

**DENSIDAD DEL LEÑO EXTERNO DE *Pinus patula* Schl. et Cham.
DETERMINADA EN ORÍGENES, PROCEDENCIAS E INDIVIDUOS
IMPLANTADOS EN OCHO SITIOS DE LA PROVINCIA DE JUJUY.**

**WOOD SPECIFIC GRAVITY OF *Pinus patula* Schl. et Cham.
DETERMINED IN PROVENANCES AND TREES PLANTED ON
EIGHT SITES IN THE PROVINCE OF JUJUY, ARGENTINA.**

**Carlos Guillermo Picchi¹
Alcira Nélide E. Chocovar²**

¹Profesor Titular, Cátedra de Dasonomía, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu. Estación Forestal "San Pablo", Gdor. J. Iturbe 290, San Pablo de Reyes, Prov. de Jujuy.

C.P.: Y 4600 XBF. Correo-e: carlosgpicchi@arnet.com.ar

²Ing. Agr., Ayudante de Primera, Cátedra de Dasonomía, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu.

Alberdi 47, C.P. Y 4600 San Salvador de Jujuy. Correo-e: anechocovar@arnet.com.ar

SUMMARY

This paper summarizes the research on wood specific gravity (basic density) of *Pinus patula* Schl. et Cham. taken at breast height from 170 trees 10 to 18 years of age, representing 25 provenances planted in the following sites of the province of Jujuy, Argentina: Estación Biológica "Laguna El Rodeo"; La Quesera; Lozano Arriba; Morterito; Estación Forestal "San Pablo"; El Fuerte; Pozo de Piedra and Aserradero. Average increment core density was 0.34g/cm³ with extreme values of 0.281 and 0.399g/cm³. No significant differences were found between provenances though there were at the 0.05 level among different trees within geographic sources. Mean of 136 trees planted above 2 100m o.s.l. was 0.337g/cm³ and mean of 34 trees grown between 1 300 and 1 700m was 0.348g/cm³.

Key words: Wood specific gravity, *Pinus patula*, Geographic variation, Tree-to-tree variation.

RESUMEN

El presente trabajo resume las investigaciones realizadas sobre densidad básica del leño externo del pino pátula (*Pinus patula* Schl. et Cham.), observada en un total de 170 árboles de 10 a 18 años de edad, que representan 21 orígenes y 4 procedencias, implantados en los siguientes sitios de la Provincia de Jujuy: Estación Biológica "Laguna El Rodeo" (2 150m s.m.); La Quesera (1 850m); Lozano Arriba (1 750m); Morterito (1 600m); Estación Forestal "San Pablo" (1 470m); El Fuerte (1 450m); Pozo de Piedra (1 430m) y Aserradero (1 300m). La densidad básica media resultó 0.34g/cm³ con extremos individuales de 0.281 y 0.399g/cm³. No se hallaron diferencias significativas entre orígenes distintos aunque sí entre individuos dentro de orígenes. El promedio de 136 árboles plantados a más de 2 100m de altitud fue de 0.337g/cm³ y el de 34 árboles que crecieron entre 1 300 y 1 700m fue 0.348g/cm³.

Palabras clave: Densidad básica, *Pinus patula*, Variación geográfica, Diferencias individuales.

INTRODUCCIÓN

La densidad de la madera es una característica tecnológica cuyo conocimiento reviste cierta importancia en la selección de árboles destinados a las industrias del aserrado, elaboración de papeles y cartones y carbonización, incidiendo tanto en el rendimiento de pastas, como en la resistencia mecánica de la madera y en la producción de dendroenergía. Pero teniendo en cuenta que la heredabilidad es una proporción variable entre las varianzas genética y fenotípica no es dable encontrar una estimación fija de la densidad para una misma especie; así se pueden hallar para peso específico de la madera de *Pinus taeda* L. valores desde 0.4 hasta 0.9 (Goggans, 1961).

