

CARACTERÍSTICAS DE LOS CANALES RESINÍFEROS VERTICALES EN *PINUS CARIBAEA* MORELET, VAR. *CARIBAEA* Y SU SIGNIFICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE RESINA

CHARACTERISTICS OF VERTICAL RESIN CHANNELS ON *PINUS CARIBAEA* MORELET, VAR. *CARIBAEA* AND ITS MEANING ON RESIN PRODUCTION

M. SC. MARÍA JOSEFA VILLALBA-FONTE Y DR. C. YNOCENTE P. BETANCOURT-FIGUERAS

Universidad de Pinar del Río, Martí 270 esq. a 27 de Noviembre, Pinar del Río, C. P. 20100, Cuba, villalba@af.upr.edu.cu

RESUMEN

El estudio de los canales resiníferos tiene importancia por ser la estructura en los pinos que producen y almacenan la resina. Existen canales horizontales y verticales que se intercomunican formando una red a lo largo de todo el fuste. Son los canales verticales los de mayor longitud y objeto de la investigación, realizada en los pinares naturales de Cajalbana, municipio de La Palma, provincia de Pinar del Río. De acuerdo con la especie, la altura en el fuste a la que se encuentran y el ancho de los anillos de crecimiento varía su diámetro y número, lo que influye en el movimiento de la resina en el canal, en el volumen de almacenamiento y en la fluidez cuando se realizan las picas, y como consecuencia de todo ello en los rendimientos. Se determinó además el número de canales en los anillos de crecimiento y la densidad por centímetro cuadrado. Tales valores ubican a la especie entre las de mayor potencial atendiendo a los rendimientos de resina.

Palabras claves: *Pinus caribaea*, canal intercelular, rendimiento, resina, anillo de crecimiento

ABSTRACT

The study of the resin channels keep importance for being the structures in the pines, which produce and store the resin. It exist horizontal and vertical channels which intercommunicate forming a net along the whole shaft, being the vertical channels those of more longitude and object of the investigation, which was carried out in the natural pine groves of Cajalbana, municipality of La Palma, province of Pinar del Río. According to the species, the height in the shaft where they are and the width of the growth rings varies its diameter and number, what influences in the movement of the resin in the channel, in the storage volume and in the fluency when pikes are carried out, and as consequence of all before, the yields varies to. The numbers of channels were also determined in the growth rings and the density by square centimeter. These values locate the species among those of more potential according to they yields of resin.

Key words: *Pinus caribaea*, intercellular canals, yields, resins, growth rings

INTRODUCCIÓN

Importancia económica del género *Pinus*

Son muy conocidos los usos de la madera del género *Pinus*, pero su importancia economi-

ca va a estar dada, más que por el uso de su madera (construcciones generales como mar-

cos, puertas, ventanas, bocaminas, muebles, tableros y pulpa para papel), por su crecimiento relativamente rápido, permitiendo el establecimiento de plantaciones de categoría «industriales», es decir, desarrollarse de una forma intensiva y así lograr una producción rápida de madera. Además, los tratamientos silvícolas son mucho más sencillos que el de los bosques latifolios.

Su importancia económica se incrementa por el aprovechamiento de sus productos no maderables, como son la resina, sustancia renovable y sustituta de los derivados del petróleo en múltiples aplicaciones.

El *Pinus caribaea*, conocido como pino macho, figura entre las especies de mayor rendimiento de resina entre los pinos que actualmente son resinados. De acuerdo con Betancourt (1980), entre los factores que influyen marcadamente en los rendimientos de resina se encuentran los tecnológicos, los climáticos, los relacionados con la calidad del sitio y los naturales o propios de las características de la especie. En estos últimos se incluyen los que están relacionados con el diámetro, número y densidad de los canales resiníferos. De acuerdo con lo anterior, el objetivo del trabajo lo constituye caracterizar los canales resiníferos verticales y su significación en la producción de resina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los canales horizontales tienen un diámetro más pequeño que los verticales, y su longitud está en dependencia del radio del tronco. Es por ello que la importancia de los canales verticales para el almacenado de la resina es más grande que la de los canales horizontales.

La importancia del diámetro de los canales está en correspondencia con el volumen de almacenado, e influye en el transporte de la resina. Diámetros grandes reducen la fricción durante el movimiento de la resina en los canales, favoreciendo de esta manera el fluido y aumentando como consecuencia el rendimiento. Efecto inverso es el que provocan diámetros pequeños.

Por las causas mencionadas para una comparación entre canales de diferentes especies de pinos, los canales verticales tienen la mayor importancia. Por eso la investigación de canales resiníferos en *Pinus caribaea* se realizó solo en los canales verticales. Teniendo en cuenta que se realizó un gran número de mediciones, la investigación se limitó solo a dos árboles.

