

# DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y DE RENDIMIENTO EN PROCEDENCIAS DE *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis*, EN PLANTACIÓN COMERCIAL

Vicente Garay y Lino Valera<sup>1</sup>

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal, Grupo de Investigación Genética y Silvicultura, Mérida-Venezuela.

## RESUMEN

Se caracterizó la variación morfológica y de rendimiento de procedencias de *P. caribaea* var. *hondurensis*, en plantaciones establecidas en 1989 por CVG-PROFORCA, Venezuela. La información se obtuvo con un muestreo jerarquizado, considerándose los niveles: Programas, Procedencias, Suelos y sus interacciones. En cada rodal se utilizó un muestreo sistemático con arranque aleatorio y afijación proporcional en parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup>, considerando variables cuantitativas, morfológicas y anomalías. El procesamiento de información incluyó: análisis de la varianza y frecuencia de clases para el análisis individual y el índice de valor fenotípico (IVF) para el análisis de conjunto de las características. Los resultados obtenidos mostraron similitud en el comportamiento de las diferentes procedencias en sus caracteres cualitativos y cuantitativos; no obstante, en las variables de productividad, la fuente Cafma proveniente de áreas de producción de semillas mejoradas, mostró superioridad sobre las procedencias de áreas de distribución natural. La significancia estadística se incrementa en la medida que se incrementan las fuentes de variación, especialmente las referidas a las de factores de control local (rodales, parcelas, etc.). Los caracteres morfológicos manifestaron alta variación en todas las procedencias, con valores relativamente altos en la abundancia de fenotipos poco deseables. La superioridad en productividad de la fuente de semillas mejorada indica la necesidad de exigir semilla de mejor calidad.

**Palabras clave:** Mejora de árboles, *Pinus caribaea*, Plantación, Procedencias.

## ABSTRACT

It was carried out the characterization of morphological and yield variation of several provenances of *P. caribaea* var. *hondurensis*, established in CVG-PROFORCA's plantations in northeastern Venezuela. This study was based on the activity "Location of Sources in Plantations" that the company develops since 1989, for sources established that year in the Coloradito and Chaguaramas programs. A nested sampling was utilized, where the levels were: programs, provenances, soils, and their interactions. Within each stand, the information was taken from 500 sq m circular plots, systematically arranged, considering variables of yield (dbh, height and volume), morphology (branching habits and stem and crown characteristics, etc.) and frequency of anomalies (foxtail, witch broom). The processing of information included the analysis of variance and the frequency of classes test for individual characteristics, as well as the phenotypic value index (IVF) for a select group of characteristics. The results show a similarity in the behavior of the sources for qualitative and quantitative characters; nevertheless, in the variables of yield, the Cafma source, from an improved seed production area, showed some superiority over the remainder sources, from natural distribution areas. Morphological characters show great variation for all sources, with relatively large frequency values for undesirable phenotypes. All variables did not show specific trends associated to predominant soil classes. In addition to yield superiority of an improved seed source, the results show the need of demanding seed of better phenotypic quality as a decision factor in the selection of superior trees in the genetic improvement program. The results are also of great importance in the process of decision taking on the control of seed sources, plantation management and crop commercialization, as well as to have a better control on the process of phenotypic tree selection, for improvement purposes, from the mass (general planting) to the family (sources) levels.

**Key words:** *Caribbean pine*, Genetic Sources, Plantation, Provenances, Tree Improvement.

## INTRODUCCIÓN

El éxito de las plantaciones comerciales o industriales con especies exóticas-introducidas, se encuentra estrechamente relacionado con el conocimiento preciso de las calidades de las semillas, tanto la extrínseca (aspectos físicos) como la intrínseca (aspectos genéticos y de identificación de origen), así como de las condiciones ambientales de donde se realice la plantación.

El suministro de semillas tanto en cantidad como en calidad adecuadas es uno de los principales problemas que se presentan en el establecimiento de plantaciones, especialmente por la incertidumbre de la calidad fenotípica de las fuentes geográficas. Diversos estudios han demostrado que las procedencias constituyen fuentes de variación de gran importancia en el proceso de toma de decisiones y que tales variaciones pueden expresarse tanto en caracteres reproductivos, morfológicos y de productividad (Callahan, 1964; Burley and Turnbull, 1970; Das and Stephan, 1982; Giménez, 1982; Barnes, Gibson and Bardey, 1983; Gibson, Barnes and Berrington, 1983a y 1983b, y Cornelius and Ponce, 1990).

En razón de lo anterior, la empresa CVG-PROFORCA desde 1989 incluyó dentro de sus trabajos operativos y de investigación, la actividad "Ubicación de Procedencias en Plantación", mediante la cual se realiza una ubicación cartográfica precisa de las diferentes procedencias comerciales que se establecen en la plantación (Navas y Hernández, 1989, 1990, 1991).

Esa información fue utilizada, conjuntamente con la obtenida de los estudios de suelo e inventarios de sobrevivencia, en la realización de mapas cartográficos utilizando el Sistema de Información Geográfico (SIG, ARC/INFO®), así como para el análisis de las relaciones existentes entre la sobrevivencia inicial por procedencia, los Programas Coloradito y Chaguaramas, los tipos de suelo y los años de plantación 1989, 1990 y 1991 (Quiaragua, 1994; Valera, Quiaragua y Para, 1995). La información obtenida, si bien permite afianzar la toma de decisiones referente a las fuentes de semillas a adquirir, no es concluyente, motivado a que la sobrevivencia al año de establecida la plantación no puede considerarse como una variable determinante en este proceso.