El presente trabajo resume las investigaciones sobre densidad básica del leño del pino pátula (*Pinus patula* Schl. et Cham.), importante especie mexicana cultivada en diferentes sitios de la Provincia de Jujuy. Los emplazamientos de los ensayos de introducción de pátula en Jujuy abarcan aproximadamente desde los 1 300 hasta los 2 200m s.m. con calidades de sitio entre III y II, aunque probablemente los sitios “Lozano” y “Potrero de las Mulas” alcancen calidad I para esta especie; las parcelas implantadas en este último paraje (1 850m s.m.) no se encuentran accesibles por haberse destruído totalmente el antiguo camino que conducía al mismo, como consecuencia de las intensas lluvias de marzo de 1973, febrero de 1974 y posteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material muestreado involucra 21 orígenes y 4 procedencias comerciales; el total de árboles analizados suma 170 individuos. Los 16 orígenes identificados por familias fueron provistos por el Dr. Wilfredo H. Barrett (ex-INTA) y los orígenes restantes (sin consideración de semi-fratrias) por el Ing. J.C. Ramirez (ex-IFONA), el Dr. Teobaldo Eguiluz Piedra (Universidad Autónoma de Chapingo, México) y el Dr. William D'Vorack (CAMCoRe). En cuanto a las borduras, la procedencia comercial sudafricana y la local fueron obtenidas en los viveros de la empresa Celulosa Jujuy S.A. y en la Estac. Forestal “San Pablo”, respectivamente.

Los testigos de referencia fueron: el origen n° 218 del INIF (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales de México) constituido por una fuente de portagranos no individualizados de Zacualtipán, Estado de Hidalgo, una procedencia de la Estación Experimental de 25 de Mayo, Prov. de Buenos Aires (ex-IFONA), tres procedencias comerciales sudafricanas y un individuo no identificado proveniente de APS.

Los sitios de ensayo de donde se extrajeron las muestras son:

Lugar	Altitud (m s.m.)	Cantidad de árboles observados	Código de referencia
Estación Forestal San Pablo	1 470	21 *	0
Estac. Biológica Laguna Rodeo	2 120	97	1
Estac. Biológica Laguna Rodeo	2 160	19	2
Lozano	1 750	15	3
Aserradero	1 340	10	4
Pozo de la Piedra	1 430	4 *	5
Morterito	1 600	1 *	6
Campo La Quesera	1 850	2 *	7
El Salpicado	1 500	1 *	8

* Árboles talados.

Las determinaciones se llevaron a cabo en los laboratorios de CICELPA (INTI), LAQUIGE (CONICET), ORSTOM (París) y Estación Forestal “San Pablo” (ex-IFoNa, ex-SEIF), sobre 2 tarugos de 12mm de espesor sacados con barreno “Pressler” (en caras opuestas y a 1.3m s/s) por cada árbol en los tres primeros casos y en 2 probetas de 1”x1”x4” a 1.3m y 4.3m por cada árbol, en el último. El método de evaluación de la densidad de la madera fue el de *densidad básica*, vale decir, peso anhidro (seco a estufa) / volumen verde. En todos los casos se trabajó sobre madera externa (los 7 a 14 cm más próximos a la corteza) de árboles con entre 10 y 18 años de edad. Los valores individuales obtenidos se muestran en las seis tablas incluídas en el anexo adjunto al presente trabajo.

RESULTADOS

El promedio de densidad básica para los 170 árboles analizados es de 0.340 g/cm³ con una desviación estandar de 0.025 y un coeficiente de variación muy bajo, del orden del 7%. Los extremos fueron: 0.281 y 0.399 g/cm³ (1:1.4). Los promedios por orígenes o procedencias figuran en la tabla 1. Comparada la densidad del leño de esta especie con la obtenida por Stonecypher *et al.* (1973) en promedio de 337 árboles de *Pinus taeda* de una población natural de los bosques de Carolina del Norte con 0.540 g/cm³ –un 60% mayor que la del pátula– se aprecia que sería necesario, si se justificara económicamente y se comprobara una hereabilidad razonablemente elevada, proceder a una rigurosa selección de los individuos de mayor densidad de leño en el material introducido de *P. patula* establecido en Jujuy para garantizar una madera de calidad superior a la actual, aceptable para su empleo tanto en carpintería como en obra (aplicaciones estructurales como vigas, tablones y tirantes que admitan esfuerzos considerables).

La densidad de la madera tiene igualmente importancia en el rendimiento de pasta Kraft; en el siguiente ejemplo se pueden visualizar las ganancias relativas de dos individuos provenientes del Estado de Hidalgo, muestreados en la Estación Biológica “Laguna El Rodeo” (ver anexo) en lo referente a vigor –incremento medio anual en volumen / hectárea– y densidad:

Progenie nº	Rendimiento en volum. (m ³ /ha año)	Densidad básica (kg/dm ³)	Rendimiento en peso (t/ha)	Rendimiento en pasta Kraft (t/ha)
2101	29.2	.236	6.89	3.24
2111	26.7	.362	9.66	4.54

