

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

I - MORFOLOGÍA, DIMENSIONES Y VARIACIÓN CON LA EDAD DE LOS ELEMENTOS CELULARES

Núñez, Carlos E.

Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.

Félix de Azara Nº 1552 - Posadas - Misiones. - (3300) Telefax: 03752- 423745.

Correo Electrónico: nunez@fceqyn.unam.edu.ar

Cordia trichotoma (Vell) Johns. WOOD AS A PAPERMAKING RAW MATERIALS. 1. MORPHOLOGY, DIMENSIONS AND AGE VARIATION OF CELLULAR ELEMENTS

ABSTRACT

South American *Cordia trichotoma* wood was studied as a possible raw material for papermaking. The objective of this work was to evaluate if *C. trichotoma* thinings could be used as papermaking raw material, supposing its industrial culture is possible. The morphology of wood elements and their variation with the age of trees were evaluated. Fiber dimensions (Length 1491 microns, fiber diameter 15.7 microns, cell wall thick 5.11 microns) indicate that they are longer, narrower and ticker than fibers of regional *Eucalyptus* species. Growths rings study shows that fiber lengths increase uniformly and that there was a diminution of fiber width between the ninth and the twenty-first ring. Fiber wall thickness and fibril angle presented a constant value. These fiber characteristics confirm that only young trees could be used as papermaking resources.

KEY WORDS: *Cordia*, fiber structure, fiber dimensions, plant tissues, growth rings, South America.

RESUMEN

Se estudió la morfología celular y su variación con el crecimiento de la planta, de la madera de peteriby, *Cordia trichotoma* (Vell.) Johns., natural del Cono Sur sudamericano, para determinar la aptitud papelera de raleos de futuras plantaciones comerciales. Se halló una longitud de fibra de 1.491 micras, un ancho de fibra de 15,7 micras y un espesor de pared de 5,11 micras. Estos valores indican que esta madera posee fibras largas, angostas y macizas, en comparación con las de los *Eucalyptus* papeleros de la región, que la hacen de limitada aptitud papelera. Respecto a las variaciones con la edad de la planta, se halló un aumento sostenido en la longitud entre el noveno y el vigésimo sexto anillo, una disminución del ancho y constancia en el espesor de pared y ángulo fibrilar. De estos resultados se concluye que desde el punto de vista morfológico la única madera de características aceptables para fibra sería la de pocos años de edad, acentuándose las características negativas con los años. Ello confirma la posible utilización de los raleos.

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

INTRODUCCIÓN

Cordia trichotoma, (Vell.) Johns., llamado comúnmente *Peteribí* por su nombre indígena, es una especie de la familia de las borragináceas, que crece en toda la zona septentrional del Cono Sur sudamericano. Mayores datos silvícolas y comerciales se describen en otro trabajo publicado en este mismo cuerpo [1].

En la elección del estudio de esta madera se tuvo en cuenta el criterio de optimización del uso del suelo como biomasa, es decir, realizar plantaciones densas de las que se harían raleos periódicos hasta dejar los mejores individuos para madera. De esta forma los rollizos extraídos podrían ser materia prima fibrosa, de la misma manera como se manejan actualmente las plantaciones de coníferas.

En el presente trabajo se estudiaron los parámetros biométricos de los elementos fibrosos de su madera, es decir, longitud, ancho, espesor de pared y ángulo fibrilar sobre el mismo elemento, y no como se hace habitualmente utilizando cortes de madera para el ancho y el espesor de pared, y disgregados para longitud y ángulo fibrilar.

Se efectuó también la separación de la madera anillo por anillo, y se fueron analizando los parámetros biométricos y la morfología de los elementos producidos por la planta año a año, es decir en función a su edad.

Con ello se trató de extraer información referida a las variaciones de la madera producida cuando la planta tiene la edad de los eventuales raleos utilizables para fibra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información completa sobre la metodología se describe en otro trabajo publicado en el mismo cuerpo de esta revista [1], siendo el siguiente un resumen.

Madera

Se trabajó con cinco troncos de la provincia de Misiones, que se cortaron en rodajas de aproximadamente 25 cm de espesor. De ellas se extrajeron sectores circulares que se trozaron como para hacer unos 2 Kg de *chips* manuales, que se cuartearon hasta llegar a 400 gramos.

