LA MADERA DE PETERIBY, *CORDIA TRICHOTOMA, (VELL) JOHNS.*, COMO RECURSO FIBROSO

II MORFOLOGÍA FIBROSA, ESTUDIO DE POBLACIONES Y RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS BIOMÉTRICOS

Núñez, Carlos E.
PROCYP Programa de Investigación de Celulosa y Papel / Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNaM. / Félix de Azara 1552 - (3300) Posadas, Misiones. Argentina. Tel. (03752) - 423745. / E-mail: c_e_nunez@fceqyn.unam.edu.ar

PETERIBY WOOD, *CORDIA TRICHOTOMA*, (VELL.) JOHNS., AS A FIBROUS RESOURCE.
II FIBROUS MORFOLOGY, POPULATION STUDY AND BIOMETRIC PARAMETER RELATIONSHIP

ABSTRACT

Cordia trichotoma, (Vell.) Johns, "Peteriby", is a South American Borraginaceae, with feasible commercial application. The first part of this piece of research, a previous work, dealt with the study of the morphology and dimensions of the cell elements and their variation with age. In this second part, the study was focused on individual fiber morphology, all fibers as a statistical population as well as the relationship between fiber parameters. We were not able to identify the existence of two different statistical fiber populations, as previous works have claimed. This was made evident by the lack of more than one peak or any remarkable kurtosis in the qualitative frequency distribution analysis. The cell wall thickness increases are correlated positively with fiber width but not enough so as to keep the fiber flexibility coefficient constant. Accordingly, the wider the fiber, the higher the fiber flexibility coefficient. The fiber flexibility coefficient decreases in accordance with longer fibers. The fiber width is independent of fiber length.

KEY WORDS: *Cordia*, fiber structure, fiber dimentions, plant tissues, South America.

RESUMEN

Cordia trichotoma, (Vell.) Johns., "Peteriby", es una borraginácea de América del Sur, de posible forestación comercial. En la primera parte del trabajo se analizó la morfología, dimensiones y variación con la edad de los elementos celulares. En esta segunda parte se estudió la morfología individual de las fibras, el conjunto de fibras como una población estadística, y la relación de los parámetros fibrosos entre sí. De acuerdo con trabajos morfológicos anteriores de latifoliadas naturales, se trató de confirmar la existencia de dos poblaciones estadísticas de fibras, hecho que no se observó en este caso, no pudiendo demostrarse más de un máximo o una curtosis significativa en las distribuciones de frecuencia por atributos. El espesor de pared aumenta a medida que aumenta el ancho de fibra pero no en forma suficiente para mantener el coeficiente de flexibilidad constante. De tal

manera, las fibras más anchas poseen mayores coeficientes de flexibilidad. A medida que aumenta la longitud de fibra, el coeficiente de flexibilidad disminuye. Por su parte el ancho de fibra es independiente de la longitud.

PALABRAS CLAVES: *Cordia trichotoma*, dimensión de fibras, anatomía de fibras, morfología de fibras, Sudamérica.

INTRODUCCIÓN

Cordia trichotoma, (Vell.) Johns., llamado comúnmente "Peteriby", es una especie de la familia de las borragináceas que crece en toda la zona septentrional del Cono Sur sudamericano. Más datos sobre la misma se dan en un trabajo previo [1].

Después de haber analizado primeramente la morfología, dimensiones y variación con la edad de los elementos celulares [2], esta segunda parte del estudio del Peteriby trata sobre la morfología individual de las fibras, el conjunto de fibras como una población estadística, y la relación de los parámetros fibrosos entre sí.

En un trabajo anterior referente a los tejidos fibrosos de las ramas jóvenes de Yerba Mate, *Ilex paraguariensis* [3], se observó la presencia de dos poblaciones fibrosas distintas, caracterizadas estadísticamente a partir de la existencia de dos máximos en las distribuciones de frecuencia de ancho de fibra y coeficiente de flexibilidad.