Las plantaciones establecidas en 1989, han sobrepasado la mitad del turno de aprovechamiento

y han podido expresar en gran medida su potencial genético con relación a los ambientes donde se encuentran, de allí que su selección para la caracterización morfológica y de rendimiento por procedencia relacionada a las clases de suelo y programas operativos permitirán obtener información con un alto grado de precisión sobre su comportamiento y conjuntamente con la obtenida de los ensayos (Moret y Valera, 1987; Moret, 1988; Navas, Hernández y Valera, 1991; CIFO, 1990, 1991, 1992; Quiaragua, 1994), generar información concluyente para el manejo silvicultural, genético y la comercialización de las plantaciones.

En este estudio se realizó la evaluación de diferentes fuentes o procedencias geográficas de las semillas de pino caribe en plantaciones de siete años de establecidas, a fin de determinar la variación tanto en características de productividad como de morfología, así como la interacción con los tipos de suelos y programas operativos, lo cual permitirá consolidar las bases del programa de mejora genética que desarrolla la empresa, logrando de esta manera disminuir la variación de las plantaciones que se establezcan, al conocer con mayor precisión el desarrollo y rendimiento de las fuentes geográficas de las semillas que se utilicen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los programas de plantación de CVG-PROFORCA, localizados en las sabanas del oriente de Venezuela, geográficamente, se ubican entre los 08° 20' de latitud norte y 63° 35' de longitud oeste (Duque, 1988). Las características climáticas indican promedios anuales de precipitación entre los 950 mm y 1100 mm, temperatura de 25,7 °C, humedad relativa de 83% y evaporación entre 1300 y 2100 mm. Los vientos dominantes con velocidades promedios de 7 a 9 km/hora provienen del noreste (NE) y nornoreste (NNE). Correspondiendo a la zona de vida bosque seco tropical. Los suelos predominantes son de origen aluvial, de texturas arenosas a areno-francosas, con alto grado de meteorización, drenaje interno excesivo, poca retención de humedad, lo que se traduce en baja fertilidad, el pH, por lo general ácido (entre 4 y 5), y un bajo contenido de materia orgánica. La topografía es de condición general plana, con pendientes que van desde 1% a 5%, con variaciones altitudinales,

entre los 40 msnm en Chaguaramas y 100 msnm en Coloradito.

Considerando que la empresa comenzó a controlar la ubicación de las procedencias en el área de plantación a partir del año 1989, se tomó este año como criterio para la selección de los rodales para la realización de la evaluación.

### Diseño de Muestreo

La selección de los rodales de evaluación se hizo con base en la actividad operativa que la empresa denomina "Ubicación de Procedencias", la cual tuvo su inicio en la plantación del año 1989.

El diseño de muestreo aplicado fue del tipo sistemático-jerarquizado con arranque aleatorio, con una intensidad de 0,37%, evaluándose 213 parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup>, para lo cual se consideraron los siguientes factores o niveles de jerarquización:

- Programas (Chaguaramas y Coloradito)
- Procedencias: Chaguaramas: Cafma (Brasil), Lepaguare y Santa Bárbara (Honduras) y Poptun Peten (Guatemala) y en Coloradito Cafma y Poptun-Peten
- Tipos o Clases de Suelos: I, II y III.

### Metodología de Campo

Una vez replanteado en el terreno el diseño del muestreo se procedió, en cada una de las parcelas, a tomar la información sobre las siguientes variables:

**Cuantitativas:** Diámetro a la altura de pecho (dap), Altura total (h)

**Cualitativas:** Características de fuste y copa, hábitos reproductivos y aspectos fitosanitarios.

Las características del fuste incluye: Rectitud del fuste (1. Recto; 2. Ligeramente torcido; 3. Muy torcido y 4. Bifurcado); Bifurcación (1. Ausente; 2. Tercio superior; 2. Tercio medio y 3. Tercio inferior); Inclinación (1. Sin inclinación; 2. Ligeramente inclinado y 3. Muy inclinado); Torcedura basal (1. Presente y 2. Ausente).

Las características de la copa incluye: Forma (1. Regular céntrica; 2. Regular excéntrica y 3. Irregular); Ramificación: (1. Vivas Tercio superior; 2. Vivas y Muertas debajo tercio superior y 3. Vivas debajo tercio superior); Angulo de inserción (1. Mayor de 60° grados y 2. Menor de 60°).

Los aspectos reproductivos incluyen: 1. Frutos bien desarrollados; 2. Frutos poco desarrollados y 3.

Sólo flores. Las condiciones fitosanitarias: 1. Sano y 2. Atacados (indicando cuando posible el agente causal).

### Procesamiento de la Información

Variables de análisis: Estas incluyeron la creación de nuevas variables con los datos originales o de campo; en este sentido, se tienen:

Volumen: según las ecuaciones desarrolladas para la especie en la zona por Albarrán y Zerpa (1992), obteniéndose volúmenes sobre y bajo corteza en metros cúbicos.

IMA, Incrementos volumétricos medios anuales (m<sup>3</sup>/ha/año);

Sobrevivencia: transformada para el análisis de la varianza según la siguiente relación: Sobrevivencia transformada = Arcoseno  $\sqrt{\text{Sobrevivencia}/100}$ .

Anomalías: en porcentaje, o clases de frecuencia  
Características cualitativas: en porcentaje, o clases de frecuencia

La información de campo fue ordenada en una base de datos, y procesada estadísticamente con el paquete SAS para variables individuales y con el Índice de Valor Fenotípico (IVF) para el análisis de conjunto de las variables consideradas.