Disgregado

Una fracción de dichos *chips* se disgregó 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 60°C, hasta desfibración parcial.

El material disgregado fue paulatinamente extraído para evitar un exceso de deslignificación.

Con este procedimiento se consiguió obtener los elementos celulares separados pero rígidos, de manera de poder leer *in vitro* los tres parámetros fibrosos correspondiente a la misma fibra. El proceso habitual consiste en medir por separado el ancho y espesor de pared en cortes de madera y la longitud en disgregados.

Esto se pudo realizar no solamente por el método de disgregación descrito, sino también por la rigidez propia de las fibras estudiadas, que no permite su colapsamiento *in vitro*.

Medición de parámetros celulares

Se prepararon los *slides* según la técnica general de Hillton [2].

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 un valor promedio prácticamente igual en ambos casos.

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.

Como se desarrollará en un trabajo posterior, se halló que las fibras de *Cordia trichotoma* poseen un marcado ensanchamiento en la parte central, lo que hace variar mucho el coeficiente de flexibilidad a lo largo del mismo individuo.

Puesto que este fenómeno es inusual, no se halló información sobre los criterios metodológicos de medición en este caso particular.

Por ello se adoptó el de medir el ancho de fibra en un sitio donde mediciones previas hubieran mostrado que se aproximaba al ancho promedio. Para ello se eligieron cinco fibras representativas y se les midió el ancho en toda su longitud cada cinco micras.

Se constató que los promedios coincidían en todos los casos con una zona cercana al ensan-

chamiento y en ella se midió el ancho en el resto de las fibras.

El ángulo fibrilar se determinó según la técnica de Tamolang *et al.* [3], en los elementos en los que era visible el ángulo de las puntuaciones.

Se midieron de esta manera unos 400 elementos fibrosos y se observaron en total unos 4.600 elementos celulares entre cortes y disgregados.

Las definiciones de los parámetros utilizados fueron las siguientes:

longitud de fibra: la distancia entre las dos puntas de la fibra, medida por el eje principal;

ancho de fibra: para un punto dado de la longitud de la fibra, la distancia entre los puntos extremos de la misma perpendicular a dicho eje, según se observaron en los disgregados, es decir con el elemento extendido sobre el vidrio del portaobjetos. Como ya se dijo este valor de ancho es igual al leído en un corte transversal de la madera por la falta de colapsamiento de las fibras;

espesor de pared: el espesor observado por transparencia en la fibra extendida sobre el vidrio del portaobjetos;

coeficiente de flexibilidad: la relación entre ancho del lumen y el ancho de fibra;

coeficiente de fieltrabilidad: la relación entre la longitud y el ancho de la fibra.

Medición de elementos celulares por anillos

Este punto se efectuó sobre un solo tronco por los pocos años que poseían algunos de ellos, y la falta de definición de otros. El elegido fue uno de los dos troncos de Puerto Piray, de 34 cm de diámetro sin corteza, al que se le contaron 35 anillos de crecimiento.

Fue muy dificultosa la identificación del límite anual entre madera tardía y temprana, puesto que en estas especies subtropicales el período fenológico de cesación del crecimiento es de corta duración y variable año a año.

Sin embargo, por fino pulimento de las superficies transversales de las rodajas y considerable práctica, se pudieron definir las finas líneas que lo definen, pudiendo aseverar que los anillos anuales fueron separados sin error significativo.

Otro problema surgido fue debido al hecho de que estos árboles crecidos naturalmente en el monte, poseen sus primeros anillos muy estrechos, puesto que tienen que abrirse paso hasta la luz de los estratos superiores antes de formar una

copa considerable y crecer en diámetro más que en altura. Por lo tanto, no se pudo estudiar la madera juvenil, y la primer madera separada fue la del noveno anillo.

Este hecho limitó el estudio de la madera del árbol joven, situación que se podría revertir solamente realizando una plantación artificial con los espaciamientos y cuidados necesarios.

Una vez separada la madera de cada anillo se disgregó con el método citado anteriormente y se midieron 170 fibras de cada uno de los anillos números 9, 15, 21, 27 y 33 a partir de la médula.

