

Influencia del manejo forestal en la densidad de la madera de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en la EFI Macurijes.

Forest management influence in the wood density of the *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* Barret y Golfari in the EFI Macurijes.

Autores: Germonne Kety Vodounou germonne@gmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó en la Empresa Forestal Integral Macurije, en la provincia de Pinar del Río, Cuba, con el objetivo de determinar la influencia del manejo forestal en la densidad de la madera de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Se seleccionaron masas maduras con diferentes intensidades de raleos en los cuales se tomaron 3 árboles por el status sociológico, un dominante, un codominante y un oprimido, de 5 parcelas permanentes, para un total de 15 árboles, los cuales fueron talados, marcando la sección 1.30 m, cortándola y obteniendo un disco de 5 cm de espesor para un total de 15 discos, de las cuales se extrajeron los datos necesarios para el análisis de densidad de la madera empleando el procedimiento para el escáner Multi-slice CT, los que se procesaron y sometieron a pruebas estadísticas utilizando el software SPSS 15.0 versión 15.02 para Windows. Se obtuvo como resultado que el manejo no tiene ningún influencia en la densidad de la madera de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

Palabras claves: *pinus caribaea*, densidad, variación inter e intra árbol.

ABSTRACT

The research was conducted in the plantation forest estate of *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett and Golfari in Macurije Integral Forest Enterprise, in the province of Pinar del Rio, Cuba, in order to determine the influence of forest management on wood density of *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett and Golfari. Were selected mature stands with different thinning intensities in which trees were taken 3 sociological status, a dominant codominant and oppressed of 5 permanent plots, for a total of 15 trees, which were cut down, marking the section

1.30 m, and obtained by cutting a disc of 5 cm in thickness for a total of 15 disks, from which the data was extracted for analysis of density of the wood using the procedure for the multi-slice CT scanner, which processed and submitted to statistical tests using SPSS 15.0 software for Windows version 15.02. The result was that management has no influence on the density of *Pinus caribaea* morelet var. *caribaea* Barrett and Golfari.

Keywords: *pinus caribaea*, density, inter-and intra-tree variation.

INTRODUCCIÓN

Los aclareos se realizan buscando mejorar la estructura del rodal al eliminar los individuos con características no deseables que compiten por espacio y nutrientes, y que puedan poner en peligro el desarrollo de árboles con buenas características forestales, así como para incrementar el volumen útil en la corta final (Smith *et al.*, 1997). Entre los beneficios que los aclareos ofrecen al bosque, se menciona un aumento en la calidad de la madera cuando se aplica un aclareo por lo bajo, eliminando los árboles no deseados (Álvarez y Varona, 1988).

Con relación al efecto de los aclareos sobre las propiedades de la madera, algunos autores han reportado que estos modifican la densidad básica de la madera no siendo estudiada para el caso del *P. caribaea* en sentido radial