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos para las variables cuantitativas, considerando los dos programas en conjunto. Las variables consideradas incluyen las de campo o primarias (diámetro a la altura de pecho, altura total y sobrevivencia) y las derivadas o de análisis (volumen e incremento medio anual); en estas últimas, por ser las más importantes en las actividades de manejo, explotación y comercialización, se hará énfasis para el análisis de los resultados.

Al considerar los programas en conjunto, se observa que los valores para el diámetro muestran una ligera diferencia entre las procedencias evaluadas, siendo Cafma la de mayor valor promedio con 15,98 cm, mientras que Lepaguare ocupa el último lugar con 14,45 cm, lo que indica para ambas una diferencia promedio de 1,52 cm, las otras procedencias presentan valores de 15,59 cm y 14,80 cm para Poptun Peten y Santa Bárbara,

**Cuadro 1.** Características cuantitativas de Procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a los siete años de edad, establecidas en los Programas Chaguaramas y Coloradito de la empresa CVG-PROFORCA en el oriente de Venezuela.

Variables <sup>1/</sup>	Cafma		Poptun Peten		Lepaguare		Santa Bárbara	
	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%	$\bar{X}$	CV%
DAP	15,980	15,87	15,590	14,94	14,450	12,09	14,800	14,43
ALTURA	9,680	13,30	8,950	13,31	9,240	12,14	8,880	14,19
VOLCC / ha	101,687	36,65	81,605	35,28	79,955	26,95	77,525	36,86
VOLSC / ha	69,439	40,41	54,980	39,02	53,027	30,44	51,660	41,24
IMACC	14,527	36,65	11,658	35,29	11,422	26,95	11,075	36,86
IMASC	9,920	40,41	7,854	39,02	7,575	30,44	7,380	41,24
SOBREV (%)	73,980	10,57	66,540	15,54	73,270	12,59	68,700	11,11

- 1/ DAP: Diámetro a la altura de pecho (cm)  
 ALTURA: Altura total (m)  
 VOLCC: Volumen con corteza (m<sup>3</sup>);  
 VOLSC: Volumen sin corteza (m<sup>3</sup>);  
 IMACC: Incremento Volumétrico medio anual con corteza (m<sup>3</sup>/ha/año);  
 IMASC: Incremento Volumétrico medio anual sin corteza (m<sup>3</sup>/ha/año)  
 SOBREV.: Sobrevivencia (%)

respectivamente. En el caso de la altura, Cafma mantiene el mayor valor con 9,68 m, seguido por Lepaguare, Poptun Peten y Santa Bárbara con 9,24 m, 8,95 m y 8,88 m, respectivamente.

Las variables derivadas presentaron una tendencia definida por el comportamiento de las primarias; en ese sentido, Cafma mantiene el primer lugar en todas las variables analizadas; las demás procedencias presentaron valores similares. Los valores de volumen con y sin corteza por hectárea, presentan una variación amplia, la cual puede ser de importancia en las decisiones sobre las procedencias a plantar. En efecto, entre Cafma y Santa Bárbara, se observa una diferencia de 24,1623 m<sup>3</sup>/ha para el volumen con corteza (VOLCC) y de 17,7792 m<sup>3</sup>/ha para el volumen sin corteza (VOLSC). En un programa de 10.000 ha/año significaría más de 240.000 m<sup>3</sup> y 170.000 m<sup>3</sup> de madera, para volúmenes con y sin corteza, respectivamente. La sobrevivencia se encuentra dentro de los rangos esperados para este tipo y edad de plantación, siendo ligeramente superior en aquellas fuentes de semilla provenientes de áreas de producción mejoradas, como Cafma y Lepaguare, en contra de la obtenida de rodales naturales, como Poptun Peten y Santa Bárbara.

Al analizar el comportamiento de las variables por procedencias, discriminadas por programa y tipos de suelo (Cuadro 2), se nota que en Chaguaramas, donde se plantaron las cuatro procedencias, la diferencia

entre ellas tiende a reducirse, mientras que en Coloradito, con sólo dos procedencias establecidas, la diferencia se incrementa.

En Chaguaramas, las diferencias en volumen por hectárea con y sin corteza en las procedencias con valores extremos (Cafma-suelo 1 y Santa Bárbara-suelo 3), son del orden de 32,194 m<sup>3</sup> y 23,541 m<sup>3</sup>, respectivamente. En Coloradito, donde se plantaron sólo dos procedencias, se acentúan las diferencias tanto en las variables cuantitativas como en la sobrevivencia, encontrándose una diferencia a favor de Cafma de 41,95 m<sup>3</sup>/ha y 30,49 m<sup>3</sup>/ha en volumen con y sin corteza, respectivamente, y de 11,37% en sobrevivencia. Como se ejemplificó anteriormente, con una cuota anual de 10.000 ha, esto significaría 419.500 m<sup>3</sup> y 304.900 m<sup>3</sup> de madera con y sin corteza a una edad de siete años, que se obtendría al plantar sólo Cafma en contra de Poptun Peten.

Al analizar el comportamiento por tipo de suelo, se encontró una tendencia hacia la disminución de los valores de productividad y sobrevivencia en los suelos clase 3. Sin embargo, las procedencias establecidas en las clases de suelos 1 y 2, presentaron un comportamiento en su rendimiento contrario a lo esperado, es decir, que en los suelos clase 1 se obtuviese la mayor productividad.

En cuanto a la sobrevivencia, la tendencia es similar a lo anteriormente mencionado, teniendo para todas las procedencias, su máximo valor en el suelo

**Cuadro 2.** Características cuantitativas de Procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a los siete años de edad por tipos de Suelos y total, establecidas en los Programas Chaguaramas y Coloradito de CVG-PROFORCA en el Oriente de Venezuela.