En esa oportunidad, se trató de relacionar este hecho con la existencia de madera temprana y tardía, fibrotraqueidas y fibras libriformes, o por una combinación de ambos pares de tipos, con resultados negativos. En el primer caso debido al carácter juvenil del material, y en el segundo por no contar esas fibras con puntuaciones areoladas visibles que es lo que distingue ambos tipos de fibras.

En un estudio posterior de la madera de Guayca, *Ocotea puberula* [4], Area y Fretes hallaron una distribución de máximos semejante, que en este caso identificaron con la existencia o no de puntuaciones visibles en las fibras, es decir con la definición corriente entre fibrotraqueidas y fibras libriformes.

En el presente trabajo se trató de comprobar si en el caso de las fibras de *C. trichotoma* se podía definir el mismo fenómeno, puesto que las dos poblaciones estadísticas, por su carácter, debieran tener comportamientos muy distintos en la hoja de papel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Madera: la información completa sobre la metodología se describe en otro trabajo publicado anteriormente [1], siendo el siguiente un resumen.

Se trabajó con cinco troncos provenientes de árboles originarios de la provincia de Misiones, que se cortaron en rodajas de aproximadamente 2,5 cm de espesor. De ellas se extrajeron sectores circulares que se trozaron como para obtener 2 kg de *chips* manuales, que se cuartearon hasta llegar a 400 gramos.

Disgregado: una fracción de dichos *chips* se disgregaron para los estudios microscópicos con una técnica especial consistente en tratamiento con licor kraft a ebullición por ocho días, y posteriormente con solución de clorito de sodio y ácido acético a 60ºC, hasta desfibrado parcial.

El material disgregado fue paulatinamente extraído para evitar un exceso de deslignificación. Con este procedimiento se consiguió obtener los elementos celulares separados con la suficiente rigidez para que no colapsaran in *vitro*, y así poder medir los tres parámetros fibrosos en la misma fibra. En el proceso habitual se mide el ancho y espesor de pared en cortes de madera y la longitud en disgregados, por lo que las medidas corresponden a elementos distintos. Esto se pudo realizar también por la morfología propia de las fibras estudiadas.

Medición de parámetros celulares: se realizaron los preparados según la técnica general de Hillton [5].

Debido al interés de medir los tres principales parámetros fibrosos en la misma fibra, se probó la relación entre los anchos reales de las fibras como aparecen en los cortes de madera y los medidos en los disgregados. Para ello se midieron cuarenta fibras por sendos métodos, hallándose una diferencia no significativa entre los promedios.

Ello, como ya se dijo, puede explicarse tanto por el método elegido de deslignificación como al bajo coeficiente de flexibilidad, ancho del lumen sobre ancho total de la fibra, de los elementos estudiados.

La elección de los individuos a medir se realizó al azar y en la misma fibra se midieron los tres parámetros,

cambiando los aumentos del microscopio cuando fue necesario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología fibrosa

En la Figura N°1 se muestran esquemáticamente las formas más comunes de fibras encontradas, ordenadas de izquierda a derecha en sentido creciente de coeficiente de flexibilidad. Las flechas indican el sitio aproximado donde coincide el ancho puntual con el promedio de ancho de la fibra completa.

Los tipos "a" "b" y "c" son fibras libriformes y los "d" y "e" fibrotraqueidas, siguiendo las definiciones de Tortorelli [6]. Como se observa en el dibujo hay una relación entre longitud y tipo de fibra: las más largas son libriformes y las más cortas fibrotraqueidas, aunque en los tipos intermedios esta afirmación no siempre se cumple.