Definiciones morfológicas

Se definió como fibra libriforme aquel elemento fibroso que no tuviera puntuaciones visibles o, de tenerlas, fueran pocas y apenas visibles. Como caracteres secundarios se observó que fueran largas, de extremos agudos y paredes gruesas.

En las fibrotraqueidas, por el contrario, se englobaron las fibras que tenían puntuaciones visibles, siendo rasgos secundarios menor longitud, mayor anchura y paredes finas.

En general hubo concordancia entre el rasgo definitorio, las puntuaciones, y los otros de carácter secundario, observándose una relativa baja cantidad de elementos indefinidos, que oscilaron entre el 6 y el 17%, Tabla 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensiones de los elementos fibrosos

Los valores de todas las mediciones realizadas y de los coeficientes de ellas derivados, se muestran en la Tabla 1.

De su análisis se desprende que en líneas generales, las fibras de *Cordia trichotoma* son largas, finas y macizas, con respecto a las de los *Eucalyptus* papeleros de la región, cuyos parámetros promedios se muestran en la columna indicada con un asterisco.

El hecho de ser espesas, es decir tener un bajo coeficiente de flexibilidad, está de acuerdo con la alta densidad hallada para su madera en un trabajo anterior [1].

Si se comparan los valores hallados con los de la única referencia que se posee sobre esta madera, el estudio de Colcombet de 80 especies de la selva misionera [4], encontramos gran similitud en los valores de longitud y espesor de pared,

Tabla 1: Dimensiones de los elementos fibrosos de *Cordia trichotoma*

Parámetro	Nº de lect.	Promedio	Desv. Est.	<i>Eucal.</i>
Longitud de fibra (?)	413	1.491,5	113,8	926
Ancho de fibra (?)	406	15,7	3,2	18
Espesor de pared (?)	417	5,11	1,11	2,0
Ángulo fibrilar (°sexag.)	85	8,5	3,0	10
Coef.de fieltrabilidad	402	92	31	51
Coef. de flexibilidad(%)	402	40	15	73

dado que en ese trabajo se encontraron 1.560 y 4,9 micras respectivamente.

No sucede lo mismo con el ancho de fibra, puesto que dicho autor halló 26,3 micras, es decir, una significativa diferencia con el hallado que fue de 15,7 micras.

Esta diferencia hace variar el coeficiente de flexibilidad de 63% para dicho trabajo, a 40 para los valores hallados en éste, lo que implica pasar de un aceptable valor papelerero a otro que no lo es.

Si bien Colcombet no indica la metodología utilizada en las mediciones, se infiere que la diferencia se debe al criterio de efectuar las mediciones hacia el medio de la fibra.

Dado el ensanchamiento que poseen las fibras de *Peteribí* en su parte central, es posible que dicho autor haya publicado no el valor promedio de ancho sino el máximo.

Esta idea puede apoyarse en el hecho que utilizando en las estudiadas ese valor máximo, 24-27 micras, se obtiene 59-66% de coeficiente de flexibilidad, que coinciden perfectamente con el de Colcombet.

Al margen de cuál sea el valor más adecuado para la predicción del comportamiento de las fibras en la hoja de papel, debemos destacar aquí no sólo la importancia de la descripción suficientemente detallada de las metodologías utilizadas, sino las dificultades que presenta efectuar un trabajo de esta índole que abarca gran cantidad de especies.

En estos trabajos, en razón de su magnitud, se efectúan análisis superficiales de cada especie,

sin tener en cuenta las desviaciones al comportamiento del modelo morfológico ideal, siendo ello particularmente válido para las latifoliadas provenientes de bajas latitudes.

En este caso, dado que se utilizó dicho trabajo para la elección de las maderas a estudiar con fines papeleros, significó haber elegido una especie que de promisorio pasa a estar cerca de no ser apta.

La longitud de fibra del *Peteribí*, aproximadamente 1,5 mm de promedio, es un valor interesante dentro de las latifoliadas. Se halla muy por encima del de las utilizadas comercialmente en la región: 700-1.100 micras para los *Eucalyptus* [5] [6] [7]; 750-1.300 para las *Salicáceas* [8] [9] [10], y es casi tan alta como las del género *Podocarpus* de coníferas.

Esta alta longitud de fibra debería influir favorablemente en la resistencia a la tracción y a la explosión, que dependen de ella significativamente.