COLORADITO														
Variables <sup>1/</sup>	CAFMA						POPTUNPETEN							
	Suelo 1		Suelo 3		Total		Suelo 1		Suelo 2		Suelo 3		Total	
	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%
DAP	17,150	15,87	16,630	16,44	16,890	16,14	15,670	14,78	15,560	13,51	15,270	14,74	15,500	14,35
ALTURA	9,570	14,84	10,110	13,74	9,840	14,46	9,060	13,24	9,140	12,25	8,380	12,94	8,850	13,35
VOLCC / ha	122,838	37,89	117,234	39,68	120,04	38,63	77,441	36,71	88,578	29,12	68,173	34,23	78,088	34,76
VOLSC / ha	84,937	41,44	80,985	43,34	82,961	42,21	52,345	40,33	59,713	32,61	45,347	38,08	52,473	38,38
IMACC	17,548	37,89	16,748	39,68	17,148	38,63	11,063	36,71	12,654	29,12	9,739	34,23	11,155	34,76
IMASC	12,134	41,44	11,569	43,34	11,852	42,21	7,478	40,33	8,531	32,61	6,478	38,08	7,496	38,38
SOBREVIV.	79,230	8,45	76,360	11,28	77,790	10,04	61,500	16,04	71,880	9,29	61,200	17,44	64,990	16,11
CHAGUARAMAS														
Variables <sup>1/</sup>	CAFMA						POPTUNPETEN							
	Suelo 1		Suelo 3		Total		Suelo 1		Suelo 2		Suelo 3		Total	
	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%
DAP	15,790	14,76	15,550	15,85	15,670	15,30	15,140	15,03	16,130	14,68	15,900	16,04	15,690	15,52
ALTURA	9,550	12,47	9,690	13,21	9,620	12,85	8,910	13,15	9,230	12,82	9,050	13,39	9,050	13,19
VOLCC / ha	97,332	30,91	93,809	35,01	95,571	32,95	79,478	32,16	90,538	35,78	86,946	36,13	85,263	35,20
VOLSC / ha	66,151	34,14	63,713	39,02	64,932	36,56	53,151	36,17	61,592	39,04	58,909	40,05	57,587	39,03
IMACC	13,905	30,91	13,401	35,01	13,653	32,95	11,354	32,16	12,934	35,78	12,421	36,13	12,181	35,20
IMASC	9,450	34,14	9,102	39,02	9,276	36,56	7,593	36,17	8,799	39,04	8,416	40,05	8,227	39,03
SOBREVIV.	73,830	10,49	71,580	9,63	72,710	10,19	68,600	11,78	68,120	19,15	67,720	13,14	68,150	14,62
LEPAGUARE														
Variables <sup>1/</sup>	CAFMA						SANTABARBARA							
	Suelo 2		Suelo 3		Total		Suelo 1		Suelo 2		Suelo 3		Total	
	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%
DAP	14,880	11,55	13,910	11,80	14,450	12,09	15,160	15,23	14,980	13,47	14,260	13,92	14,800	14,43
ALTURA	9,380	11,89	9,070	12,28	9,240	12,14	9,020	14,44	9,260	13,22	8,360	12,93	8,880	14,19
VOLCC / ha	80,903	25,11	78,770	29,33	79,955	26,95	81,921	40,36	85,515	29,99	65,138	33,62	77,525	36,86
VOLBC / ha	54,117	28,31	51,666	33,17	53,027	30,44	55,055	44,94	57,314	33,75	42,610	37,82	51,660	41,24
IMACC	11,558	25,11	11,253	29,33	11,422	26,95	11,703	40,36	12,217	29,99	9,305	33,62	11,075	36,86
IMASC	7,731	28,31	7,381	33,17	7,575	30,44	7,865	44,94	8,188	33,75	6,087	37,82	7,380	41,24
SOBREVIV.	69,710	10,05	77,720	12,57	73,270	12,59	68,120	8,46	72,610	5,99	65,360	15,08	68,700	11,11

1/ DAP (cm); ALTURA (m); VOLCC (m<sup>3</sup>); VOLSC (m<sup>3</sup>); VOLCC HA (m<sup>3</sup>); VOLSC HA (m<sup>3</sup>); IMACC (m<sup>3</sup>/ ha / año); IMASC (m<sup>3</sup>/ ha / año); SOBREV (%)

tipo 1 y el peor valor en el tipo 3, con excepción de Lepaguare en el tipo 3, con uno de los mayores valores de sobrevivencia encontrados.

El análisis de varianza se realizó para el total de procedencias, para cada programa de plantación y para las procedencias comunes a ambos programas. Los resultados obtenidos aparecen en el Cuadro 3.

Al considerar la información para el total de datos, se encontró en todas las variables diferencias no significativas para los programas y para los suelos, con excepción de la altura, en suelos, que resultó ligeramente significativa. Para la fuente de variación procedencias, las diferencias fueron no significativas para altura y sobrevivencia, significativas para

**Cuadro 3.** Análisis de la varianza (Resumen) para las características cuantitativas y sobrevivencia de Procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a los siete años de edad, establecidas en los Programas Chaguaramas y Coloradito de la empresa CVG-PROFORCA en el Oriente de Venezuela.