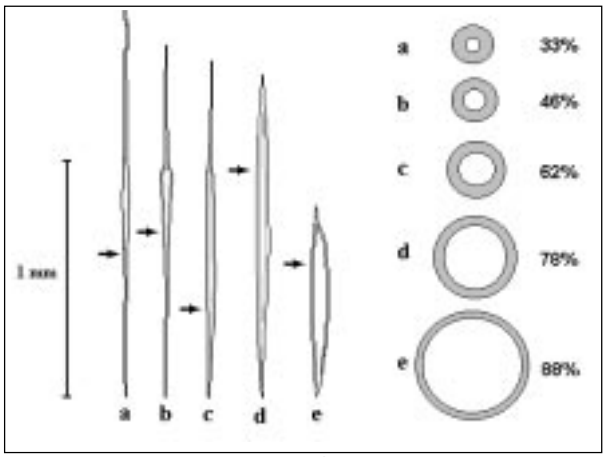

FIGURA 1: morfología de fibras de *Cordia trichotoma*

En las fibras libriformes se puede observar un ensanchamiento hacia el centro de su longitud. Este hecho, aunque no único, es pocas veces observado. Una discusión sobre dicho rasgo se hizo en la primera parte de este trabajo [2]. En general, este abultamiento se hace menos pronunciado y más estrecho a medida que aumenta la longitud de fibra.

La variabilidad de coeficiente de flexibilidad entre los cinco tipos de fibra es muy alta, como se puede apreciar en la Figura N°1, puesto que va desde 33 a 88%.

Una dispersión tan amplia no es común a fibras papeleras de latifoliadas, como por ejemplo las de los géneros *Eucalyptus, Salix o Populus*.

También hay alta variabilidad en el coeficiente de flexibilidad a lo largo de la fibra, no solamente debido al ensanchamiento central, sino también a la variación del espesor de pared.

Para ilustrar lo dicho se realizaron una serie de lecturas a lo largo de una fibra del tipo "c", midiendo a intervalos el espesor de las dos paredes y el ancho del lumen. Los resultados de la variación del coeficiente de flexibilidad a lo largo de la longitud de la fibra se pueden ver en la Figura Nº 2.

La flexibilidad es considerablemente alta en el centro de este tipo de fibras y se reduce significativamente hacia los extremos. Esta morfología podría suponer un comportamiento dispar de la unión interfibra en el entramado fibroso y una debilidad en la parte central.

Aunque el primer supuesto no ha sido estudiado, el segundo sí se pudo confirmar analizando el sitio donde las fibras se doblan o se rompen. En algunos casos extremos, cuando hubo sobretratamiento químico, el ensanchamiento puede hincharse y hasta rasgarse longitudinalmente.

Análisis de las poblaciones

En la Tabla N°1 se muestran los parámetros estadístico de la población fibrosa para las tres características leídas: longitud, ancho y espesor de pared, y sus dos coeficientes relacionados, de flexibilidad y de fieltrabilidad. Las Figuras Nº 3, 4, 5, 6 y 7 corresponden a los histogramas respectivos de distribuciones de frecuencias.

Tabla N°1: Parámetros estadísticos de la población de fibras de *C. trichotoma*

	n	Media	Mdn	Moda	D.S.	C.V.	Curt.	Asim.	Ran	Máx	Mín
L	364	1517,4	1540,8	1339	416,8	27	0,36	-0,16	2080	2535	455
A	364	17,8	17,4	15,1	3,7	21	0,8	0,5	26,9	34,8	7,9
e	364	5,2	5,4	5,4	1,2	23	0,1	0,1	7,6	9,2	9,2
f	362	40,1	40,0	50,0	15,3	38	-0,3	0,2	79,3	87,0	7,7
F	363	90,0	88,7	71,6	32,3	36	0,1	0,4	175,8	194,3	18,7

"L" longitud de fibra; "A" ancho de fibra; "e" espesor de pared, promedio de dos lecturas; "f" coeficiente de flexibilidad; "F" coeficiente de fieltrabilidad; "n" número de lecturas; "Mdn" mediana; "D.S" desviación estándar; "C.V" coeficiente de variación porcentual; "Curt" curtosis; "Asim" coeficiente de asimetría; "Ran" rango.

