto e individual fue estimada anteriormente empleando esta prueba de progenies, con la que se alcanzaron altos valores para el control genético del diámetro a 1,30 m sobre el nivel del suelo, la altura total y el volumen total con corteza. Partiendo de estas estimaciones, se calcularon las ganancias genéticas masal, familiar y combinada como base para la evaluación comparativa de diferentes alternativas a seguir en el programa de mejoramiento en desarrollo.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron los resultados esperables del programa de mejoramiento para la producción de madera empleando 11 de las alternativas tipificadas por Wright (1964) (ver Tabla 1), y luego se realizó una valoración comparativa de los resultados así obtenidos, y se discutieron sus ventajas e inconvenientes.

TABLA 1. Alternativas de mejora genética evaluadas (según Wright, 1964), 1. parte.

so.	Variante	Tipos de plantación
Selección masal		
1	I	Rodales semilleros
2	II	Arboles seleccionados y anemogamia
3	III	Cruzamiento entre árboles seleccionados (empleo de una mezcla de pólenes)
Selección familiar		
4	IV	Arboles seleccionados y anemogamia
5	IV-A	Arboles seleccionados y anemogamia
6	V	Cruzamiento entre árboles seleccionados (empleo de una mezcla de pólenes)
7	V-A	Cruzamiento entre árboles seleccionados (empleo de una mezcla de pólenes)
8	VI	Cruzamiento entre árboles seleccionados (pólenes separados)
9	VI-A	Cruzamiento entre árboles seleccionados (pólenes separados)
Huertos semilleros con pruebas de progenies		
10	VIII	Clones seleccionados
11	IX	Clones seleccionados

TABLA 1. Continuación.

Alternativas de mejora genética evaluadas (según Wright, 1964), 2. parte.

		Superioridad genética de las semillas:	
No.	Raleos a favor de:	Antes del raleo	Después del raleo
Selección masal			
1	Los mejores árboles	0	$1/4 K \times G$
2	Los mejores árboles	$1/2 K \times G$	$(1/2 K + 1) \times G$
3	Los mejores árboles	$K \times G$	$(K + 1) \times G$
Selección familiar			
4	Las mejores familias	$1/2 K \times G$	$(1/2 K \times G) + G(\text{hs})$
5	Los mejores árboles de las mejores familias	$1/2 K \times G$	$(1/2 K \times G) + G(c)$
6	Las mejores familias	$K \times G$	$(K \times G) + G(\text{hs})$
7	Los mejores árboles de las mejores familias	$K \times G$	$(K \times G) + G(c)$
8	Las mejores familias	$K \times G$	$(K \times G) + G(\text{fs})$
9	Los mejores árboles de las mejores familias	$K \times G$	$(K \times G) + G(c)$
Huertos semilleros con pruebas de progenies			
10	Clones con la mejor aptitud general de combinación	$K \times G$	$G(\text{hs})$
11	Dos Clones con la mejor aptitud específica de combinación	$K \times G$	$G(\text{fs})$

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la evaluación de las 11 alternativas de mejoramiento genético tomadas en consideración se presentan en la Tabla 2.

Los resultados de la variante I, antes del raleo, representan los niveles actuales de incremento y rendimiento en dreas naturales de la especie, por lo que constituyen los valores base para la comparación de los resultados en forma relativa.

Las variantes III, V, V-A, VI, VI-A, VIII y IX alcanzaron los máximos resultados posibles antes del raleo, y superaron el valor de las breas naturales en un 10,7 % de rendimiento al final del turno de rotación; sin embargo, sólo las variantes III, V-A y VI-A fueron capaces de alcanzar los máximos resultados esperables después del raleo, y superaron en algo más de un 32 % el valor actual de las dreas naturales, por lo que el análisis se debe restringir a estas, tres alternativas.

TABLA 2. Resultados de la evaluación de 11 alternativas de mejoramiento genético del incremento medio anual de volumen total c/c, 1. parte.