FUENTES DE VARIACIÓN <sup>1/</sup>	DAP	ALT	IMACC	IMABC	VOLCC	VOLSC	SOBREV
PROFORCA (CHAGUARAMAS Y COLORADITO)							
Prog	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Proc (Prog)	-	ns	—	—	-	-	ns
Suel (Prog (Proc))	ns	-	ns	Ns	ns	ns	ns
Rod (Prog (Proc (Sue)))	—	ns	—	—	—	—	—
Parc (Prog (Proc (Sue (Rod))))	-	—	—	—	—	—	—
CHAGUARAMAS							
Proc	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Suelo (Proc)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Rod (Proc (Suel))	—	-	—	—	—	—	—
Parc (Proc (Sue (Rod)))	-	—	—	—	—	—	—
COLORADITO							
Proc	-	ns	-	-	-	-	ns
Suel (Proc)	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns
Rod (Proc (Suel))	—	ns	—	—	-	-	—
Parc (Proc (Sue (Rod)))	ns	—	-	ns	ns	ns	—
CHAGUARAMAS Y COLORADITO: CAFMA Y POPTUN PETEN							
Prog	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Proc	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Prog x Proc	-	ns	-	-	-	-	ns
Suel (Prog (Proc))	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
Rod (Prog (Proc (Sue)))	—	ns	—	—	—	—	—
Parc (Prog (Proc (Sue (Rod))))	-	—	—	—	—	—	—

1/ Prog: Programas  
 Proc: Procedencias  
 Rod: Rodales  
 Suel: Suelos  
 Parc: Parcelas

ns : Estadísticamente no significativo a un nivel de probabilidad del 5%

- : Estadísticamente significativo a un nivel de probabilidad del 5%

— : Estadísticamente significativo a un nivel de probabilidad del 1%

diámetro, volumen con y sin corteza y altamente significativas para los incrementos medios anuales con y sin corteza (Cuadro 3).

El análisis por programa de plantación indica que mientras en Chaguaramas, la tendencia es similar a la observada para el total de datos, en Coloradito las diferencias entre procedencias son estadísticamente significativas para todas las variables, excluyendo la altura, que resultó no significativa. Para la fuente de variación parcelas en Procedencias/Suelos/Rodales, se encontró que solo la altura y el IMACC, resultaron altamente y ligeramente significativos, respectivamente, lo que indica que para este

programa de plantación hay mayor homogeneidad en el comportamiento de las variables a niveles de variación mas localizados.

De los principales factores de variación dentro de cada programa (Procedencias, Suelos), las diferencias significativas en el primero podrían ser efecto de las características intrínsecas de cada procedencia, como consecuencia de la variación genética esperada a este nivel.

En el caso del suelo, los resultados obtenidos orientan hacia un sistema de clasificación poco eficiente. Por razones prácticas, la unidad de manejo (rodal) se adscribe como un todo a la clase de suelos

predominante en el mismo, enmascarándose las diferencias edáficas internas, lo que pudiese haber tenido como consecuencia que por razones de azar, algunas parcelas levantadas en un rodal bajo una clasificación de suelos determinada, estuviesen realmente en otro tipo.

El análisis de la varianza para las procedencias comunes en ambos programas (Cuadro 3), no detecta diferencias estadísticamente significativas para los principales factores de clasificación (Programas y Procedencias). Las interacciones para las diferentes fuentes de variación siguen el patrón definido por el programa de mayor variación, en el caso de la interacción procedencias/ programas, por las variaciones encontradas en Coloradito, mientras que el resto de las fuentes de variación las variables siguen la tendencia definida por el programa de mayor variación en cada caso.

Los resultados obtenidos en las características cualitativas se presentan en el Cuadro 4. En relación con la calidad de fuste, discriminada por programas de plantación, Chaguaramas presenta un 76,86% de los árboles con fustes rectos o con ligera torcedura y 19,87% de árboles bifurcados, principalmente en los tercios medio y superior; la inclinación del fuste es ausente o ligera, con 61,66% y 37,87%, respectivamente.

En el caso de Coloradito, se presenta un ligero incremento en el porcentaje de árboles rectos y bifurcados con 50,20% y 28,52%, respectivamente, con una disminución en los ligeramente torcidos (18,55%) y muy torcidos (2,73%); la bifurcación es ligeramente mayor en el tercio superior con 21,88%, disminuyendo su presencia en el tercio medio (6,64%). Al igual que en Chaguaramas, prácticamente no presentaron árboles con inclinación, sólo un 0,59% presentaron fustes muy inclinados.

La discriminación por procedencias no revela amplias diferencias en cuanto a la calidad de fuste en tres de las cuatro procedencias, en efecto, tres presentan calidad de fuste recto o ligeramente torcido superior al 75% y solo Poptun Peten obtuvo un valor inferior. En bifurcación, esta última alcanzó el más alto valor con 26,10% de árboles bifurcados. Al diferenciar la bifurcación de acuerdo a su ocurrencia a lo largo del árbol, se encontró que Poptun Peten alcanzó los mayores valores de árboles bifurcados en el tercio inferior con 11,15%, mientras en el resto de las procedencias su ocurrencia fue mayor en la parte media y/o superior. En cuanto a inclinación del fuste,

llama la atención particularmente el caso de la procedencia Santa Bárbara con porcentajes altos de árboles ligeramente inclinados, independientemente del tipo de suelo, caso contrario ocurre con Poptun Peten que llega a alcanzar valores de 94,64% de árboles sin inclinación en el Programa Chaguaramas, en suelos tipo 2. Los porcentajes de árboles muy inclinados son mínimos y carecen de importancia para el manejo de la plantación.

Las copas tienden a ser de regulares céntricas a regulares excéntricas, y solo en casos aislados como Poptun Peten creciendo en suelos tipo 2 y 3, y Santa Bárbara en suelos tipo 3, las formas irregulares de las copas incrementan su porcentaje de aparición. La mayoría de los árboles en las diferentes procedencias, presentan ramas vivas y muertas por debajo del tercio medio, siendo Poptun Peten el que presenta mayor notoriedad con valores que en algunos casos alcanzan el 100%; esto en parte puede deberse a que aún existe suficiente entrada de luz a los estratos inferiores de la composición del bosque, disminuyendo los efectos de autopoda.