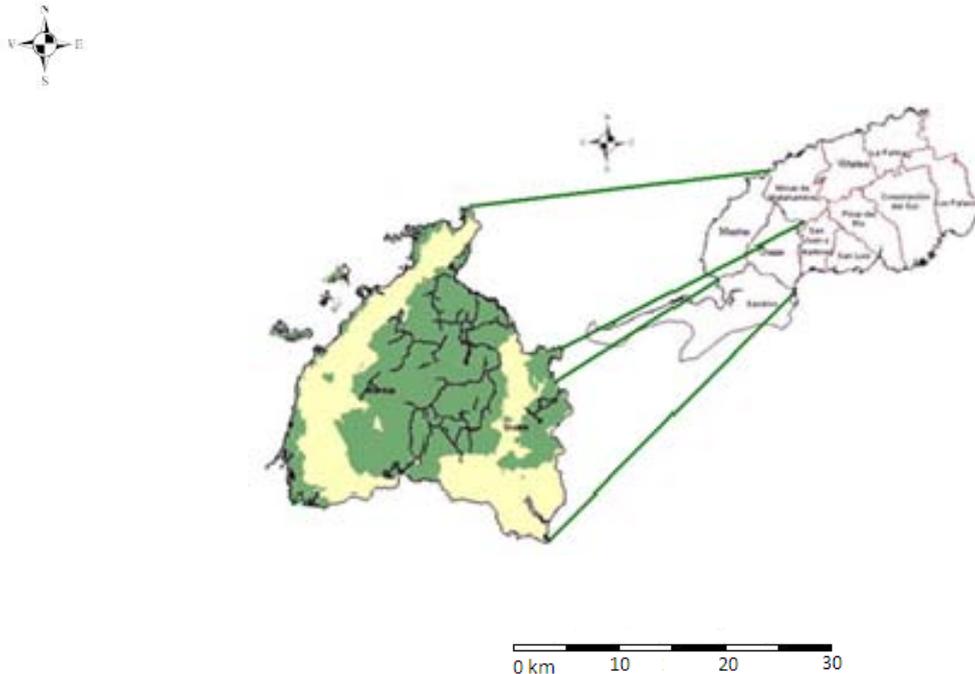
Por lo tanto este trabajo tuvo como objetivo determinar la influencia del manejo forestal en la densidad de la madera de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije la cual se ubica en la región más occidental de la provincia de Pinar del Río, esta abarca partes de los territorios de los municipios Guane y Mantua. Sus límites geográficos (Figura 1) son los siguientes: al Norte (N) con el litoral costero desde la ensenada de Baja hasta la ensenada de Garnacha, al Noreste (NE) con el Municipio Minas de Matahambres específicamente con el Consejo Popular Santa Lucía (EFI Minas de

Matahambres); al Este (E) con el municipio San Juan y Martínez (EFI Pinar del Río); al Sur (S) con el municipio Sandino (EFI Guanahacabibes) y al Sureste (SE) con el litoral del Golfo de México Aldana *et al.*, (2006) ubica.

Figura 1. Ubicación geográfica de la EFI Macurije.



Los análisis de determinación de la densidad de la madera de esta tesis se desarrollaron como parte de la tesis doctoral de Barrero (2010) y del Proyecto OPTIPINO II proyecto colaborativo de la Universidad de Pinar del Río, Cuba y el Instituto de Investigaciones Agronómicas de Francia, los mismos se realizaron en el Leforb, Nancy, empleándose para ello un escáner modelo "Multi-slice CT (GE BrightSpeed Excel)" (Figura 2).

Figura 2. Escáner Multi-slice CT.



Las muestras fueron estabilizadas hasta el estado de humedad "seco al aire" gracias a su larga estancia hasta peso constante en la sala del escáner, lo que corresponde a un estado de humedad de la madera de 12% aproximadamente, para la medición de la densidad con el escáner se siguió el procedimiento descrito por Freyburger *et al.*, (2009).

La muestra para esta investigación fue tomada al azar de las calidades de sitio (CS) más representativas en la empresa las calidades II y III, planteándose como requisito fundamental que en las masas se hubiese ejecutado los raleos efectivamente y que fuesen maduras; seleccionándose para ello 5 plantaciones; el procedimiento consistió en tomar tres árboles en función del estatus sociológico: un dominante, un codominante y un oprimido, a los cuales se les midió la altura (h) y el diámetro a 1.30 m ($d_{1.30}$) tabla 1.

Tabla 1. Descripción dasométrica de la muestra.

Estatus	Parcela	h (m)	d 1.30 (cm)	Edad	CS	Raleos
Dominante	1	18,3	32	32		
Codominante	1	12,8	20,2	32	II	I y II
Oprimido	1	8	13	32		
Dominante	3	13	21	32		
Codominante	3	12,6	19,3	32	III	I, II y III
Oprimido	3	11,4	14,2	32		
Dominante	2	19,5	22,4	40		
Codominante	2	18,2	21,3	40	II	I y II
Oprimido	2	8,5	18,7	40		
Dominante	4	17,5	21,3	30		
Codominante	4	13,5	15	30	III	I, II y III
Oprimido	4	10,2	13,5	30		
Dominante	5	18,5	23,6	35		
Codominante	5	14,8	15,7	35	II	I y II
Oprimido	5	12	12,2	35		

Estos árboles fueron marcados a 1.30 m de altura, derribados con una motosierra, extrayendo su sección a 1.30 m en un disco de 5 cm de espesor para un total de 15 discos (Figura 3).

Figura 3. Dimensión del disco a 1.30 m de altura.