Con respecto al ángulo fibrilar su valor es bajo, aún más que el de los *Eucalyptus*, y siguiendo los resultados de Tamolang *et al.* [11], ello implicaría alto valor de resistencia individual de fibra, y por ende de la resistencia al rasgado.

Los resultados de las mediciones fibrosas en los anillos de crecimiento se muestran en la Tabla Nº 2 y en las Figuras 1, 2, y 3.

De ellos se desprende que varios parámetros se modifican de forma considerable desde la médula al *cambium*.

La longitud de fibra denota un aumento sostenido que lleva su valor desde 1.353 micras en el

Tabla 2: Variación de elementos con la edad de la madera

Nº Anillo	9		15		21		27		33	
Parámetro	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S
Longitud (?)	1353	369	1.491	427	1.532	322	1.632	332	1.767	371
Ancho (?)	17,1	5,9	15,1	4,6	14,0	2,7	14,2	3,6	12,1	2,4
Espes. pared (?)	3,9	1,1	3,7	0,8	4,0	0,8	3,9	0,9	3,8	0,9
Fieltrabilidad %	79	-	99	-	109	-	116	-	145	-
Flexibilidad %	54	-	51	-	43	-	45	-	37	-
Ángulo fibrilar °Sx	7,0	2,3	7,5	2,7	6,8	-	6,1	3,0	7,5	2,8
Fib.libriiformes %	7	-	4	-	12	-	22	-	28	-
Fibrotraqueidas %	83	-	90	-	70	-	72	-	58	-
Indeterminado %	10	-	6	-	17	-	6	-	14	-

noveno anillo a 1.767 en el 33ro., es decir un 30%; Figura 1.

Este hecho ha sido observado en otras maderas tanto coníferas como latifoliadas [12] [13] [14].

En general se halla un aumento sostenido en los primeros años de la madera juvenil, para luego seguir aumentando de manera mucho menor hasta hacerse constante. En este caso no se pudieron medir los primeros anillos por lo ya explicado.

El ancho, por el contrario, si bien varía lo hace de forma inversa, es decir, disminuye con el número de anillo desde 17,1 hasta 12,1, lo que corresponde a una merma de un 30%. El espesor de pared aparece prácticamente invariable.

La relación de estos parámetros fibrosos redundante en un importante aumento de la fieltrabilidad, Figura 2, en la que se unen los dos efectos de aumento de longitud y disminución de los anchos respectivos.

Por otro lado la disminución menos marcada de la flexibilidad sólo se debe a la reducción del ancho de fibra, puesto que el espesor se mantiene constante.

De esta manera, en el espécimen estudiado a medida que el árbol crece, las fibras se van haciendo cada vez más largas, más finas y más rígidas,

es decir que, salvo por la longitud, se van alejando del óptimo papelerero.

Si se analiza la proporción de fibras libriiformes y fibrotraqueidas, Figura 3, podemos observar que en una cierta medida estos cambios se pueden atribuir a un proceso de variación de las cantidades relativas de tejidos formados y no a una modificación general del total de los elementos.

Es como que si la planta produjera cada vez más fibras de sostén en detrimento de las que también poseen actividad conductora. Esta aseveración que no queda bien explicada aquí, se tratará en un próximo trabajo sobre morfología.

De esta manera, las fibrotraqueidas que son el 90% del total en el 9no. anillo, se reducen en el último a solamente el 58%. Por ende, y desde este punto de vista, la mejor madera de *C. trichotoma* para pulpa sería la de pocos años de edad.

Este juicio está de acuerdo con lo hallado en trabajos anteriores [1], por lo que se confirma la posibilidad de una eventual utilización de los raleos para utilizarla como recurso papelerero.

Con respecto al ángulo fibrilar, que es inversamente proporcional a la resistencia individual de fibras, no es alterado por la edad del árbol manteniendo su excelente bajo valor.