El ángulo de inserción de las ramas tiende a ser abierto, aun cuando Poptun Peten tiene una mayor cantidad de árboles con ángulo cerrado, principalmente en suelos tipo 3 del programa Chaguaramas. La mayoría de los árboles en la plantación presentaron un estado fitosanitario sano, con excepción de casos localizados y estrechamente relacionados con la presencia de bachaqueros en la zona.

Con relación a las tendencias de comportamiento de las diferentes procedencias en los diferentes tipos de suelo, no existe un patrón definido que permita establecer tendencias a nivel de las características cualitativas, con estas fuentes de variación, el comportamiento irregular sugiere deficiencias en la clasificación de suelos que permitan explicar las tendencias esperadas.

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los resultados obtenidos para el Índice de Valor Fenotípico (IVF), en el cual se conjugan todas las características, tanto las cuantitativas como las cualitativas, discriminadas a diferentes niveles (individuales, Procedencias-Programas y Procedencias-Programas-Suelos).

En el primer caso Cafma resultó la mejor procedencia, para lo cual el mayor valor promedio de incremento medio anual en volumen, muy superior al resto de procedencias, favoreció su ubicación,

**Cuadro 4.** Categorías de frecuencia de las características cualitativas de procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a los siete años de edad, establecidas en los Programas Chaguaramas y Coloradito de la empresa CVG-PROFORCA en el Oriente de Venezuela.

Clase Suelo	Procedencias	Rectitud de Fuste				Bifurcación				Inclinación			Torc. Basal	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2
CHAGUARAMAS														
1	Poptun	48,61	25,69	2,78	22,92	77,08	13,89	9,03	0,00	84,72	14,58	0,69	74,31	25,69
	S.Bárb	50,00	25,00	0,00	25,00	75,00	11,25	13,75	0,00	51,25	47,50	1,25	32,50	67,50
2	Cafma	31,25	40,97	4,86	22,92	77,08	11,11	11,81	0,00	63,19	36,81	0,00	37,50	62,50
	Lepag	48,75	27,50	5,00	18,75	81,25	10,00	8,75	0,00	45,00	55,00	0,00	40,00	60,00
	Poptun	40,18	27,68	5,36	26,79	73,21	18,75	8,04	0,00	94,64	5,36	0,00	85,71	14,29
	S.Bárb	55,00	28,75	2,50	13,75	86,25	11,25	2,50	0,00	36,25	62,50	1,25	25,00	75,00
3	Cafma	63,19	21,53	0,69	14,58	85,42	7,64	6,94	0,00	54,86	45,14	0,00	26,39	73,61
	Lepag	56,25	26,56	0,00	17,19	82,81	12,50	4,69	0,00	53,13	46,88	0,00	29,69	70,31
	Poptun	33,33	43,06	4,86	18,75	81,25	12,50	6,25	0,00	63,89	36,11	0,00	52,08	47,92
	S.Bárb	41,25	38,75	5,00	15,00	85,00	8,75	5,00	1,25	38,75	58,75	2,50	17,50	82,50
Todas		45,80	31,06	3,26	19,87	80,13	11,85	7,93	0,09	61,66	37,87	0,47	44,87	55,13
COLORADITO														
1	Cafma	58,33	10,42	4,17	27,08	72,92	18,75	8,33	0,00	62,50	37,50	0,00	27,08	72,92
	Poptun	54,69	17,19	4,69	23,44	76,56	18,75	4,69	0,00	56,25	42,19	1,56	33,59	66,41
2	Poptun	38,89	22,92	2,08	36,11	63,89	27,08	9,03	0,00	72,22	27,78	0,00	44,44	55,56
3	Cafma	54,17	22,92	2,08	20,83	79,17	12,50	8,33	0,00	79,17	20,83	0,00	44,44	55,56
	Poptun	53,47	16,67	1,39	28,47	71,53	23,61	4,86	0,00	63,89	35,42	0,69	50,00	50,00
Todas		50,20	18,55	2,73	28,52	71,48	21,88	6,64	0,00	65,63	33,79	0,59	36,91	63,09
		Forma de la Copa			Ramificación			Áng. Ramas		Fenología			Fitosanidad	
		1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2
CHAGUARAMAS														
1	Poptun	46,53	38,19	15,28	25,00	0,00	75,00	67,36	32,64	65,28	20,83	13,89	97,92	2,08
	S.Bárb	40,00	43,75	16,25	1,25	26,25	72,5	85,00	15,00	33,75	21,25	45,00	93,75	6,25
2	Cafma	42,36	45,14	12,50	0,69	18,06	81,25	79,86	20,14	25,00	26,39	48,61	95,83	4,17
	Lepag	51,25	40,00	8,75	0,00	7,50	92,50	76,25	23,75	37,50	18,75	43,75	97,50	2,50
	Poptun	64,29	9,82	25,89	0,00	0,00	100,0	76,79	23,21	67,86	16,96	15,18	93,75	6,25
	S.Bárb	45,00	43,75	11,25	0,00	41,25	58,75	92,50	7,50	41,25	12,50	46,25	100,0	0,00
3	Cafma	38,09	48,61	12,50	0,69	11,11	88,19	70,14	29,86	36,81	23,61	39,58	92,36	7,64
	Lepag	45,31	43,75	10,94	0,00	1,56	98,44	75,00	25,00	34,38	25,00	40,63	100,0	0,00
	Poptun	34,03	36,11	29,86	0,00	0,00	100,0	53,47	46,53	56,94	25,69	17,36	91,67	8,33
	S.Bárb	32,50	37,50	30,00	1,25	21,25	77,50	68,75	31,25	38,75	22,50	38,75	98,75	1,25
Todas		43,75	38,53	17,72	3,73	11,19	85,07	72,95	27,05	45,15	21,83	33,02	95,62	4,38
COLORADITO														
1	Cafma	65,58	27,08	8,33	0,00	25,0	75,00	97,92	2,08	35,42	33,33	31,25	95,83	4,17
	Poptun	49,22	43,75	7,030	1,56	10,16	88,28	89,06	10,94	30,47	27,34	42,19	92,19	7,81
2	Poptun	36,11	46,53	17,36	2,08	15,28	82,64	87,50	12,50	26,39	36,81	36,81	86,11	13,89
3	Cafma	62,50	29,17	8,33	10,42	50,00	39,58	91,67	8,33	41,67	29,17	29,17	95,83	4,17
	Poptun	43,06	42,36	14,58	1,39	4,17	94,44	69,44	30,56	40,97	23,61	35,42	95,83	4,17
Todos		46,48	41,21	12,30	2,34	15,04	82,62	84,18	15,82	33,79	29,69	36,72	92,19	7,81