La investigación se realizó en árboles pertenecientes a bosques naturales de *Pinus caribaea* ubicados en la meseta de Cajálbana, perteneciente al municipio de La Palma, provincia de Pinar del Río, en 1999.

Se seleccionaron dos árboles que fueron talados, y de los cuales se tomaron rodajas a diferentes alturas: 15, 30, 110, 330 y 650 cm, respectivamente. Las rodajas fueron pulidas con lija y marcadas en pequeñas secciones de radios de 2 cm de ancho y 2 cm de profundidad en dirección de la periferia hasta el centro, y se realizaron las mediciones. Las secciones a estudiar fueron expuestas en la misma dirección en cada rodaja. Se contó el número de todos los canales en el área marcada, se midió el ancho de los anillos, el diámetro de los canales y el número de los canales por anillos de crecimiento en la sección estudiada.

Los diámetros de los canales fueron medidos mediante un micrómetro de Brinell (exactitud 1/100 mm), y para la medición de los anchos de los anillos se utilizó una lupa y una regla graduada (exactitud en mm).

Se aplicó la prueba de U (Mann Whitney U) para determinar si existe diferencia significativa entre los resultados de los dos árboles estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por la importancia que tiene el estudio de los canales resiníferos como indicador específico de la especie y su influencia en los rendimientos de resina, se abordaron en el presente trabajo los siguientes estudios:

- La relación entre el diámetro y el número de los canales a dos alturas en el fuste entre los dos árboles estudiados.

- El diámetro de los canales a diferentes alturas en el fuste.
- El número de los canales en relación con el ancho de los anillos de crecimiento anual.
- Relación entre el número de canales y su diámetro con los rendimientos de resina.

Relación entre el diámetro y el número de los canales a dos alturas en el fuste entre los dos árboles estudiados

Para evaluar si existen diferencias significativas entre los valores obtenidos en los diámetros y el número de los canales a las alturas de 110 y 330 cm en los dos árboles estudiados, se realizó una prueba de comparación de medias (prueba de U), y se obtuvo que no se encontraron diferencias significativas. El análisis estadístico realizado se presenta a continuación en las *Tablas 1, 2 y 3*.

TABLA 1
Descriptive Statistics

	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Varianza</i>
Diámetro del canal	30	3	31	17,00	1,60	8,79	77,241
Números de canales a 1,10 m	30	0	80	26,60	4,56	24,96	623,145
Número de canales a 3,30 m	30	0	64	21,90	3,61	19,79	391,817

TABLA 2
Correlations

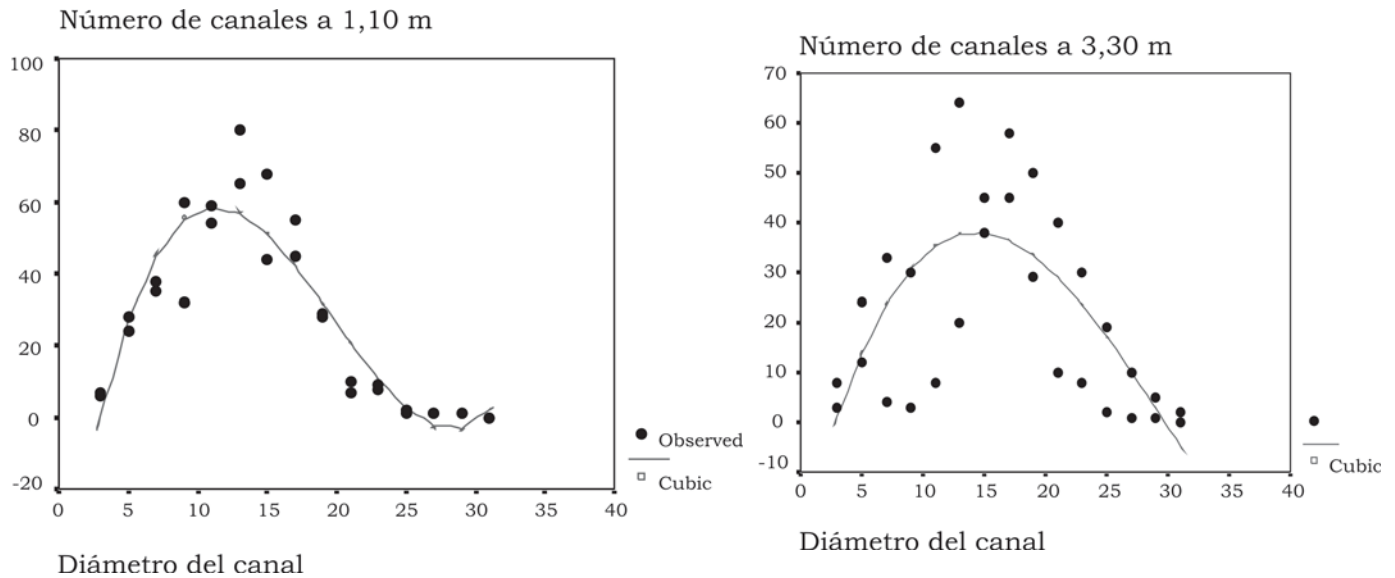
Spearman's rho			<i>Diámetro del canal</i>	<i>Número de canales a 1,10 m</i>	<i>Número de canales a 3,30 m</i>
		Diámetro del canal	Correlation coefficient	1,000	-0,617
		Sig. (2-tailed)	,	0,000	0,090
	Número de canales a 1,10 m	Correlation coefficient	-0,617	1,000	0,729
		Sig. (2-tailed)	0,000		0,000
	Número de canales a 3,30 m	Correlation coefficient	-0,315	0,729	1,000
		Sig. (2-tailed)	0,090	0,000	