Variante (Wright, 1964)	Antes del raleo		
	Inc. med. anual (m ³ /año)	Rendimiento	
		m ³ /ha	%
I	0,016 8	201,6	0,0
II	0,017 7	212,4	5,4
III	0,018 6	223,2	10,7
IV	0,017 7	212,4	5,4
IV-A	0,017 7	212,4	5,4
V	0,018 6	223,2	10,7
V-A	0,018 6	223,2	10,7
VI	0,018 6	223,2	10,7
VI-A	0,018 6	223,2	10,7
VIII	0,018 6	223,2	10,7
IX	0,018 6	223,2	10,7

TABLA 2. Continuación.

Resultados de la evaluación de 11 alternativas de mejoramiento genético del incremento anual de volumen total c/c, 2. parte.

Variante (Wright, 1964)	Inc. med. anual (m ³ /año)	Después del raleo	
		Rendimiento	
		m ³ /ha	
I	0,017 3	207,0	2,7
II	0,021 3	255,6	26,8
III	0,022 2	266,4	32,1
IV	0,019 8	237,6	17,9
IV-A	0,021 4	256,8	27,4
V	0,020 7	248,4	23,2
V-A	0,022 3	267,6	32,7
VI	0,021 4	256,8	27,4
VI-A	0,022 3	267,6	32,7
IE	0,018 9	226,8	12,5
IX	0,019 6	235,2	16,7

La variante III, consistente en la selección masal de brinzales obtenidos por polinización dirigida implica la ejecución del esquema presentado en la Figura 1.

Según Wright (1964), no se conoce programa alguno de este tipo que esté en desarrollo en el mundo y, en relación con un programa siguiendo una selección masal de brinzales obtenidos por polinización abierta (variante II), la ganancia genética complementaria que se consigue no basta para compensar el costo de la polinización dirigida.

En el caso específico de *P. cubensis* la diferencia obtenida entre las variantes II y III en incremento medio anual es de sólo 0,009 m³/año, tanto antes del raleo como después de éste, equivalente a sólo 10,8 m³/ha al término del turno de corta, lo que confirma esta opinión e indica la conveniencia de emplear la variante II al compensar unos resultados algo inferiores, con gastos mucho menores en su obtención.

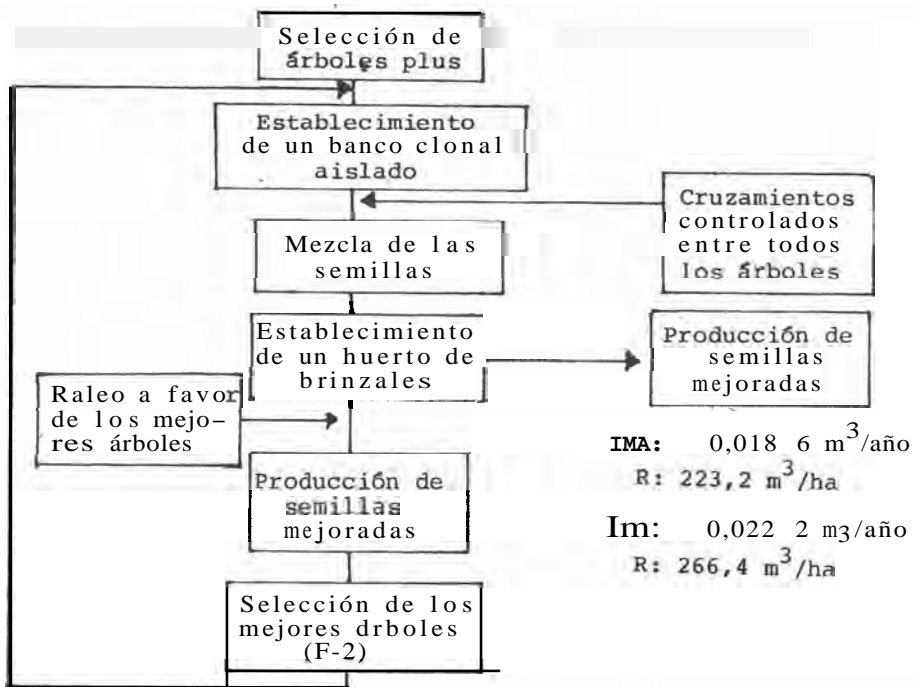


FIGURA 1. Esquema de mejoramiento mediante la selección masal de brinzales obtenidos por polinización dirigida.