**Cuadro 5.** Índice de Valor Fenotípico (IVF) para las características de mayor importancia en las Procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a los siete años de edad, establecidas en los Programas Chaguaramas y Coloradito de la Empresa CVG-PROFORCA en el Oriente de Venezuela.

Procedencias Programas Suelos	IMAC (m <sup>3</sup> /ha/año)		Rectitud Fuste (%)		Bifurcación (%)		Fitosanidad (%)		Árb. Norm. (%)		I.V.F.		R
	VM	P%	VM	P%	VM	P%	VM	P%	VM	P%	VMP%	PD%	
Cafma	14,5	100	49,5	95,0	80,0	97,4	94,5	95,9	80,7	97,5	97,2	100,0	1
Lepaguare	11,4	78,8	52,1	100	81,9	99,8	98,6	100	82,8	100	95,7	98,6	2
Sta. Bárbara	11,1	76,4	48,8	93,6	82,1	100	97,5	98,9	74,7	90,2	91,8	94,6	3
Poptun-Peten	11,7	80,4	44,9	86,1	73,9	90,0	92,9	94,2	74,3	89,7	88,1	90,7	4
Col - Caf	17,2	100	56,3	100	76,0	92,6	95,8	97,2	76,6	92,5	96,5	100,0	1
Cha - Lep	11,4	66,4	52,1	92,5	81,9	99,8	98,6	100	82,8	100	91,7	95,4	2
Cha - Caf	13,7	79,4	47,2	83,9	81,3	99,0	94,1	95,4	82,1	99,1	91,4	95,0	3
Cha - SBá	11,1	64,4	48,8	86,6	82,1	100	97,5	98,9	74,7	90,2	88,0	91,5	4
Cha - Pop	12,2	70,8	40,8	72,4	77,5	94,4	94,5	95,8	79,5	96,0	85,9	89,3	5
Col - Pop	11,2	64,9	48,8	86,7	70,4	85,8	91,4	92,6	69,3	83,7	82,7	86,0	6
Col - S3 - Caf	16,8	95,2	54,2	85,7	79,2	91,7	95,8	95,8	80,2	93,0	92,3	100,0	1
Col - S1 - Caf	17,6	100	58,3	92,3	72,9	84,5	95,8	95,8	73,0	84,6	92,3	99,7	2
Cha-S3-Caf	13,4	76,1	63,2	100	85,5	99,0	92,4	95,8	78,0	90,5	91,4	98,8	3
Cha-S2-SBá	12,2	69,4	55,0	87,0	86,3	100	100	100	76,8	89,1	89,7	96,9	4
Cha-S2-Lep	11,6	65,7	48,8	77,1	81,3	94,1	97,5	95,8	80,3	93,2	89,1	96,2	5
Cha-S3-Lep	11,3	63,9	56,3	89,0	82,8	96,0	100	100	85,9	99,7	85,2	92,0	6
Cha-S1-Pop	11,4	64,5	48,6	76,9	77,1	89,3	97,9	95,8	77,4	89,8	83,3	89,9	7
Col-S1-Pop	11,1	62,8	54,7	86,5	76,6	88,7	92,2	95,8	70,9	82,2	83,2	89,9	8
Cha-S1-SBá	11,7	66,5	50,0	79,1	75,0	86,9	93,8	95,8	72,9	84,5	82,8	89,5	9
Cha-S2-Pop	12,9	73,5	40,2	63,6	73,2	84,8	93,8	95,8	83,2	96,5	82,7	89,3	10
Cha-S2-Caf	13,9	79,0	31,3	49,4	77,1	89,3	95,8	95,8	86,2	100	82,6	89,2	11
Col-S3-Pop	9,7	55,3	53,5	84,6	71,5	82,9	95,8	95,8	70,5	81,8	80,9	87,4	12
Cha-S3-Pop	12,4	70,6	33,3	52,7	81,3	94,1	91,7	95,8	78,6	91,2	80,1	86,5	13
Col-S2-Pop	12,7	71,9	38,9	61,5	63,9	74,0	86,1	95,8	66,7	77,3	79,8	86,1	14
Cha-S3-SBá	9,3	52,9	41,3	65,3	85,0	98,5	98,8	95,8	74,4	86,3	76,1	82,2	15

VM. = Valor medio del carácter;

