

# CORRELACIONES GENÉTICAS ENTRE PILODYN Y DENSIDAD DE LA MADERA DE *Pinus elliottii* var. *elliottii* EN LA MESOPOTAMIA ARGENTINA\*

## GENETIC CORRELATIONS FOR PILODYN AND WOOD DENSITY OF *Pinus elliottii* var. *elliottii* IN THE MESOPOTAMIA ARGENTINA

Juan. A. López (h.)<sup>1</sup>  
Gabriela M. Staffieri<sup>1</sup>

Fecha de recepción: Julio de 2002.  
Fecha de aceptación: Febrero de 2004

<sup>1</sup> INTA. E.E.A. Bella Vista. Corrientes. Argentina. E-mail: jlopez@correo.inta.gov.ar

\* Investigación parcialmente financiada por el Proyecto de Desarrollo Forestal (SAGPyA-BIRF) a través del PIA 48/98 (Calidad de la madera de familias e individuos sobresalientes de *Pinus elliottii* var. *elliottii* en el Noreste Argentino).

### SUMMARY

Genetic correlations for Pilodyn and wood density were estimated using the 10 best families in growth in 3 progenie trials of the Series F and the 10 best families in growth in 3 progenie trials of the Series S of *Pinus elliottii* var. *elliottii*. The trials are in 6 sites in the Mesopotamia Region, Argentina, and they belong to the Breeding Program of INTA.

The genetic correlation for Pilodyn and wood density was strongly negative in each site and in each Series. In both cases the genetic correlations were higher than the phenotypic correlations for individual trees.

The use of Pilodyn would allow to differentiate families or group of trees with high, medium or low wood density. Therefore the use of Pilodyn would be a significant contribution to the strategies of the Breeding Program in this species.

**Key words:** *Pinus elliottii* var. *elliottii*, Pilodyn, wood density; genetic correlations

### RESUMEN

Con el fin de estimar la correlación genética entre determinaciones realizadas con Pilodyn y densidad de la madera de *Pinus elliottii* var. *elliottii* se evaluaron 10 familias sobresalientes en crecimiento volumétrico en 3 ensayos de progenies de la Serie F y 10 familias de igual condición en 3 ensayos de la Serie S. Dichos ensayos están distribuidos en 6 sitios de la Mesopotamia Argentina y pertenecen al Programa de Mejoramiento Genético del INTA.

Los resultados muestran que al considerar cada ensayo en particular se constató una fuerte correlación genética negativa entre Pilodyn y densidad de la madera. Igual resultado se obtuvo al realizar el análisis conjunto a nivel de cada serie de experimentos. En ambos casos, las correlaciones genéticas resultaron de mayor magnitud que las fenotípicas a nivel de árboles individuales.

La incorporación de mediciones realizadas con Pilodyn permitirá diferenciar familias o grupos de individuos de alta, media o baja densidad de la madera lo cual proporcionaría un significativo aporte a las estrategias del Programa de Mejoramiento Genético de la especie.

**Palabras clave:** *Pinus elliottii* var. *elliottii*, Pilodyn, densidad de la madera, correlaciones genéticas

### INTRODUCCION

*Pinus elliottii* var. *elliottii* es una de las coníferas más plantadas en la Mesopotamia Argentina. Esta especie, de reconocidas características favorables para la producción de madera sólida y pulpa tiene un significativo interés dentro del Programa de Mejoramiento Genético del INTA, no sólo por su excelente comportamiento en una amplia región de suelos arenosos y arenosos hidromórficos sino también, por la importancia que tiene en la generación de híbridos con *P. caribaea* var. *hondurensis* adaptados a las condiciones ecológicas regionales.

Independientemente si el objetivo de producción es madera sólida o pulpa, la densidad de la madera directa o indirectamente condiciona la calidad del producto final (ZOBEL, 1992, 1988; MALAN *et al.*, 1996). Por ello, la búsqueda de métodos que permitan la evaluación de dicha característica en el mayor número posible de individuos de las poblaciones de selección y mejoramiento resulta de gran interés.