De estos discos se obtienen probetas de 2 mm en sentido opuesto al diámetro mayor, desde la médula hasta el cámbium, conteniendo 5 mm de la médula aproximadamente.

Las probetas fueron secadas primeramente al sol y después en un lugar aireado bajo techo, lo que permitió un secado uniforme y evitó el ataque de hongos.

El tamaño de la muestra se determinó empleando la ecuación para un muestreo aleatorio simple teniendo la densidad de la madera a 1.30 m como la variable objeto de interés, la misma se muestra a continuación:

$$n = \frac{CV^2 * t^2}{E^2}$$

Donde:

CV: coeficiente de variación

t de student

E: error de muestreo -5%

Para evaluar la densidad de la madera en función del raleo se procedió a un análisis de comparación de medias T para muestras independientes, así como para comparar su comportamiento entre árboles en función del estatus sociológico, se empleó el ANOVA de un factor y las pruebas post hoc (test de Bonferroni).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El cálculo del número de muestra representativa (n) para el estudio resultó ser 11 árboles, para un coeficiente de variación de los datos del 13% para una $t_{95,14}$ de 1.26 y un 5% de error de muestreo, por lo que se decide el empleo de los 15 valores para mantener la proporción de individuos con respecto al estatus sociológico de las masas.

Partiendo de la ejecución de una prueba T para muestras independientes se obtiene la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de la densidad de la madera de rodales en función del raleo.

		Prueba de Prueba T para la igualdad de medias Levene para la igualdad de varianzas								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Superior	Inferior	
D	Se han asumido varianzas iguales	.584	.458	.313	13	.759	16.50	52.72	-97.39	130.39
	No se han asumido varianzas iguales			.322	11.9	.753	16.50	51.17	-95.09	128.09

Como se constata en la tabla 2 se acepta el supuesto teórico de homogeneidad de varianza ya que el estadístico de Levene presentó una significación $\alpha > 0.05$ por lo que podemos suponer que las varianzas poblacionales son iguales, consecuentemente se emplea la información de la fila encabezada donde se sume varianzas iguales donde el estadístico t toma un valor de 0,322 con un nivel crítico bilateral de 0,759 puesto que este valor es mayor que 0,05 se acepta la hipótesis H_0 de igualdad de medias y consecuentemente concluir que la densidad de la madera

en rodales con diferentes tipos de raleos es la misma, independientemente de la edad y la calidad de sitio, este resultado se encuentra en correspondencia con Parker *et al.*, (1976) para Pino Oregón así como por Hernández *et al.*, (1996) en *P. patula*, Markstrom *et al.*, (1983) y Moschler *et al.*, (1989) para esta especie y para el *P. ponderosa*, así como por Goche *et al.* (2003) para *P. taeda* quienes reportan además que la calidad de sitio no influye significativamente sobre la densidad básica, presentando valores de 0,45 y 0,44g/cm⁻³ para una calidad de estación alta antes y después del aclareo, respectivamente, mientras que en una calidad de estación baja se encontraron los valores de 0,47 y 0,44g/cm⁻³ antes y después del aclareo, respectivamente.

Estos resultados puede ser consecuencia de que esta propiedad de la madera responde más a factores genéticos que a los ambientales, debido a que es considerada como una de las características altamente heredables (Zobel y Talbert, 1994). Por otro lado, la cantidad de árboles por hectáreas es un parámetro importante para la proporción de madera temprana y tardía, lo que ocasiona una diferencia en la cantidad de madera tardía presente en un anillo de crecimiento e influye así de manera importante en la densidad básica de la madera (Daniel *et al.*, 1982).

De forma general para muchas especies del género *Pinus* según Barrero (2010) de amplia distribución se reconoce la existencia de procedencias y su influencia en variables relativas al crecimiento como es el caso de *P. pinaster* González *et al.*, (2001), González *et al.*, (2003) y González *et al.*, (2005) o el caso de *P. sylvestris* reportado por Gomory *et al.*, (2001), Prus y Stephan (1994); Comellius (1994); sin embargo para la especie *P. caribaea* estudios recientes de ensayos progenie-procedencia (García, 2002) para estas variables no mostraron diferencias significativas.