TABLA 3
Comparación entre la cantidad de canales a las alturas de 1,10 y 3,30 m

	<i>Número de canales a 1,10 m</i>	<i>Número de canales a 3,30 m</i>
Mann-Whitney U	100,500	110,500
Wilcoxon W	220,500	230,500
Z	-0,499	-0,083
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,618	0,934
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,624	0,935

La relación existente entre el número de canales y sus diámetros en los dos árboles a las alturas de 110 y 330 cm respectivamente se presenta en el gráfico, comprobándose que no responden a una distribución normal. Tales resultados permiten aseverar, de forma

preliminar, pues solamente fueron estudiados dos árboles, que el número y diámetro de los canales de resina a dos alturas diferentes en el fuste, al no tener diferencias significativas, nos permitirá obtener conclusiones con el mínimo de muestras a tomar.



Relación entre el número y diámetro de los canales.

Diámetro de los canales

Los resultados relacionados con el diámetro promedio de los canales medidos a diferentes

alturas en los dos árboles estudiados muestran los valores reflejados en la *Tabla 4*.

TABLA 4
Diámetros de los canales verticales a diferentes alturas en el fuste

Altura en el tronco (cm)	Árbol 1 (mm)	Árbol 2 (mm)	Promedio (mm)
15	10,23 x 10 ⁻²	13,7 x 10 ⁻²	12 x 10 ⁻²
30	8,76	16,2	16,2
110	11,90	18,3	15,1
330	12,00	18,5	15,3
650	14,72	17,5	16,1

Se puede observar que el diámetro en promedio en una altura del tronco de 110 cm es 15,1 x 10⁻² mm.

Los diámetros de los canales tienen la tendencia a incrementarse con el aumento de

la altura en el tronco. Cerca del suelo los canales tienen un diámetro de un 20% menor que los que se encuentran a la altura de 110 cm, y un 34% de diferencia en las alturas de 15 y 650 cm, respectivamente.

Lo anterior fundamenta los resultados entre la realización de picas descendentes y de picas ascendentes [Betancourt, 1980], con un 25% de incremento en los rendimientos a favor de las picas ascendentes, ya que a medida que ascendemos en el fuste la fluidez de la resina es mayor, por lo que las picas realizadas en la zona próxima al suelo tendrán rendimientos inferiores a las de más altura (está en relación con los diámetros de los canales en esas zonas).

El número de canales en relación al ancho del anillo de crecimiento anual

En la literatura, Munch (1919) señala que el número de los canales por centímetro del largo del anillo aumenta linealmente con el ancho de los anillos.

Los resultados de esta relación mediante el cálculo de regresión se muestran en la *Tabla 5*.

TABLA 5
Resultados del análisis de regresión

Altura de la toma de muestras (cm)	Árbol 1		Árbol 2	
	r	N	r	N
15	0,118	4,41 + 0,267 A	0,726	1,471 + 4,424 A
30	0,610	1,92 + 2,045 A	0,689	1,330 + 4,424 A
110	0,620	1,96 + 2,388 A	0,723	-1,45 + 3,855 A
330	0,713	0,78 + 2,615 A	0,952	-4,28 + 4,35 A
650	0,493	-0,72 + 3,475 A	0,836	-4,76 + 5,292 A

N: Número de los canales por 1 cm de largo del anillo
A: Ancho del anillo (mm)
r: Coeficiente de correlación

Los datos de la *Tabla 3* demuestran que también en *Pinus caribaea* crece el número de los canales con el ancho del anillo (r media = 0,785). Este resultado está en correspondencia con el incremento medio anual en madera en los pinos, toda vez que cuando el anillo es más ancho indica un mayor incremento en madera durante el crecimiento del árbol.