Actualmente existen equipamientos costosos (densitómetros) que proporcionan información

confiable utilizando muestras destructivas y no destructivas (HODGE y PURNEL, 1993; MUNERI y BOLODIS, 1998). No obstante, un penetrómetro denominado Pilodyn y utilizado hace tiempo en varias especies ha mostrado un desempeño promisorio en la medición indirecta de la densidad de la madera de árboles en pie (COWN, 1982; SPRAGUE *et al.*, 1983; LÓPEZ, 1995; MUNERI y RAYMOND, 2000)

El objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel de asociación genético y fenotípico entre las determinaciones realizadas con Pilodyn (mm de penetración) y la densidad de la madera (Kg/m<sup>3</sup>) en algunas familias sobresalientes de *P. elliotii* var. *elliottii* a efectos de contribuir a futuras estrategias de mejoramiento.

### MATERIALES Y METODOS

Se analizaron 10 familias (medio-hermanos) sobresalientes en crecimiento volumétrico en 3 ensayos de progenies de la Serie F y 10 familias de igual condición en 3 ensayos de la Serie S. Dichas familias se ubican dentro del 30% de los mejores materiales de la población de mejoramiento del INTA (HUBER *et al.*, 1996). Las características generales de los ensayos y de las familias analizadas se consignan en la Tabla 1.

Por cada familia, en cada sitio, se seleccionaron 3 individuos dominantes y codominantes en cada una de las 4 primeras repeticiones de los ensayos originales. De esta manera se conformó una población muestral de 720 individuos (2 Series x 3 ensayos x 10 familias x 4 repeticiones x 3 individuos). Luego del muestreo, por diferentes razones, varios individuos debieron ser descartados con lo cual sólo el 88% de la población muestral fue analizada.

En cada individuo, en sentido este-oeste, se realizaron dos determinaciones con Pilodyn (PIL) a 1,20 m de altura. Posteriormente, de la misma posición de altura se extrajo un disco de 5 cm de espesor que luego fue cuarteado en el laboratorio para obtener un listón diametral (corteza-médula-corteza) en sentido este-oeste de aproximadamente 3 cm x 3 cm de espesor. A efectos de cuantificar la variación en sentido radial cada listón diametral fue seccionado en dos listones radiales (corteza-médula) y cada listón radial fue subdividido en 3 secciones de igual tamaño. De esta manera la primera sección permitió estimar la densidad de la madera en la zona cercana a la corteza (DBc) y la segunda sección a la densidad de la zona media (DBm). La sección correspondiente a la zona cercana a la médula no fue considerada por su bajo valor de representatividad. En este sentido cabe destacar que, si bien cada sección corresponde al 33% del radio, la DBc representa el 55,52% del área transversal y la DBm al 33,43%. Por lo tanto, sólo con ambas secciones (66% del radio) se representa el 88,95% del área transversal a 1,20 m.

La densidad básica de la madera (Kg/m<sup>3</sup>) se procesó utilizando el método de SMITH (1954) sobre muestras sin extractivos (destilación continua durante 24 horas con alcohol-benceno en una proporción 1:1).

Para la determinación de las correlaciones genéticas los análisis fueron conducidos a nivel de plantas individuales, considerando a todos los efectos aleatorios. Los componentes de varianza y covarianza fueron estimados usando PROC VARCOM método REML (SAS, 1992). Las correlaciones fenotípicas individuales se obtuvieron a través del procedimiento CORR (SAS, 1992)

**Tabla 1. Características generales de los ensayos y de los materiales evaluados.**  
Table 1: Site general characteristics

Serie	Ensayos <sup>1</sup>	Localidad	Tipo de suelo	Edad de evaluación	Familias analizadas
F <sup>2</sup>	F211	Gob. Virasoro - Ctes.	Franco-limoso	13 años	4; 39; 44; 46; 81;
	F212	Garruchos - Ctes.	Rojo arcilloso		96; 123; 36; 139;
	F213	Pto. Laharrague - Mnes.	Rojo arcilloso		159
S <sup>3</sup>	S214	Concordia - E.R.	Arenoso	9,5 años	F9; F10; F24; F28;
	S215	Bella Vista - Ctes.	Arenoso		F30; F37; M1;
	S216	Pto. Esperanza - Mnes.	Rojo arcilloso		M22; M24; M29

<sup>1</sup> denominación tomada de: HUBER *et al.*, (1996); <sup>2</sup> materiales provistos por: University of Florida (U.S.A.);

<sup>3</sup> materiales provistos por: U.S. Forest Service (U.S.A.)