V.M.P.= Valor medio general ponderado;

P% = Peso, referido al mayor valor (100%);

PD% = Peso definitivo; R = Rango de importancia

seguido de Poptun Peten y Lepaguare con valores de IVF muy similares entre si, finalmente Santa Bárbara es la fuente de semillas menos adecuada. En cuanto a la interacción Procedencia-Programa, Cafma en Coloradito obtuvo el mayor IVF seguido de Poptun Peten y Lepaguare en Chaguaramas. Al incluir la variable suelos, las mejores interacciones triples fueron para Coloradito-Cafma-suelo tipo 3; Chaguaramas-Poptun Peten-suelo tipo 2, y Coloradito-Cafma-suelo tipo 1, mientras que las peores corresponden a Chaguaramas-Santa Bárbara-suelo tipo 3; y Poptun Peten-suelo tipo 3, tanto en Coloradito como en Chaguaramas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARRÁN, V. y F. ZERPA. 1992. Modelos matemáticos para generar tablas de volumen y peso verde en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* del Oriente Venezolano. CVG-PROFORCA. *Boletín Técnico* N° 5. Monagas, Venezuela.
- BARNES, R. D., G. L. GIBSON, and M. A. BARDEY. 1983. Variation and genotype-environment interaction in international provenance trials of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and its implications for population improvement strategy. *Silvicultura*, 8:35-43.

- BURLEY, J. and J. W. TURNBULL. 1970. *Proposed standard procedures of the FAO/FRI/CFI International Provenances Trials of Pinus kesiya Royle ex Gordon*. Roma.
- CALLAHAN, R. Z. 1964. Investigación de procedencias; Estudio de la dimensión genética asociada a la geografía. *Unasylva*, 18 (2-3) N° 73-74 y 40-50.
- CIFO. 1990. Informe de establecimiento de los ensayos con procedencias comerciales (CIFO), correspondiente a 1990. Corporación Venezolana de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación Forestal de Oriente (CIFO) (Informe interno).
- CIFO. 1991. Informe de establecimiento de los ensayos con procedencias comerciales (CIFO), correspondiente a 1991. Corporación Venezolana de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación Forestal de Oriente (CIFO) (Informe interno).
- CIFO. 1992. Informe de establecimiento de los ensayos con procedencias comerciales (CIFO), correspondiente a 1992. Corporación Venezolana de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación Forestal de Oriente (CIFO) (Informe interno).
- CORNELIUS, J. P. and E. G. PONCE. 1990. Provenances trials of *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr. and Golf. and *P. oocarpa* Shiede in the Republic of Honduras. *Commonw. For. Rev.*, 69 (3): 227-245.
- DAS, B. I. and B. R. STEPHAN. 1982. Provenances trials with *Pinus caribaea* Morelet and *P. pseudostrobus* Lindl. in Orissa, India *Silvae Gen.*, 31 (5-6): 203-208.
- DUQUE, L. 1988. Evaluación de pérdidas y su influencia en el crecimiento de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, en el vivero del Proyecto Coloradito, estado Anzoátegui. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. Informe de pasantía.
- GIBSON, G.L., R. D. BARNES and J. BERRINGTON. 1983a. Flowering and its interaction with environment in provenances trials of *Pinus caribaea*. *Commonw. For. Rev.*, 62 (4): 251-263.
- GIBSON, G.L., R. D. BARNES and J. BERRINGTON. 1983b. Provenances productivity in *Pinus caribaea* and its interaction with environment. *Commonw. For. Rev.*, 62 (4):93-106.
- GIMÉNEZ, S. N. 1982. *Variación Fenogenética entre 30 procedencias de ocho especies de pino en Mirí, Barinas, Venezuela*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida. Venezuela.
- MORET, A. Y. 1988. Análisis estadístico del ensayo de especies procedencias ULA-CVG., en Uverito, Estado. Monagas, a los 15 años de edad. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado (Informe de pasantías). Mérida. Venezuela. (mimeog.)
- MORET, A. Y. y L. A. VALERA. 1987. Informe de pasantía realizado en el proyecto Uverito Estado. Monagas, Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado (Informe de pasantías). Mérida. Venezuela. (mimeografiado)
- NAVAS, N y K. HERNÁNDEZ. 1989. Ubicación de procedencias en la plantación 1989. Corporación de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación de Oriente (CIFO) (Informe interno). Monagas. Venezuela. (mimeografiado)
- NAVAS, N y K. HERNÁNDEZ. 1990. Ubicación de procedencias en la plantación 1990. Corporación Venezolana de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación Forestal de Oriente (CIFO) (Informe interno). Monagas. Venezuela. (mimeog.)
- NAVAS, N y K. HERNÁNDEZ. 1991 Ubicación de procedencias en la plantación 1991. Corporación Venezolana de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación Forestal de Oriente (CIFO) (Informe interno). Monagas. Venezuela. (mimeog.)
- NAVAS, N., K. HERNÁNDEZ y L. VALERA. 1991. Evaluación del ensayo Oxford, a los ocho años de edad. Corporación Venezolana de Guayana, Productos Forestales de Oriente (CVG-PROFORCA), Centro de Investigación Forestal de Oriente (CIFO). Monagas. Venezuela. (Informe interno).
- QUIARAGUA, J. L. 1994. El uso de sistemas de información geográfica aplicado a la ubicación de procedencias en plantación. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. (mimeografiado).
- VALERA, L.; J., QUIARAGUA y A. PARRA. 1995. Sobrevivencia inicial de procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* creciendo en plantación comercial en el oriente de Venezuela. *Rev. Forest. Venez.*, 39(1).