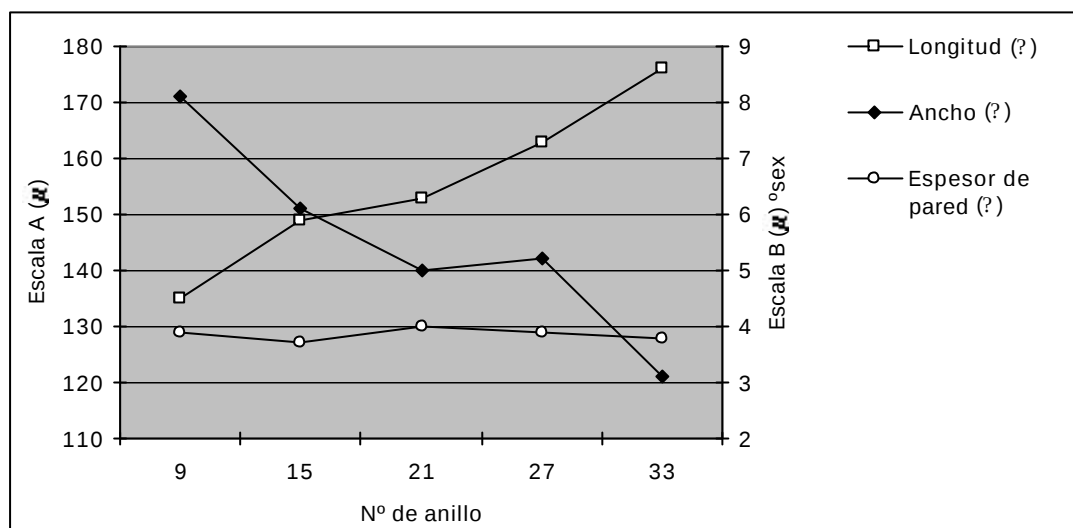


FIGURA 1: Variación de los parámetros fibrosos con la edad

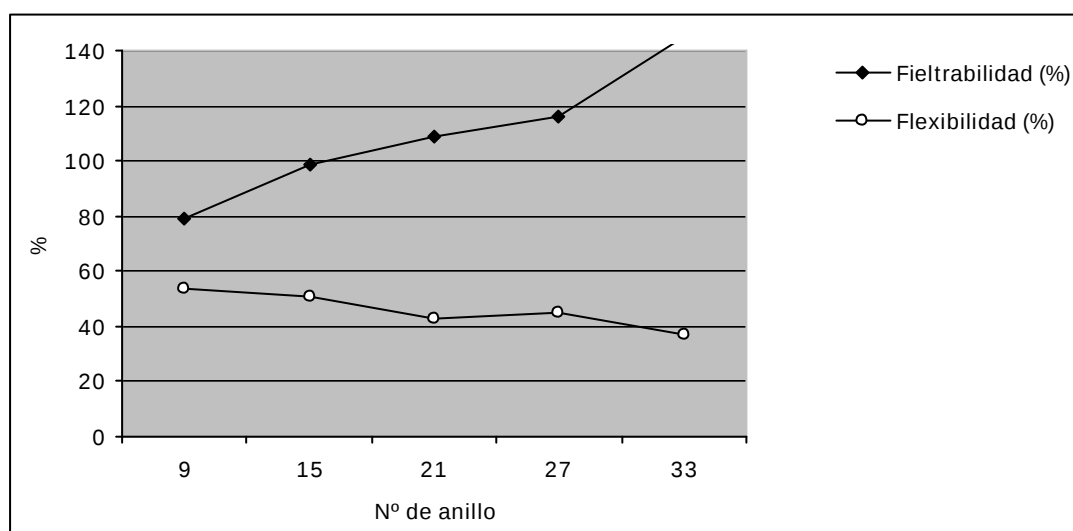


FIGURA 2: Variación de los coeficientes de fieltrabilidad y flexibilidad con la edad