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Tal como se aprecia en las Tablas 2 y 3, consistentemente en todos los ensayos se registró una fuerte correlación genética negativa entre Pilodyn (penetración en mm) y densidad de la madera de la zona cercana a la corteza (PIL x DBc). Exceptuando lo ocurrido en el ensayo S214 las correlaciones genéticas entre PIL y DBm fueron de menor magnitud. No obstante, el promedio de la densidad de ambas posiciones radiales (DB<sub>66</sub>) que en conjunto representan el 88,95% del área transversal, también evidenciaron valores de correlación altos con el PIL ( $r_G > -0,70$ ). Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en otras investigaciones (SPRAGUE *et al.*, 1983; GRAVES, *et al.*, 1996; MUNERI and RAYMOND, 2000, LOPEZ *et al.*, 2001).

Por su parte las correlaciones fenotípicas resultaron altamente significativas ( $p < 0,001$ ) y tuvieron un patrón similar a las genéticas, aunque con coeficientes de menor valor absoluto.

El comportamiento de las correlaciones genéticas y fenotípicas discutidas con anterioridad no mostraron cambios significativos de tendencia ni de magnitud al analizar en conjunto cada serie de experimentos (Tablas 1 y 2). Este resultado evidencia que la asociación genética del Pilodyn y la densidad de la madera entre las familias de *P. elliotii* fue muy consistente a pesar de las diferencias de edad, de ambientes (Tabla 1) y de las diferencias significativas en la densidad de la madera de las familias y de los ensayos de ambas series (datos no presentados). No obstante, la especie en cuestión se caracteriza por una gran plasticidad y adaptabilidad a la mayoría de los ambientes de la región. Por ello, es probable que en las otras especies de interés del Programa de Mejoramiento que conduce el INTA no ocurra lo mismo, particularmente con la especie *P. caribaea* var. *hondurensis* de reconocida sensibilidad a determinadas condiciones ambientales.

**Tabla 2. Correlaciones genéticas ( $r_G$ ) y fenotípicas ( $r_F$ ) entre Pilodyn y densidad de la madera en diferentes posiciones radiales en los ensayos de la Serie F.**

**Table 2: Genetics and phenotypics correlations among Pilodyn and Word density in different radial positions F serial trials.**

		Ensayos			Análisis conjunto
		F211	F212	F213	
PIL x DBm	$r_G$	<b>-0,48</b>	<b>-0,63</b>	<b>-0,20</b>	<b>-0,73</b>
	$r_F$	-0,34 **	-0,39 **	-0,34 **	-0,32 **
PIL x DBc	$r_G$	<b>-0,92</b>	<b>-0,90</b>	<b>-0,97</b>	<b>-0,95</b>
	$r_F$	-0,56 **	-0,73 **	-0,70 **	-0,61 **
PIL x DB <sub>66</sub> <sup>1</sup>	$r_G$	<b>-0,70</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,78</b>	<b>-0,86</b>
	$r_F$	-0,47 **	-0,65 **	-0,60 **	-0,50 **

<sup>1</sup> DB<sub>66</sub>=(DBm+DBc) / 2

\*\* significativo  $p < 0,001$

**Tabla 3. Correlaciones genéticas ( $r_G$ ) y fenotípicas ( $r_F$ ) entre Pilodyn y densidad de la madera en diferentes posiciones radiales en los ensayos de la Serie S.**

**Table 3: Genetics and phenotypics correlations among Pilodyn and Word density in different radial positions S serial trials.**

