

Aspectos anatómicos de la madera en relación con la fabricación de papel

Biol. Edwin Canessa A.*

BREVE HISTORIA DE LA MANUFACTURA DE PAPEL

Los registros del hombre primitivo fueron hechos sobre piedra, grabados con instrumentos semejantes a cinceles o escritos con ocre coloreado. Luego fueron empleados otros materiales más convenientes como por ejemplo trozos de madera de bambú, corteza y hojas de algunas plantas para hacer sus grabados.

Los egipcios, desde el principio de su historia, preparaban un material llamado papiro, obtenido de una planta del mismo nombre que crecía en las riberas del río Nilo. En el transcurso de los siglos, diferentes materiales fueron usados, la mayoría de ellos de origen vegetal. Para 1860, la materia prima para la producción de papel estaba representada principalmente por fibras de algodón, lino y trozos de tela (trapo). Los trapos eran usados para fabricar papel de diferentes calidades, desde periódico hasta papel para escritura (Tucker, 1924).

Esta situación provocó una escasez de trapo en los países productores de papel en Europa y América.

El descubrimiento de los diferentes procesos de producción de pulpa para papel a partir de la madera (proceso de pulpado mecánico: madera molida; proceso de Soda; al sulfito), aliviaron la situación y dieron a la industria papelería la oportunidad de expandirse.

FACTORES QUE INFLUYEN

En teoría, cualquier tipo de madera puede servir para la producción de pulpa para papel ya que el componente básico, celulosa, está presente en todas las especies, pero en la práctica lo que

se obtiene son diferentes calidades, desde muy mala hasta excelente, dependiendo de la clase de madera utilizada.

Las especies empleadas en la producción de pulpa para papel deben presentar ciertas características tanto desde el punto de vista anatómico como en sus propiedades físicas y químicas. Para determinar en forma definitiva si una especie es útil para la fabricación de papel de distintas calidades, deben analizarse los tres factores aunque, en este artículo analizaré únicamente los factores anatómicos que afectan la fabricación de papel.

FACTORES ANATOMICOS

Desde este punto de vista, los parámetros más indicativos de si una especie puede o no ser utilizada para la elaboración de pulpa para papel son:

1. Dimensiones de las fibras (longitud total, espesor de la pared, diámetro total y diámetro del lumen o cavidad celular).
2. Porcentaje de pared celular presente.
3. Porcentaje de fibras, vasos y parénquima presentes.

Para el caso de especies pertenecientes a las gimnospermas, los dos primeros puntos son los más importantes y el tercero no debe ser tomado en cuenta ya que este grupo no presenta vasos en su madera.

Para el grupo de las Angiospermas, casi todas las especies, con algunas excepciones (género *Drimys*), presentan vasos como elementos muy importantes de su tejido vascular.

* Labora en el Instituto Tecnológico de Costa Rica como investigador del CIIM.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

a. Longitud de las fibras:

Este es un aspecto que influye notablemente en la calidad del papel que se puede obtener. Entre más largas sean estas mayor es el área de contacto entre unas y otras, lo que brinda gran resistencia al producto.

La Figura No. 1 es una fotomicrografía de papel fino para escritura tomada al microscopio de transmisión electrónica según la técnica de "réplica de carbón directa" (Coté, 1964). En ella se puede observar cómo las fibras de celulosa se entrelazan unas con otras para formar una red muy compleja que dará al producto final ciertas características especiales.



FIG. No. 1 Fotografía al microscopio de transmisión electrónica de papel fino para escritura. (4.000 x).

Foto: Edwin Canessa.

Otro aspecto que hay que tener en mente con respecto a la longitud de las fibras es la parte del árbol de la que proviene la madera para la producción de pulpa para papel, ya que existen muchas variaciones con respecto a las características anatómicas en diferentes partes del árbol. En nuestras investigaciones hemos podido detectar que hay un patrón de varia-

ción en la longitud de las fibras, tanto en sentido radial (de la médula hacia la corteza) como en sentido axial, de la base del tronco hacia la copa. Por ejemplo, en el caso de la Fruta dorada (*Virola Koschni*) las fibras aumentaron su longitud en más del doble conforme aumentó la distancia con respecto a la médula. Esto significa que la madera obtenida de

árboles muy jóvenes, de poco diámetro, o de la madera de la parte central de árboles adultos en esta especie, produciría un papel de inferior calidad al que se producirá con la madera de partes más adultas del árbol.