También por medio de estudios moleculares Geada (2004), Jardón *et al.*, (2010) con ADN cloroplasto y microsatélites del ADN nuclear no se detectaron diferencias entre las procedencias contempladas en estos, al parecer las llamadas procedencias para esta especie son ecotipos y no reflejo de variación en el genofondo de las mismas. Por lo que se puede asumir que el modelo determinado, en general, es válido para esta variedad de la especie en Cuba.

Se abren nuevos interrogantes de investigación dirigidos a indagar los parámetros del sitio que puedan estar condicionando en la especie la expresión de la densidad y la naturaleza de las relaciones entre esta y las tasas de crecimiento, así como entre la densidad y la edad.

La densidad de la madera en sentido radial a 1.30 m no mostró diferencias significativas en función del raleo, pues a pesar del efecto de los mismos sobre las características de los anillos de crecimiento, la asociación entre la densidad de la madera y estas características no se modificaron substancialmente después de realizadas estas labores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDANA, E., PUENTES, M., Y ROMERO, L. *Informe Final Proyecto de Ordenación EFI Macurije*. Ministerio de la Agricultura, 2006.
- ÁLVAREZ, P., Y VARONA, J. *Silvicultura*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1988.
- BARRERO, H. *Modelo integral de crecimiento perfil del fuste, grosor de corteza y densidad de la madera para Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret y Golfari. Estudio de caso EFI Macurije*. Tesis Doctoral inédita. UPR, 2010.
- COMELLIUS, J. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 1994, **24**, 372-379.
- FREYBURGER, L. et al. Measuring wood density by means of X-ray computer tomography. *Ann. For. Sci.* 2009, **66**, 804.
- GEADA LÓPEZ, G. Variabilidad genética usando marcadores moleculares del ADN nuclear y de cloroplasto en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. En, *III Congreso Forestal de Cuba*, La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2004, **34**.
- GOACHE, R. et al. Densidad básica y ancho de anillos de la madera de *Pinus patula* antes y después de un aclareo. 2003. Disponible: www.Interciencia.com/revistas/Interciencia/densidad%20de%20la%20madera/scielo.php?pid=S0013-738X2003000100010&lng=es
- GOMORY, D., BRUCHÁNIK, R., PAULE, L. Effective population number estimation of three Scots pine [*Pinus sylvestris* L.] seed orchards based on an

integrated assessment of flowering, floral phenology, and seed orchard design. *Forest Genética*, 2000, **7**(1), 65-75.

- GONZÁLEZ, SC. et al. Selfing and sibship structure in a two-cohort stand of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) using nuclear SSR markers. *Annals Forest Science*, 2003, **60**(2), 115-121.
- GONZÁLEZ, SC., et al. Detecting realible parent-offspring matches in parentage analysis: a case study, 2005.
- GONZÁLEZ, SC. et al. Geographical variation of gene diversity of *Pinus pinaster* Ait. In the Iberian Peninsula En, Müller-Starcks (Ed.), *Genetic response of forest system to changing enviromental conditions*: Kluwer Academic Press, 2001.
- HERNÁNDEZ, L.A. et al. Características de los anillos y densidad de la madera a diferentes alturas del fuste en rodales aclareados de *Pinus patula* Schl. et Cham. *Ciencia Forestal en México*, 1996, **21**, 39-55.
- JARDÓN, L.M. et al. Phylogeography of Subsection Australes pines in the Caribbean basin. *Annals of Botany*. (In press), 2010.
- MOSCHLER, W.W. et al. Density and growth ring characteristics of *Pinus taeda* L. following thinning. *Wood Fiber Sci.* 1989, **21**, 313-319.
- PARKER, M.L. et al. Effect of thinning and fertilization on intraring characteristics and kraft pulp yield of Douglas-fir. *Appl. Polym Symp*, 1976, **28**, 1095-1086.
- SMITH, D.M. et al. *The practice of silviculture: Applied forest ecology*. 9th ed. Wiley. Nueva York, EEUU, 1997.
- ZOBEL, B., TALBERT, J. *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. México, D. F: LIMUSA, 1994.
- ZOBEL, B.J., Y VAN BUIJTENEN, J.P. *Wood variation. Its causes and control*. Springer-Verlag. Springer Series in Wood Sciences. Berlin. Germany, 1989.