		Ensayos			Análisis conjunto
		S214	S215	S216	
PIL x DBm	$r_G$	<b>-0,90</b>	<b>-1,02</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,76</b>
	$r_F$	-0,54 **	-0,44 **	-0,48 **	-0,36 **
PIL x DBc	$r_G$	<b>-0,81</b>	<b>-1,10</b>	<b>-0,82</b>	<b>-0,93</b>
	$r_F$	-0,75 **	-0,70 **	-0,72 **	-0,75 **
PIL x DB <sub>66</sub> <sup>1</sup>	$r_G$	<b>-0,88</b>	<b>-1,05</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,87</b>
	$r_F$	-0,68 **	-0,62 **	-0,67 **	-0,62 **

<sup>1</sup> DB<sub>66</sub>=(DBm+DBc) / 2

\*\* significativo  $p < 0,001$

## CONCLUSIONES

Se detectó una fuerte correlación fenotípica y genética negativa entre Pilodyn y densidad de la madera de *Pinus elliottii* var. *elliottii* tanto a nivel de ensayos individuales como a nivel de Series de experimentos.

Los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de mediciones realizadas con Pilodyn permitirá diferenciar familias o grupos de individuos de alta, media o baja densidad de la madera lo cual proporcionaría un significativo aporte a las estrategias del Programa de Mejoramiento Genético de la especie

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer especialmente al Ing. Martín A. Marcó por la introducción y seguimiento de los materiales y ensayos evaluados. Así también al Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF) por la financiación parcial de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- COWN, D. J. 1982. Use of the Pilodyn wood tester for estimating wood density in standing trees. Influence of site and tree age. New Zealand Forestry Service. FRI. Bulletin N° 13 . 13 p.
- GRAVES, B. L.; Borralho, N. M.; Raymond, C. A. and Farrington, A. 1996. Use of Pilodyn for indirect selection of basic density in *Eucalyptus nitens*. Canadian Journal of Forest Research. 26: 1643-1650.
- HODGE, G. R. and R. C. Purnel. 1993. Genetic parameter estimates for wood density, transition age and radial growth in slash pine. Canadian Journal For. Res. 23: 881-891.
- HUBER, D. A.; White, T. L and G. L., Powell. 1996. Genetic analysis of *Pinus elliottii* var. *elliottii*: Estimate of genetic parameters, breeding value predictions and forward selection candidates. Informe de consultoría para INTA. (no publicado). 93 p.
- LÓPEZ, J. A. (h). 1995. Ajuste preliminar del Pilodyn 6J Forest para estimar densidad de la madera de *Eucalyptus grandis*. 6° Reunión de comunicaciones científicas y técnicas. UNNE. Resúmenes. pp: 77
- LOPEZ, G.; Apiolaza, A. ; Potts, P.; Dutkowski, G.; Gelid, P. and J. Rodriguez Traverso. 2001. Genetic parameters for growth and Pilodyn from *Eucalyptus globulus* in Argentina. Simposio Internacional IUFRO. Valdivia. Chile. Actas. p: 142
- MALAN, F. S., Retief, R. J. and S. T. Dyer. 1996. Improvement of South African Timber Resource: Concerns and Proposed Strategies. South African Forstry Journal. 175: 61-65.
- MUNERI, A.; V. Balodis. 1998. Variation in wood density and tracheid length in *Pinus patula* grown in Zimbabwe. Sothern Afr. Forestry Journal. 182: 41-50.
- MINERI, A.; C. A. Raimond. 2000. Genetics parameters and genotype-by-environment interactions for basic density, Pilodyn penetration an stem diameter in *Eucalyptus globulus*. Forest genetics. 7 (4): 317-328.
- SAS Institute Inc. 1992. SAS/STAT User's Guide. Release 6.04. Edition. 1028 p.
- SMITH, D. M. 1954. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Rep. US. Forest Prod. Lab. Rep. 2054. 8 p.
- SPRAGE, J. R., Talbert, J. T., Jett, J. B. and R. L., Bryant. 1983. Utility of the Pilodyn in selection for mature wood specific gravity in loblolly pine. For. Sci. 29: 696-701
- ZOBEL, B. 1992. Silvicultural effects on wood properties. IPEF International. Piracicaba. 2: 31-38