b. Dimensiones transversales:

Estas dimensiones se refieren tanto al diámetro total de las fibras como al grosor de la pa-

red y diámetro del lumen. (Figura No. 2). Existe un índice conocido como el factor Runkel desarrollado por R. O. Runkel (1952) para la medición de células en el estudio de maderas tropicales para la producción de pulpa para papel. Este factor (R) relaciona el espesor de la pared celular (e) con el diámetro del lumen (d) de la siguiente forma:

$$R = \frac{2 \cdot e}{d}$$

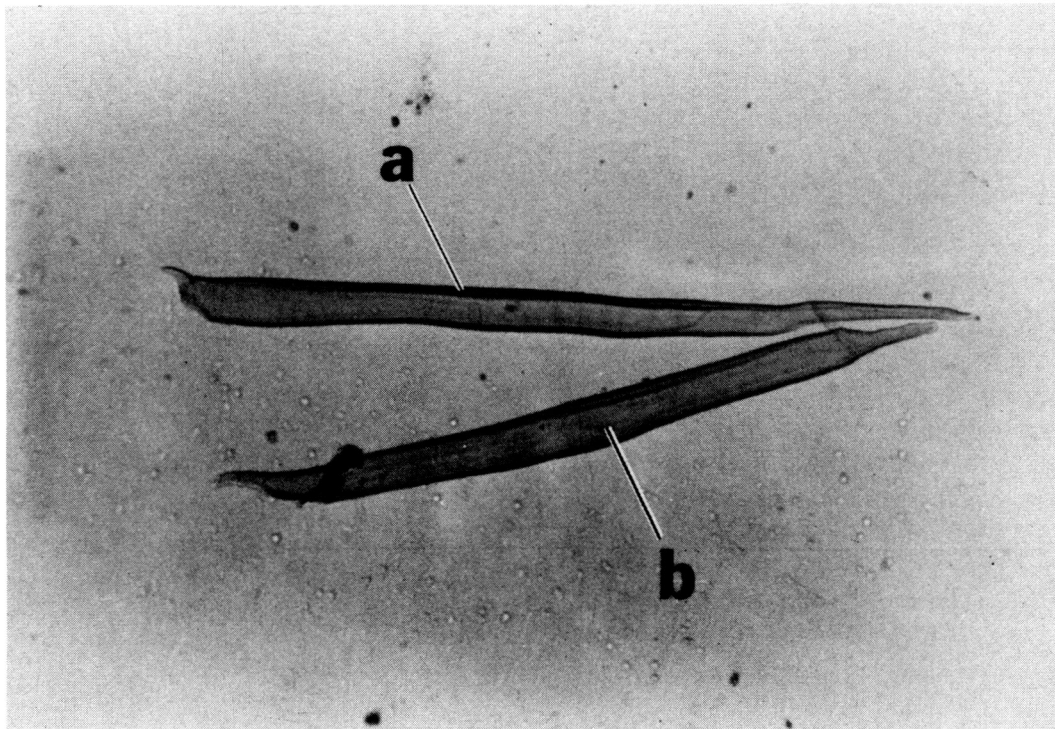


FIG. No. 2 Fibras individuales de la madera de Capulín (*Trema micrantha*) en las que se puede observar:

- a. Pared celular
- b. Cavidad celular o lumen

Foto: Edwin Canessa

CUADRO No. 1 Categorías establecidas por el factor Runkel

GRUPO	VALOR DE R	CATEGORIAS
I	Hasta 0.25	Excelente para papel
II	0.25 – 0.50	Muy buena para papel
III	0.50 – 1.00	Buena para papel
IV	1.00 – 2.00	Regular para papel
V	2.00	Mala para papel

Con los valores así obtenidos, se establecen cinco categorías o grupos, representados en el cuadro No. 1

En las investigaciones realizadas con algunas especies forestales representadas en Costa Rica, el único parámetro estudiado es este factor, que por sí solo no es concluyente a no ser que, como se mencionó anteriormente, vaya acompañado por estudios realizados sobre otros parámetros.

De acuerdo al cuadro No. 1 algunas de nuestras maderas pueden clasificarse de la siguiente forma:

CUADRO No. 2 Clasificación de algunas maderas costarricenses de acuerdo con el factor Runkel (ver apéndice A), basado en el trabajo de Ritche (1968)

I	II	III	IV	V
Javillo	Ceiba Laurel Jaúl	Espavel María Papayillo	Guapinol Gallinazo Cerillo	Níspero Nazareno Roble

Como se puede observar en el cuadro anterior, la calidad para producción de papel disminuye conforme aumenta la gravedad específica de la madera.