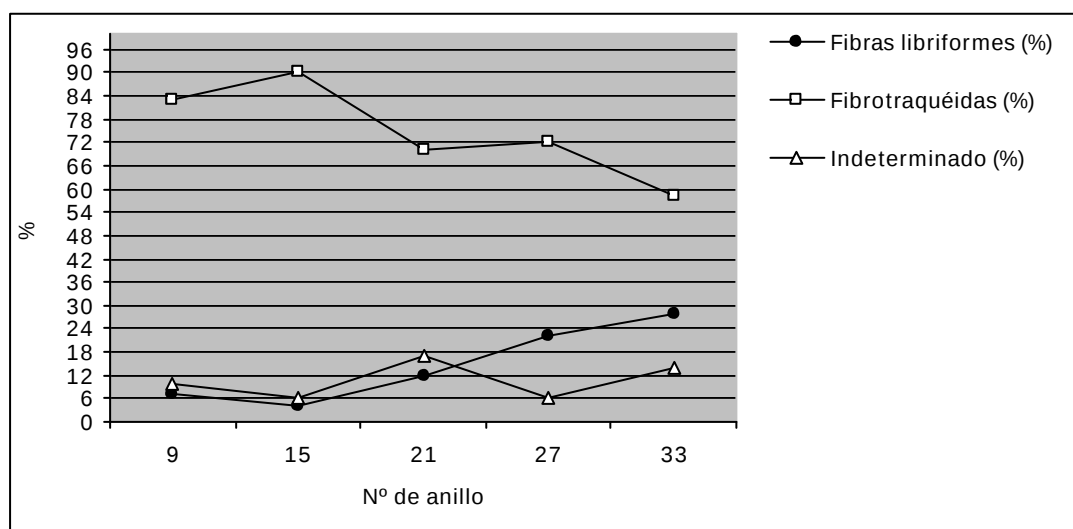


FIGURA 3: Variación de los tejidos con la edad

CONCLUSIONES

Las características biométricas de las fibras de *Peteribí* indican una aptitud papelera limitada.

En comparación a las de los *Eucalyptus* papeleros de la región son largas, finas y macizas. Su longitud de fibra más elevado y su bajo ángulo fibrilar podrían contribuir en alguna medida a disminuir el efecto negativo de su bajo coeficiente de flexibilidad, particularmente en lo que se refiere a las propiedades que dependen de la resistencia individual de fibras.

A medida que el árbol crece se acentúan las características negativas de sus fibras, por lo que la edad más conveniente para su utilización será la temprana, en concordancia con lo hallado en trabajos anteriores.

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas y firmas que contribuyeron a la recolección de las Muestras: Roberto Pascutti, R. Meaurio y Victoriano Benítez, de Celulosa Argentina; 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 Núñez (PROCYP).

Laboratorio microscopía: Raquel Fretes; Carlos Núñez (PROCYP).

REFERENCIAS

1. NÚÑEZ, C. E., *Densidad y Composición Química y Celular de la Madera de Peteribí, Cordia trichotoma* (Vell) Johns. Ver en este cuerpo de la Revista de C. y T. de la Fac. Cs. Ex. Quím. y Nat.
2. HILLTON, N. R., *Microscopía de la Madera*. Celulosa Argentina S.A. Capitán Bermúdez. 1970.
3. TAMOLANG, G. N.; VAANGARD, F. G.; KELLOGG, R. M., TAPPI 50 (2) 1967. Pág. 68.
4. COLCOMBET, R., Actas del Primer Congreso Forestal Argentino. Buenos Aires. Pág. 972. 1969.
5. FOELKEL, C.; ZVINAKEVINICIUS, TAPPI 63 (3) 1980.
6. SUCATTE, S.; GARONE, M.; TACCONI, R., ATIPCA 19 (5) 1980. Pág. 7.
7. NÚÑEZ, C., *Proceedings*. 25° Congreso Técnico ATIPCA. Pág. 113. 1989.
8. TAMOLANG, G. N.; VAANGARD, F. G.; KELLOGG, R. M., TAPPI 50 (2). Pág. 68. 1967.
9. BONAVIDA de GUTH, E.; PIUSSAN, C., 25° Congreso Técnico ATIPCA. Pág. 265. 1989.
10. BONAVIDA de GUTH, E., *Proceedings*. 17° Congreso Técnico ATIPCA. Pág. 23. 1981.
11. TAMOLANG, G. N.; VAANGARD, F. G.; KELLOGG, R. M., TAPPI 50 (2) 1967. Pág. 68.
12. AREA, M. C.; FRETES, R., ATIPCA 27 (2). Pág. 46. 1988.
13. REPETTI, R.; TACCONI, R.; CASAL, O.; CASABONA, A., *Proceedings*. 17° Congreso Técnico ATIPCA, Buenos Aires. Pág. 51. 1981.
14. MARTON, R.; RUSHTON, P.; SACCO, J. S.; SUMIYA, K., TAPPI 55 (10). Pág. 1.499. 1972.