

ESTUDIO ECOANATOMICO DE LA MADERA DE *Casuarina* *equisetifolia* DE CINCO LOCALIDADES DE CUBA

RAQUEL CARRERAS¹, C. SOSA¹ Y ELIA PEREZ²

RESUMEN

Se realizó el estudio ecoanatómico de la madera de *Casuarina equisetifolia* Forst. de cinco localidades del país para determinar posibles variaciones en la estructura de la madera. Se colectaron muestras de tres troncos adultos en cada localidad, las cuales se procesaron según técnicas anatómicas usuales. Se calculó la capacidad de campo por la fórmula de Gaerdner a partir del análisis mecánico de los suelos. De los diferentes tipos de tejidos se hicieron mediciones de los elementos que pueden afectar la calidad de la madera y variar los índices mesomorfía y vulnerabilidad para su caracterización ecoanatómica. Se encontraron variaciones significativas en el número de vasos por unidad de área y el diámetro de las fibras, obteniéndose los mayores valores para las muestras de Topes de Collantes. No se encontró relación directa entre los índices vulnerabilidad y mesomorfía con la capacidad de campo.

INTRODUCCION

Las relaciones entre la estructura de la madera y las condiciones en las cuales se desarrollan los árboles maderables son estudiadas desde hace mucho tiempo.

Fahn (1964) mencionó la importancia de la estructura anatómica como indicador de un mecanismo de adaptación de las plantas xerófitas al ambiente seco. Carlquist (1966, 1970) observó una estrecha correlación entre los factores climáticos y la estructura de algunos géneros y familias. Las relaciones vulnerabilidad y mesomorfía definidas por Carlquist (1975) sólo abarcan las dimensiones y abundancia de los vasos conductores y no contemplan otras estructuras como la presencia de traqueidas vasicéntricas o vasculares, zonas de crecimiento marcadas, vasos agrupados y engrosamientos helicoidales (que constituyen también indicadores de xeromorfía), por lo que no están presentes en todas las maderas porosas (Carlquist, 1905, b, c).

Zimmerman (1982) planteó que la mesomorfía no es igual a la conductividad. La seguridad del sistema no es siempre lo opuesto a una alta conductividad, ni tampoco es sinónimo de ella.

Estudios realizados en dos especies de eucaliptos (Carreras et al., 1995) reflejaron que no existía variación de la estructura anatómica de la madera con los diferentes tipos de suelos.

Casuarina equisetifolia Forst es una especie maderable ampliamente utilizada en la reforestación de Cuba. Atendiendo a los diversos lugares donde esta se encuentra plantada, se hace necesario conocer las variaciones que puedan presentarse en la estructura de la madera a fin de tenerlas en consideración para los estudios tecnológicos y sus posibles usos.

MATERIALES Y METODOS

Se colectaron tres muestras de troncos adultos (entre 8 y 10 años según Dechamps, 1979, 1960, 1985) de Casuarina equisetifolia de cinco localidades (Tabla 1).

Se tomaron los datos de precipitaciones anuales promedio correspondientes a las estaciones pluviométricas del Instituto de Hidroeconomía más próximo al área investigada. Los suelos fueron clasificados según el Instituto de Suelos (Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Suelos, 1980).

TABLA 1. Datos de las zonas de colecta.

Código	Zona de colecta	Tipo de suelo	Promedio de precipitación anual (mm)	Capacidad de campo (%)
C ₁	Central Australia, Ciénaga de Zapata, Matanzas	Renzina rojo formado a partir de caliza dura	1 475	20
C ₂	Topes de Collantes, Estación Experimental de Cancti Spíritus	Ferralítico Rojo Lixiviado sobre esquistos cuarcíticos y micáceos	2 089	32
C ₃	La Fe, Finar del Río	Arenoso Cuarcítico formado a partir de depósitos cuarcíticos	1 372	15
C ₄	Macuije (EFI), Finar del Río	Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado sobre esquistos	1 320	19
C ₅	Faso de Ceiba, Baracoa, Guantánamo	Ferralítico Rojo pardusco, ferrorragnesial formado a partir de rocas ultrabásicas	2 000	25

Datos: Precipitaciones - 1 200 mm (húmeda)

Buena capacidad de campo - 32 - 35 %.