La variante **II**, consistente en la selección masal de brinzales obtenidos por polinización libre sigue el esquema de mejora presentado en la Figura 2.

En las Figuras 3 y 4 se presentan los esquemas de mejoramiento correspondientes a las variantes V-A y VI-A, que igualaron en sus resultados a la variante **III**. Tanto una como otra implican la ejecución de cruzamientos controlados y en este sentido son aventajadas por la variante **II** debido a las mismas razones antes expuestas pero, además, hacen necesario el establecimiento de pruebas de progenies, en un caso de semifratrias (V-A) y en el otro de fratrias (VI-A), por lo que añaden un nuevo elemento que eleva sus gastos de ejecución, a la par que favorecen el empleo de la variante **II**.

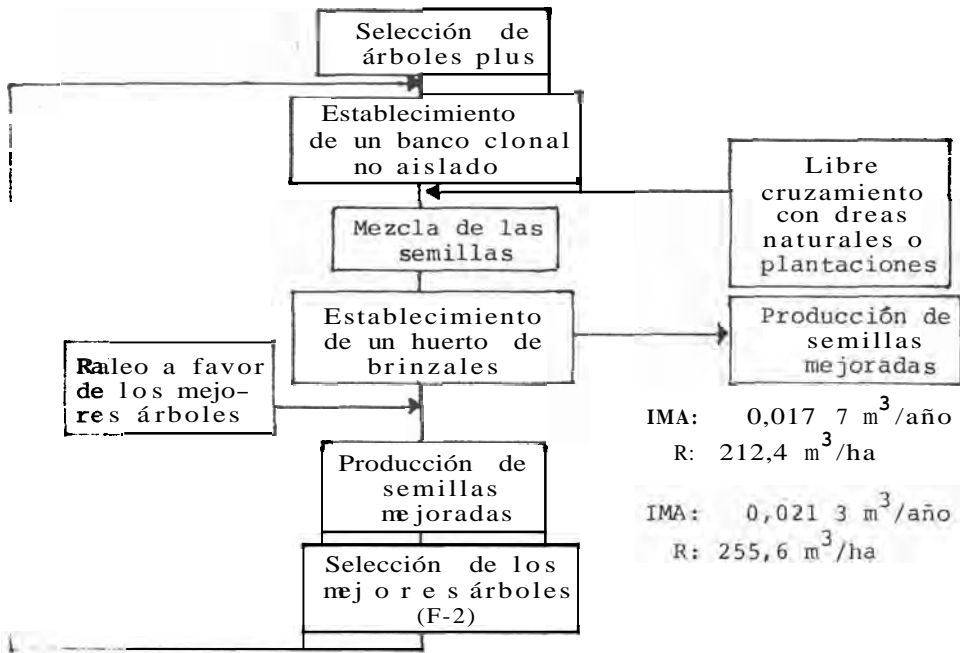


FIGURA 2. Esquema de mejoramiento mediante la selección masal de brinzales obtenidos por libre polinización.

Por otra parte, Wright (1964) señala que si el carácter bajo mejora es de heredabilidad elevada, la selección masal dará resultados casi tan rápidos como los métodos de mejora más complicados. Por lo tanto, una vez comprobada mediante el ensayo de descendencias la elevada heredabilidad del carácter deseado, toda la labor de mejora de una especie puede efectuarse mediante huertos de brinzales.

En lo referente al huerto semillero de *P. cubensis* existente en Pinares de Mayarí, donde están representados 98 de los genotipos existentes en la población seleccionada, las variantes VIII y IX responden al esquema de mejoramiento que ha sido desarrollado hasta el momento de una forma empírica, debido a la no existencia de información sobre las heredabilidades y ganancias genéticas inherentes al carácter bajo mejora en esta especie.

Ambas variantes están incluidas en el grupo que alcanza los máximos valores de ganancia antes del raleo en favor de las familias con mejores aptitudes combinatorias, ya sea general (VIII) o específica (IX) ; sin embargo, luego de la realización del raleo sus aumentos en ganancia quedan notablemente por debajo, siendo superadas por ocho de las nueve variantes restantes, por lo que es evidente que estas alternativas no deben seguir siendo consideradas en el futuro como posibles métodos de mejora a emplear en *P. cubensis*.