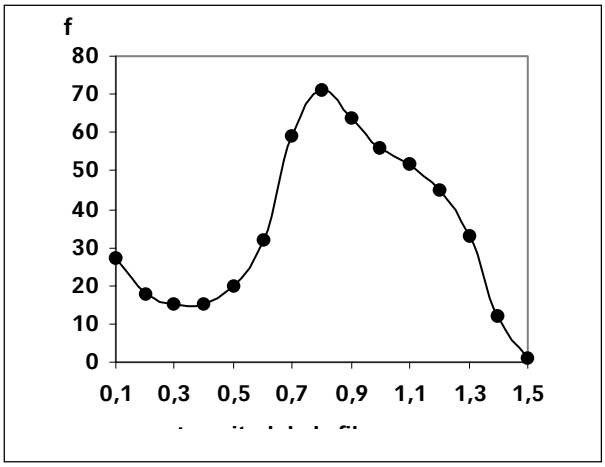

FIGURA 2: distribución de frecuencias de longitudes de fibra

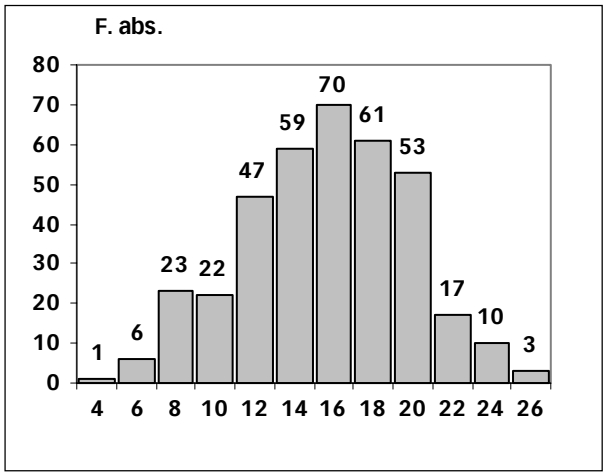

FIGURA 3: distribución de frecuencias de longitudes de fibra

A diferencia de las poblaciones fibrosas citadas, y según lo dicho en la introducción, en los histogramas de los parámetros medidos no se observan los caracteres de dos poblaciones estadísticas. Es decir, que no existen dos máximos marcadamente separados, y los valores de curtosis y asimetría, si bien existentes, no pueden justificar la existencia de dos distribuciones solapadas.

Por lo tanto, se podría afirmar que en el Peteriby las fibras no van a actuar en la hoja de papel como dos poblaciones distintas.