Las capacidades de campo de los suelos fueron determinadas por la fórmula de Gaerdner a partir del análisis mecánico de los suelos (Cuba. Ministerio de la Agricultura. CIF, 1975), las que aparecen señaladas en la Tabla 1.

De las muestras se hicieron preparaciones fijas de secciones transversales, tangenciales y radiales, así como material disociado según las técnicas usuales en Anatomía de Maderas (Carreras y Vales, 1986).

De los diferentes tipos de tejidos se realizaron las mediciones de los elementos que más puedan afectar a la calidad de las maderas y manifestar una variación de los índices vulnerabilidad (V) y mesomorfía (M) para su caracterización ecoanatómica, las cuales están reflejadas en la Tabla 2.

Se realizó el análisis de varianza para todos los índices evaluados (excepto el porcentaje de tejidos) y análisis comparativo de medias mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,5 % de probabilidad de error. Además, se efectuó el análisis de regresión lineal entre la capacidad de campo y los índices V y M.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 refleja los valores promedio de las diferentes características analizadas y medidas. Como se observa en la misma los porcentajes de tejidos que más varían en las diferentes localidades son el de los vasos y el parénquima axial.

Se obtuvieron diferencias significativas entre las muestras de diferentes localidades para el número de vasos por milímetro cuadrado, la longitud de los mismos y el diámetro de las fibras. P

Para el número de vasos por milímetro cuadrado, la prueba de Duncan arrojó diferencias altamente significativas entre localidades para un 0,5 % de probabilidad de error con los mayores valores para C₂ que difieren del resto (Figura 1).

El diámetro de las fibras resultó tener también diferencias significativas al 0,5 % de probabilidad de error entre las localidades con el mayor valor para C₂, que difiere también de los demás, (Figura 2).

Estos resultados pueden explicarse sobre la base de que en esta localidad es donde existen las mejores condiciones climáticas para el desarrollo de las especies forestales y son las características antes referidas las más vulnerables a cambios en algunos factores ecológicos.

1.181 A. 2. Valores promedios de las principales características de la madera de *C. guineensis*.

Procedencia	Vasos			Parénquima		Fibras	
	Longitud (µm)	Ø (µm)	No. (mm ²)	axial (%)	radial (%)	Longitud (µm)	Ø (µm) Pared (µm)
C ₁	387	122	9	14	6	22	859 14,4 3
C ₂	457	115	11	26	3	17	993 19 3,1
C ₃	382	112	7	22	11	21	1 082 15,8 2,7
C ₄	422	148	5	14	16	29	1 021 15,7 2,5
C ₅	416	108	7	17	5	24	1 063 13,7 4
							54

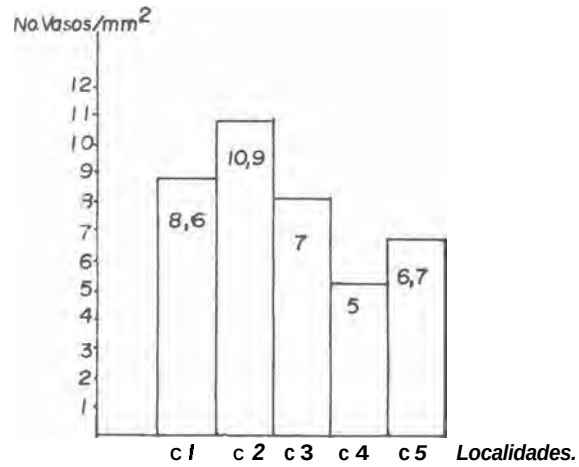


FIGURA. 1. Vasos: No. /mm² promedio en las diferentes localidades.