En consecuencia con lo antes expuesto, parece lo más aconsejable la aplicación de un programa de mejoramiento empleando el esquema de la variante II, pero adecuándolo de tal forma que el trabajo efectuado hasta el momento con *P. cubensis* sea aprovechado al máximo, tanto en lo referente al banco y huerto clonales existentes, como con las pruebas de progenies establecidas.

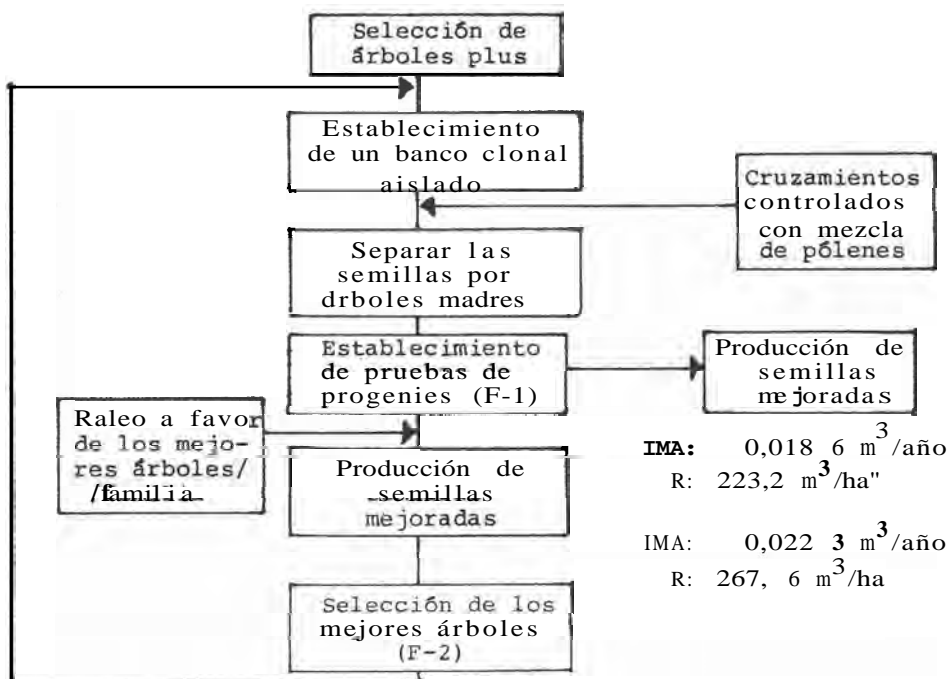


FIGURA 3. Esquema de mejoramiento mediante la selección de los mejores árboles en las semifratrias, utilizando la progenies obtenidas por polinización dirigida.