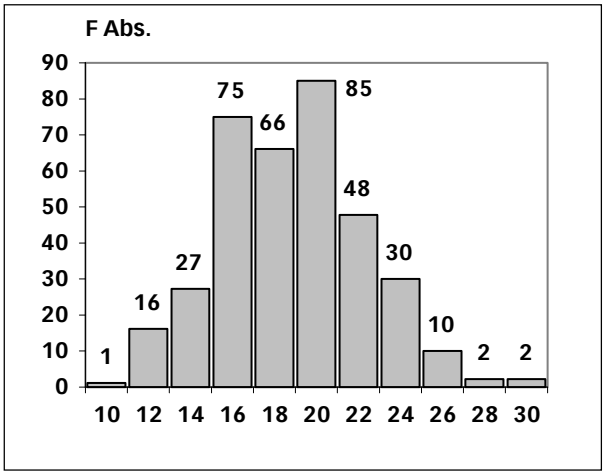

FIGURA 4: distribución de frecuencias de longitudes de fibra

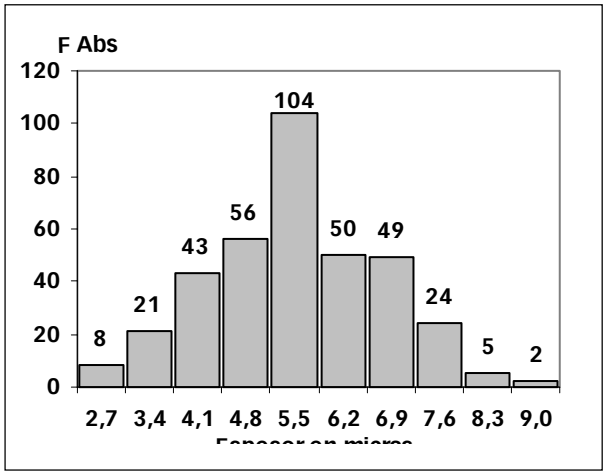

FIGURA 5: distribución de frecuencias de longitudes de fibra

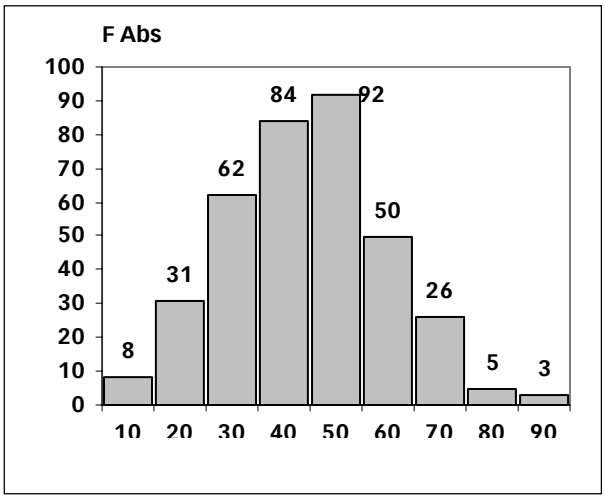

FIGURA 6: distribución de frecuencias de longitudes de fibra

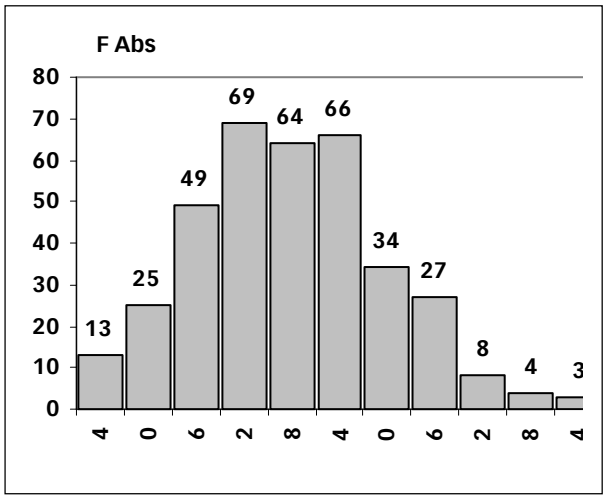

FIGURA 7: distribución de frecuencias de longitudes de fibra

Con respecto a la configuración general de las distribuciones de frecuencia, observan morfología propia de las poblaciones de elementos naturales.

Relación de parámetros biométricos entre sí

Se relacionaron los cinco parámetros entre sí, de a pares, y se les efectuó la regresión tomando arbitrariamente una de ellas como variable independiente. De esta manera se tratará de comprender los patrones naturales de formación morfológica originados por la planta.

En todos ellos es posible definir una tendencia, aunque los valores forman nubes de puntos con bajo coeficiente de regresión. Por lo tanto, las consideraciones siguientes tienen solo un valor global, no sirviendo para el tratamiento de fibras individuales.

Coeficiente de flexibilidad-longitud de fibra. Como se ve en la Figura Nº 8, hay una disminución del coeficiente de flexibilidad a medida que aumenta la longitud de fibras, es decir que las fibrotraqueidas son más colapsables que las fibras libriformes. Esto está de acuerdo con los tipos de fibras descriptos en la Figura Nº 1.

Ancho de fibra-longitud. En este caso se muestra que prácticamente el ancho de fibra no depende de la longitud de las mismas, Figura Nº 9. Por lo tanto, si baja el coeficiente de flexibilidad con la longitud ello se deberá a un aumento en el espesor de pared. Este fenómeno se puede observar en la Figura Nº 10, donde se grafica el espesor de pared en función de la longitud de fibra.

Espesor de pared-ancho de fibra. Esta relación en el total de las fibras medidas se puede ver en la Figura Nº 11.

Hay una relación directamente proporcional entre espesor de pared y ancho de fibra. Es decir, que cuanto más ancha es la fibra más gruesa es la pared. Es como que si el patrón natural morfológico fuera aumentar el espesor al crecer el tamaño del lumen.