Por cierto que un programa serio de fitotecnia requiere continuidad de todas sus etapas (Nikles, 1973). En el caso del *Pinus patula* en Argentina, la fase de introducción eliminatória reconoce varios estudios preliminares; en el NOA: (Golfari, 1965; Kindgard, 1971; Picchi & Barrett 1967; Barrett, 1970). En la etapa siguiente, la exploración *in situ* del área de distribución natural de la especie elegida para incrementar su calidad y/o productividad forestal, fue realizada en la población base –desde los estados mexicanos de Tamaulipas y Nuevo León hasta el de Oaxaca– (Barrett, 1972). La primera evaluación del comportamiento del material introducido en la provincia (ensayos de progenie) también fue concluída en la población reproductiva (Picchi, 1985, 1987, 2002).

La selección individual está progresando a pesar de la carencia de recursos, pero resta aún la instalación de un banco clonal, el establecimiento de huertos semilleros y la realización de cruzamientos controlados con la pertinente realización de ensayos *ad-hoc*. Del trabajo de

Picchi & Quincoces (1999) efectuado sobre 114 árboles de pino pátula cultivados en la Estación Biológica “Laguna El Rodeo” (ex-Dirección de Estaciones Experimentales de la Provincia de Jujuy), se concluyó que no existían diferencias estadísticamente significativas entre 17 proveniencias (15 orígenes y 2 procedencias), aunque sí entre individuos distintos dentro de algunos orígenes.

Si bien la media de los 19 individuos muestreados de los orígenes de Altotonga y Las Vigas, ambos lugares del Estado de Veracruz, fue de 339.5 g/dm³, el promedio de los seis árboles de La Jolla, también Veracruz, probados en la Estación Forestal “San Pablo” y no incluidos en “Laguna El Rodeo” llegó a 355.7 g/dm³ (con igual metodología). Cabe mencionar que la EFSP está situada 600m más abajo que la EBLR (2 150m s.m.) y es por lo tanto un sitio algo más seco y cálido. Las leves diferencias halladas en probetas tomadas a alturas de fuste de 1.3 y 4m son adjudicadas a error experimental.

Gonzalez & Suirezs (1996), determinaron como promedio de tres ejemplares de *P. patula* de 18 años de edad cultivados en el Departamento Iguazú, Prov. de Misiones, las siguientes densidades: madera anhidra, 0.43 g/cm³ y densidad básica, 0.38 g/cm³.

Barnes & Mullin (1984), trabajando con ocho proveniencias de *P. patula* en Zimbabwe, hallaron a los 7 años de plantados, que dos orígenes de Veracruz mostraban una densidad básica del orden de los 357 g/dm³. Estos autores demostraron que la rectitud de fuste y la altura se encontraban bajo fuerte control genético, aunque lamentablemente, la característica de densidad del leño bajo el más débil. Si esta conclusión fuera válida para todos los orígenes probados en el NOA (lo que aún no se ha demostrado) el programa de mejoramiento debería concretarse a producir volumen sin preocuparse demasiado por el peso específico de la madera.

En un estudio comparativo que está llevando a cabo la Cátedra de Dasonomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu. sobre la densidad básica de distintas especies coníferas y latifoliadas introducidas en la Provincia de Jujuy (Picchi y Chocovar, 2001), se han encontrado los siguientes valores de densidad básica en árboles apeados cultivados en la Estación Forestal “San Pablo” (1 460m s.m.): *Pinus caribaea caribaea*, 365g/dm³; *P. caribaea hondurensis*, 383; *P. elliottii elliottii*, 460; *P. michoacana*, 476; *P. montezumae*, 480; *P. oocarpa*, 432; *P. pseudostrobus*, 410; *P. oaxacana*, 428; *P. taeda*, 440; *P. greggii*, 391, y *P. patula*, 358g/dm³ (en este último caso, promedio de 5 árboles de entre 13 y 20 años). Dada la probada correlación positiva existente entre peso específico y porcentaje de leño tardío, no resulta sorprendente que esta última especie posea una baja densidad comparada con la de los otros pinos mencionados.

Tabla 1. Densidad básica del leño de *Pinus patula*, agrupada por orígenes y procedencias.