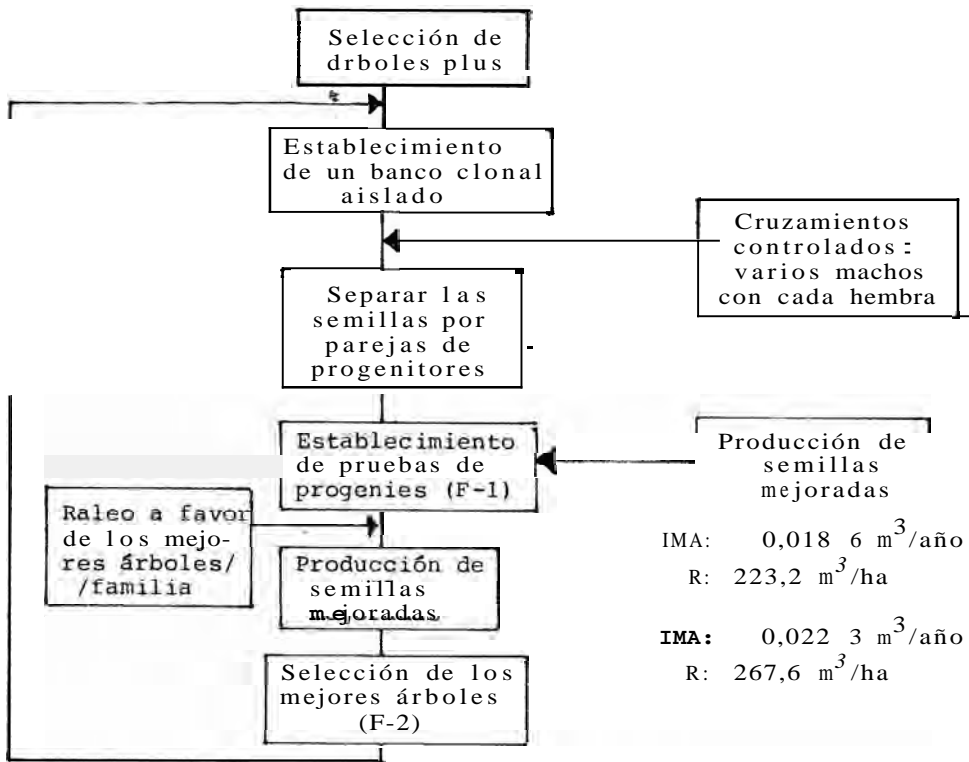


FIGURA 4. Esquema de mejoramiento mediante la selección de los mejores árboles en las fratrias, utilizando las progenies obtenidas por polinización dirigida

CONCLUSIONES

1. De los 13 métodos de selección planteados por Wright (1964), 11 de ellos fueron evaluados y se demostró que el incremento medio anual (IMA) máximo esperable es de 0,022 3 m³/año en la primera generación (F-1), equivalente a un rendimiento de 267,6 m³/ha, considerando un turno de rotación de 30 años con 400 árboles/ha para la tala final, lo que representa un aumento de 32,7 % sobre los rendimientos alcanzados actualmente en áreas naturales, siendo los métodos de mejores resultados: la selección masal de brinzales obtenidos por polinización dirigida; la selec-

ción de los mejores árboles' en semifratrias utilizando 'progenies obtenidas por polinización dirigida, y la selección de los mejores árboles en las fratrias utilizando progenies obtenidas por polinización dirigida, todos los cuales alcanzaron el valor máximo señalado.

2. La selección masal de brinzales obtenidos por polinización libre fue superada por los mejores métodos de selección sólo en $0,0009 \text{ m}^3/\text{año}$ de IMA, por lo que tomando en consideración su menor costo de ejecución dado que no requiere polinizaciones controladas, ni pruebas de progenies para su desarrollo, se considera que, comparativamente, resulta el más ventajoso de los métodos evaluados.
3. La selección de huertos semilleros clonales basada en los resultados de la aptitud combinatoria, general o específica, evaluada en pruebas de progenies desarrolladas paralelamente, no es un método de mejora recomendable en *P. cubensis* Griseb, ya que sus resultados esperables ocupan dos de los tres últimos lugares entre los métodos de selección evaluados, con IMA que oscila entre $0,0192$ y $0,0200 \text{ m}^3/\text{año}$.

ABSTRACT

GENETIC IMPROVEMENT OF *Pinus cubensis*. II. EVALUATION OF DIFFERENT ALTERNATIVES FOR WOOD PRODUCTION INCREASE

From heritability and genetic gains estimated for annual mean increment of overall volume with bark in a progeny trial of half-sibs 10 years old, 11 different alternatives for an improvement programme were evaluated. The results show that the most promising are: family selection followed by controlled crossings among selected trees using a pollen mixture, representing 32,7 % increase of the increment after thinning; family selection followed by controlled crossings among selected trees using separate pollens, representing the same results as above; mass selection followed by not controlled crossings between selected trees, standing for a 32,1 % increase of the increment after thinning; mass selection followed by not controlled crossings between selected trees, reaching 26,8 % increase of the increment after thinning. Considering the

small difference in expected results and the notable reduction of costs required to obtain them, it is proposed as preferential alternative the last given.

BIBLIOGRAFIA

DITLEVSEN, B. Genética cuantitativa: principios generales y su aplicación práctica en la mejora de árboles forestales.-- En: Mejora genética de árboles forestales.-- Roma: FAO-DANIDA, 1980.-- p. 177-188.

WRIGHT, J.W. Mejoramiento genético de los árboles forestales.-- Roma: FAO, 1964.-- 436 p.

Manuscrito recibido para su publicación 14 de junio de 1991.