Sin embargo, analizando la línea teórica de coeficiente de flexibilidad constante, (recta gris, Figura Nº 11), observamos que no se compensan ambas variables y el coeficiente de flexibilidad real va aumentando menos que el teórico. Esto indica que las fibras se hacen más rígidas cuanto más angostas son, como se aprecia en la Figura Nº 12.

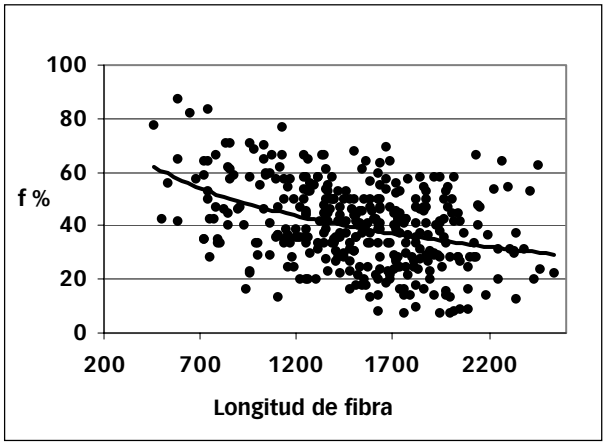

FIGURA 8: relación entre coeficiente de flexibilidad y longitud de fibra (µ)

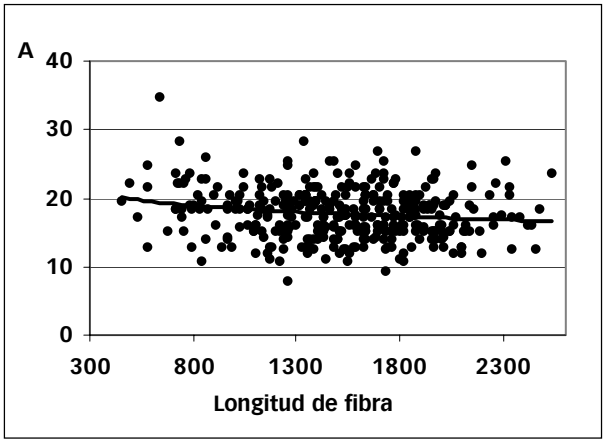

FIGURA 9: relación entre ancho (µ) y longitud de fibra (µ)

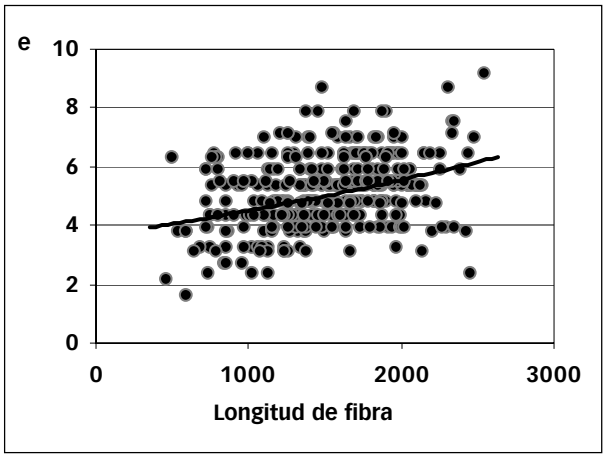

FIGURA 10: relación entre espesor de pared (µ) y longitud de fibra (µ)

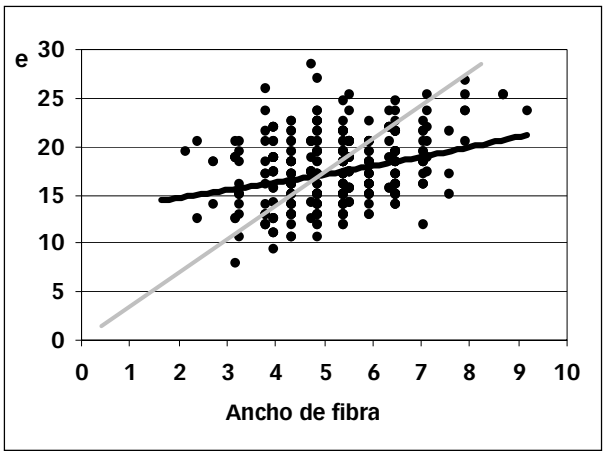

FIGURA 11: relación entre espesor de pared (µ) y ancho de fibra (µ)