Origen / Procedencia	Localidad	Densidad promedio (g/cm ³)
Hidalgo	Acaxochitlán	0.327
Hidalgo	Barranca de los Mármoles	0.335
Hidalgo	Tejocotal	0.359
Hidalgo	Tiaquistengo	0.371
México, D.F.	La Venta	0.341
Oaxaca	Cerro Pelón	0.333
Oaxaca	Llano de las Flores	0.354

Oaxaca	Sierra de los Etlas	0.346
Oaxaca	Sierra de Pápalos	0.347
Puebla	Chignahuapan	0.329
Puebla	Coyomiapan	0.324
Puebla	Las Cumbres	0.332
Puebla	Teziutlan	0.341
Puebla	Tlaixtlipa	0.366
Puebla	Tlatlauqui	0.345
Querétaro	Pinal de Amoles	0.342
Sud África	Timmers & Leyer (1969)	0.350
Sud África	Timmers & Leyer (1977)	0.344
Sud África	Proced. Certificado N° 107	0.361
Sud África	Proced. IFoNa (25 de Mayo)	0.358
Tamaulipas	Sierra de Guatemala	0.334
Tlaxcala	Rancho Tlacotla	0.356
Veracruz	Altotonga	0.342
Veracruz	La Jolla	0.356
Veracruz	Las Vigas	0.337

BIBLIOGRAFÍA

- BARNES, R. & Mullin, L. 1984. *Pinus patula* provenience trials in Zimbabwe, seventh-year results. In: Provenience and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Forest Research Centre, Harare, Zimbabwe.
- BARRETT, W.H.G. 1970. Response of Pine species to varied site conditions in northeastern Argentina and in other subtropical regions. Tesis, Michigan State University.
- BARRETT, W. H. G. 1972. Variación de caracteres morfológicos en poblaciones naturales de *Pinus patula* Schlecht. et Cham. en México. IDIA, Suplemento Forestal N° 7: 9-35. Buenos Aires.
- GOGGANS, J.F. 1961. The interplay of environment and heredity as factors controlling wood properties in conifers. Tech. Report n° 11. North Carolina State University. Raleigh.
- GOLFARI, L. 1965. Ensayo de introducción de especies coníferas en Alpachiri, Provincia de Tucumán. Informe inédito.
- GONZALEZ, R. & Suirez, T. 1996. Contribución al conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de pino pátula reforestado en la Provincia de Misiones, Argentina. Yvyrareta, Año 7, N° 7:21-23.

- KINDGARD, L. R. 1971. Comunicación personal.
- NIKLES, D.G., 1973. Planificación y estrategias de un programa de mejora genética forestal. Versión traducida y revisada por C. Palmberg del curso FAO/DANIDA dictado en Kenya.
- PICCHI, C.G., 1985. Comportamiento de algunos pinos mexicanos ensayados en Yala, Provincia de Jujuy, Repúb. Argentina. IX Congreso Forestal Mundial, SARH/FAO. México, D.F.
- PICCHI, C.G., 1987. Comportamiento de orígenes y progenies de *Pinus patula* en el Departamento Capital, Provincia de Jujuy. Actas del Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales, Tomo III: 11-22. Bs. Aires.
- PICCHI, C.G., 2002. Introducción de especies y orígenes de pinos en la Estac. Forestal "San Pablo", Prov. de Jujuy, Argentina. Res. in SAGPyA Forestal N° 23, pág. 11.
- PICCHI, C. G. & Barrett, W.H.G. 1967. Efecto de heladas intensas sobre las especies de *Pinus* cultivadas en Castelar. IDIA, Suplemento Forestal N° 4: 1-11. Buenos Aires.
- PICCHI, C.G. & Chocovar, A.N. 2001. Determinación de la densidad básica del leño en maderas de especies aptas para la reforestación en escala. (Informe de avance de la Cátedra de Dasonomía, Fac. de Ciencias Agrarias, UNJu).
- PICCHI, C.G. & Quincoces, V.E. 1999. Estudio de la variación geográfica e individual de la densidad del leño de familias de *Pinus patula* ensayadas en la Estación Biológica "Laguna El Rodeo", Provincia de Jujuy. III Jornadas de Información Científico-Técnicas de la Fac. de Ciencias Agrarias, UNJu. 11-13/6/99. San Salvador de Jujuy.
- SCHUTE, C.G., Christie, S.I. & Herman, B. 1990. Relaciones del sitio con algunas propiedades de la madera, en plantaciones de pinos en Sudáfrica. La Revista del Siglo XXI (Ciclo Forestal) pp. 96-116. Editorial Hemisferio Sur.
- STONECYPHER, R., Zobel, B. & Blair, R. 1973. Inheritance patterns of loblolly pine from a non-selected natural population. Tech. Bul. 220. North Carolina Forest Exper. Station.