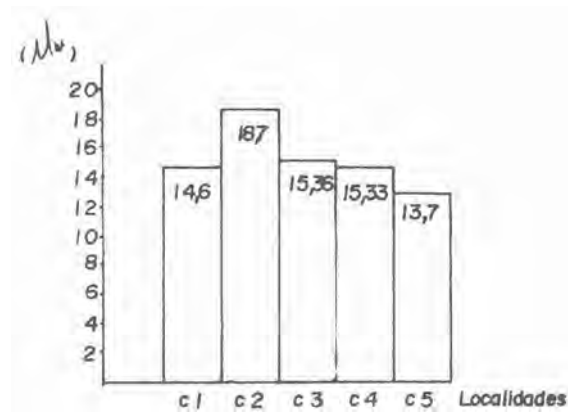


FIGURA. 2. Diámetro promedio de las fibras en las diferentes localidades.

Las longitudes de los elementos vasculares presentaron también diferencias significativas entre las localidades C₂, C₄ y C₃, Con C₃, C₁ y C₂ con los mayores valores. No obstante, no se realizan

inferencias ecológicas al respecto debido a que este carácter, según Süß (1967), tiene gran influencia genética.

Con los resultados obtenidos de las dimensiones de los vasos y su cantidad, se calcularon los índices M y V para las diferentes localidades (Tabla 3).

TABLA 3. Índices ecoanatómicos según Carlquist (op. cit.).

Procedencia	Vulnerabilidad	Mesomorfía
C ₁	13,5	5 225
C ₂	10,3	4 697
C ₃	15,8	6 004
C ₄	24,8	10 440
C ₅	18,6	7 737

Como puede observarse, esta especie tiene características mesomorfas ($N > 200$) y vulnerables ($V > 1$).

Las ecuaciones de regresión lineal calculadas entre los índices V y M y la capacidad de campo de los suelos, no fueron significativas (Tabla 4), por lo que sería de interés tener en cuenta otras características físicas del suelo y hacer una reevaluación sobre la base de la humedad natural del sitio en futuras investigaciones, además de aumentar el número de muestras teniendo en cuenta condiciones xeromórficas marcadas.

TABLA 4. Regresión lineal.

	Vulnerabilidad	Mesomorfía
Anova de la regresión	NS	NS
Coefficiente de determinación	0,235 4	0,112 9
Coefficiente de regresión	-0,408 66	0,119 6

Por las variaciones encontradas en la estructura de la madera (principalmente, el número de vasos por milímetro cuadrado) y los resultados obtenidos del análisis comparativo de los índices V y M , se puede pensar que sólo en condiciones climáticas extremas se encontrarían relaciones directas con el hidrosistema, aunque no debe dejar de considerarse que en esta especie estudiada existen traqueidas vasicéntricas que constituyen un mecanismo auxiliar al sistema conductor y su efecto no está contemplado en las relaciones antes mencionadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del estudio de la variación de la estructura de la madera de C. equisetifolia en las cinco localidades analizadas, se obtuvieron variaciones significativas en el número de vasos por mm^2 y el diámetro de las fibras, con los mayores valores para las muestras de Topes de Collantes donde existen condiciones muy favorables para el desarrollo de especies forestales, lo cual debe tenerse en consideración, pues estos caracteres afectan la calidad de la madera como es una pérdida en valores de densidad y resistencia mecánica.

Por otra parte, no se encontró relación directa entre los índices V y M con la capacidad de campo del suelo, lo cual demuestra un uso limitado de los mismos para la caracterización ecoanatómica de las especies, al parecer, por tener ésta en su estructura, traqueidas vasicéntricas que constituyen un mecanismo auxiliar al hidrosistema y no está contemplado su efecto en estas relaciones; en este caso se recomienda profundizar el estudio tomando muestras de lugares donde existan condiciones xerorróficas extremas y hacer una reevaluación sobre la base de la humedad natural del sitio.