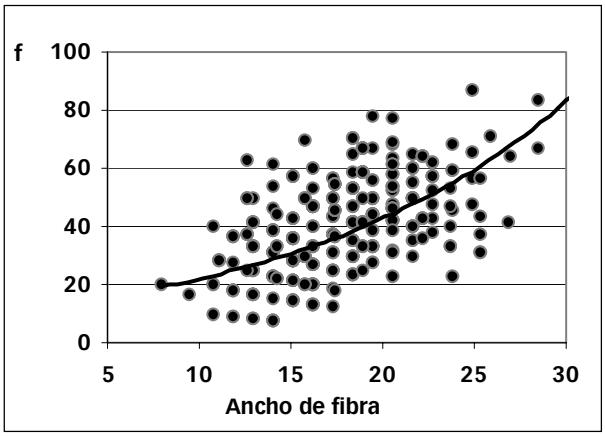

FIGURA 12: relación entre coeficiente de flexibilidad (µ) y ancho de fibra (µ)

CONCLUSIONES

Las fibras libriformes de Peteriby, *Cordia trichotoma,* poseen un ensanchamiento hacia el centro de su longitud. Este rasgo morfológico es poco frecuente. A mayor longitud de fibra es menos abultado y más estrecho.

A diferencia de las maderas estudiadas anteriormente, *Ilex paraguariensis y Ocotea puberula*, en Peteriby no se hallaron dos poblaciones fibrosas definidas por sus parámetros estadísticos.

El espesor de pared aumenta a medida que aumenta el ancho de fibra pero no en forma suficiente para mantener el coeficiente de flexibilidad constante. De tal manera, las fibras más anchas poseen mayores coeficientes de flexibilidad.

A medida que aumenta la longitud de fibra, el coeficiente de flexibilidad disminuye. Por su parte, el ancho de fibra es independiente de la longitud.

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas y firmas que contribuyeron a la recolección de las Muestras: Roberto Pascutti y R. Meaurio, de Celulosa Argentina; Victoriano Benítez, de Pto. Piray; Aserradero Alba Posse, de Posadas; R. Ruthge, de Cerro Azul y Asociación Jardín Botánico de Posadas.

PERSONAL TÉCNICO INTERVINIENTE

Laboratorio químico: Olga Barboza; Mónica Reinoso; Carlos Nuñez (PROCYP).

Laboratorio microscopía: Raquel Fretes, Carlos Nuñez.

Estadísticas: Susana Martos. ●

REFERENCIAS

1. Núñez, C. E. *Densidad y Composición Química y Celular de la Madera de Peteriby, Cordia trichotoma (Vell) Johns*. Revista de CyT de la FCEQyN. UNaM. Año 1, Nº1.

2. Núñez, C. E. *La Madera de Peteriby, Cordia trichotoma, (Vell) Johns., como Recurso Fibroso. I - Morfología, Dimensiones y Variación con la Edad de los Elementos Celulares*. Revista de CyT de la FCEQyN. UNaM. Año 1, Nº1.

3. Núñez, C. E. *Aptitud Papelera de los Residuos Leñosos de la Elaboración de la Yerba Mate*. Proceedings de las Séptimas Jornadas Técnicas de la Yerba Mate. Apóstoles (Misiones). 1982.

4. Area, M. C.; **Fretes**, R.; ATIPCA 27 (2), 1988, p. 46.

5. Hillton, N. R. *Microscopía de la Madera*. Celulosa Argentina S.A. Capitán Bermúdez. 1970.

6. Tortorelli, L. Revista de Investigaciones Forestales. Buenos Aires. Tomo 4. Nº 1. 1963.