Relación entre el número de los canales y los rendimientos de resina

Estudios realizados en Alemania y Vietnam en *Pinus sylvestris*, *Pinus massoniana* y *Pinus merkusii* ofrecen los resultados que se aprecian en la *Tabla 6*.

TABLA 6
Relación entre el número, diámetro y volumen de canales de resina con los rendimientos en cuatro especies de pinos

Especie	Número de canales por cm ²	Diámetro promedio de los canales (1 x 10 ⁻² mm)	Rendimiento (g/pica x m.c.)	Volumen de canales en 1 cm ² de madera (mm ³)
<i>Pinus caribaea</i>				
Árbol 1	37	11,9	350	7,2
Árbol 2	29	9,3		
<i>Pinus sylvestris</i> (Europa)	5	8	100	4,6
<i>Pinus merkusii</i> (Asia)	30	24,6	500	13
<i>Pinus massoniana</i> (Asia)	80	15,2	160	12,2

De la tabla anterior se obtienen los resultados siguientes:

- El *Pinus caribaea* presenta rendimientos (350 g/pica x m.c.) superiores tres veces al *Pinus sylvestris* de Europa y dos veces al *Pinus massoniana* de Vietnam.

- El *Pinus caribaea* tiene rendimientos inferiores al *Pinus merkusii* de Vietnam.
- Es necesario continuar investigando las relaciones entre el número de los canales por centímetro cuadrado, el diámetro y el volumen de canales, pues los resultados

no muestran correlación con los rendimientos de resina de esas especies.

CONCLUSIONES

- La relación entre el número y el diámetro de los canales de resina no presenta diferencias significativas entre los dos árboles estudiados, mientras que los diámetros de los canales tienen la tendencia a incrementarse con el aumento de la altura en el tronco.
- En *Pinus caribaea* existe correspondencia en el aumento del número de los canales con el ancho del anillo, y presenta rendimientos de resina (350 g/pica x m.c.) superiores tres veces al *Pinus sylvestris* de Europa y dos veces al *Pinus massoniana* de Vietnam, pero inferiores al *Pinus merkusii* de Vietnam.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ OLIVERA, P.; VARONA, J. C. 1988: *Silvicultura*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 354 p.
- BETANCOURT FIGUERAS, Y. 1980: «Investigaciones fundamentales para la determinación de las tecnologías de resinación de *Pinus caribaea* var. *caribaea*», Dresden, tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Forestales, Ministerio de Educación Superior.
- BONNER, J.; GALSTON, A. W. 1965: *Principios de fisiología vegetal*, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 485 p.
- CARRERAS, R. 1986: *Atlas anatómico de maderas cubanas*, Instituto de Botánica, La Habana, 79 p.
- DEL PIÑAL, C. S. et al. 1987: *Manual de botánica general*, Especialidad Agronomía, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Ministerio de Educación Superior, 339 p.
- ESAU, CATHERINE 1959: *Anatomía vegetal*, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 729 p.
- GOLA, G.; NEGRI, G.; Cappelletti, C. 1959: *Tratado de botánica*, Instituto del Libro, La Habana, 1160 p.
- MIROV, J. 1967: *The Genus Pinus*, The Ronald Press, Nueva York, 357 p.
- PARDOS, J. A. 1977: «Aspectos fisio-anatómicos de la acción del ácido sulfúrico-S³⁵ aplicado en forma de ácido líquido y de pasta ácida en la resinación de *Pinus pinaster* Ait.», Anales de la INIA, Serie Recursos Naturales(ES), Separata no. 10, 39 p.
- PARDOS, J. A. 1977: «Influencia del sistema de resinación de pica de corteza, sin estimulante sobre la formación de canales resiníferos verticales y sobre el crecimiento radial del xilema en árboles de *Pinus pinaster* Ait.», Anales del INIA, Serie Producción Vegetal (ES) Separata no. 10, 27 p.
- PARDOS, J. A. 1985: *Fisiología vegetal*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid, 465 p.
- FONT QUER, PI. 1979: *Diccionario botánico*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1244 p.
- SERVICIO ESTATAL FORESTAL. 2005: «Informe técnico», Pinar del Río, 15 p. (inédito).
- STEPHAN, G. 1973: «Los canales resiníferos y la producción de resina en especies asiáticas», Dresden, 21 p.
- STRASBURGER, E. ET AL. 1974: *Tratado de botánica*, Ed. Marín, Barcelona, 779 p.
- VARONA, J. C. 1982: *Fomento de las plantaciones de pinos*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 101 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: María Josefa Villalba Fonte

Es ingeniera forestal, máster en Ciencias Forestales, profesora auxiliar de la Universidad de Pinar del Río. Temática de su investigación: «Aprovechamiento de la resina de pino, uso de estimulantes de la resinación y anatomía, morfología y fisiología vegetal». Ha participado en eventos nacionales e internacionales.