ABSTRACT

ECOLOGICAL WOOD ANATOMY STUDY ON *Casuarina equisetifolia* FROM FIVE SITES IN CUBA

An ecoanatomical study was made of the wood of *Casuarina equisetifolia* Forst from five locations in the country in order to determine possible variations in the wood structure. Samples were collected from three adult trunks in each location, which were processed in

keeping with usual anatomical techniques. Field capacity was figured out according to Gaerdner's fórmula on the basis of the mechanical analysis of the soils. Measurements were made of the elements in different types of tissues which may affect the quality of wood and vary the Mesomorphy and Vulnerability indices for its ecoanatomical characterization. Significant variations were found in the number of vessels per area unit in the diameter of the fibers, higher values being obtained for the Topes de Collantes samples. No direct relationship was found between the vulnerability and mesomorphy indices and field capacity.

BIBLIOGRAFIA

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA INSTITUTO DE SUELOS Clasificación genética de los suelos de Cuba, 1979.-- La Habana: Ed. Academia, 1980. -- 128 p.

CARLQUIST, S. H. Wood anatomy of Compositae: a summary with comments on factors controlling wood evolution. Aliso 6: 25 - 44, 1966.

CARLQUIST, S. H. Wood anatomy of Hawaiian, Macaronesian and other species of Euphorbia. Bot. J. Linn. Soc. 63 (1): 181-193, 1970.

CARLQUIST, S. H. Wood anatomy of Cnagraceae, with notes of alternative modes of photosynthate movements in dicotyledons woods. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 386-424, 1975.

CARLQUIST, S. H. Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. Amer. J. Bot. 64: 887 - 896, 1977.

CARLQUIST, S. H. Ecological strategies in xylem evolution. -- Los Angeles, London, Berkeley: Univ. California Press, 1985a. -- 259 p.

CARLQUIST, S. H. Vasicentric tracheids as a drought survival mechanism in woody flora of Southern California and similar regions. Aliso 11: 37-68, 1985b.

CARLQUIST, SH. and D. A. HCEEMAN. Ecological wood anatomy of the woody Southern California flora. IAWA Bull. A.S. 6 (4): 319-347, 1985c.

CARRERAS, RAQUEL, ALICIA MERCÁDET y ELIA PEREZ. Algunas consideraciones sobre las características anatómicas de la madera y la adaptación de Eucalyptus pellita F. Muell y E. grandis Hill ex Maden en Cuba. En Memorias del Primer Simposio de Eotánica. -- La Habana: ACC, 1985. -- t. I. p. 374-380.

CARRERAS, RAQUEL y M.A. VALES. Atlas antbrnico de maderas de Cuba. I. -- Ciudad de La Habana: ACC, 1936. -- 77 p.

CUGA. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, CIF, Técnicas de análisis de suelos. -- La Habana: CEF, 1975.

DECHAMPS, R. Etude anatomique du bois du Amerique du sud I. Belgique Annales 8. Sciences Economiques (10): 1-10, 1979

DECHAMPS, H. Etude anatomique du bois du Amerique du sud. II. Belgique Annales 8. Sciences économiques (11): 213-223, 1980.

DECHAMPS, R. Etude anatomique du bois du Amerique du sud III. Belgique Annales 8. Sciences économiques (14): 383-448, 1985.

FAHN, A. Some anatomical adaptation of desert plants. Phytomorphology 14: 93-102, 1964.

SÜSS, H. Über die langenänderung der Farenchym strange, Holzfasern und Gefäßglieder in Verlauf einer Zuwachsperiode. Holz-Roh und werkstoff 25: 369-377, 1967.

ZIMMERMAN, M. H. Functional xylem anatomy of Angiosperm trees. En News perspectives in wood anatomy. Baas, P. Netherlands: (s. n.), 1982. --p. 59-70.

Manuscrito recibido para su publicación 14 de junio de 1989.