Las más duras, con alto valor específico, se encuentran en los grupos IV y V, mientras que las más suaves se encuentran en los grupos I y II.

Este comportamiento está relacionado con las características de la pared celular de las fibras, entre más gruesa sea dicha pared (e), la cavidad celular o lúmen (d) es más angosto y viceversa, en otras palabras, son inversamente proporcionales. Si la pared es muy gruesa la fibra tiende a ser muy rígida, tiene poca flexibilidad, y esta última característica es muy necesaria para la producción de un buen papel. Por otro lado, si la pared es muy delgada y el lúmen muy ancho la resistencia del papel producido se vería afectada negativamente.

Un último aspecto que debe analizarse es el porcentaje de cada uno de los elementos que conforman la madera, a saber: fibras, vasos y células de parénquima. Los vasos y las células de parénquima presentan características diferentes a las de las fibras.

En la Figura No. 3, se puede observar un macerado de madera de Capulín (*Trema micrantha*). El macerado consiste en la separación de las células que forman la madera mediante la acción química de reactivos específicos. Obsérvese que los vasos (a) son más cortos y de mucho mayor diámetro que las fibras (b). Las células de parénquima (c)

son aún mucho más pequeñas. El hecho de que sean células tan cortas y de pared tan poco desarrollada es un factor negativo para la calidad del papel, por lo tanto es importante calcular el porcentaje aproximado de estos elementos presentes por volumen de madera.

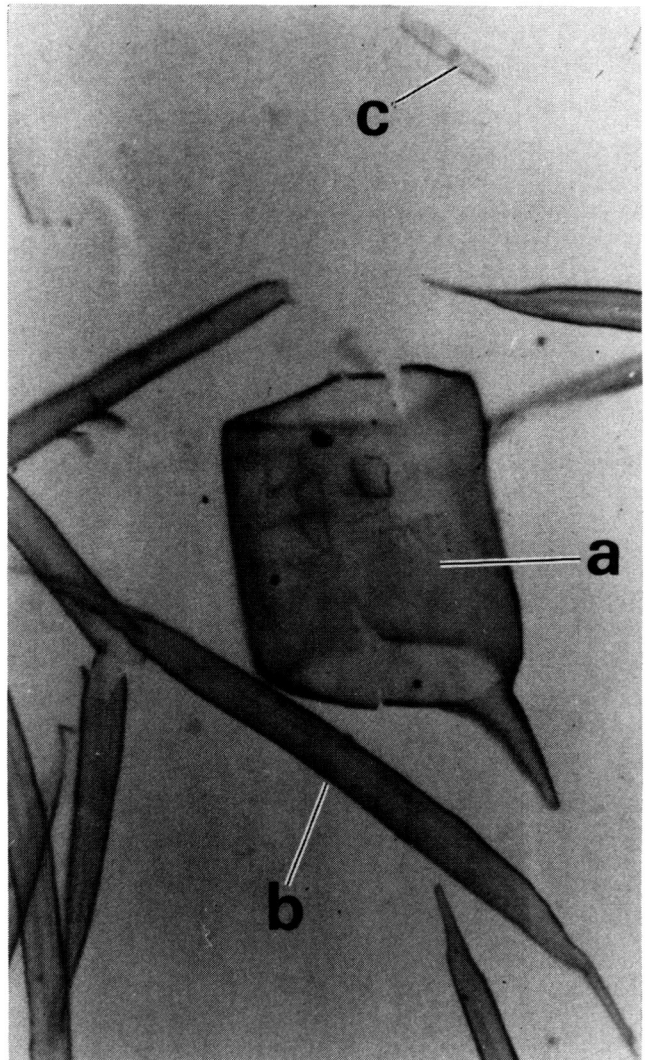


FIG. No. 3

Fotografía al microscopio de luz (40 x) de macerado de madera de Capulín (*Trema micrantha*) mostrando:

- a. Célula de los vasos
- b. Fibras
- c. Células de parénquima

Foto: Edwin Canessa

APENDICE A

Nombre científico y gravedad específica de las especies mencionadas en el **CUADRO No. 2.**

Javillo	Hura crepitans	0.34
Ceiba	Ceiba pentandra	0.24
Laurel	Cordia alliodora	0.35
Jaúl	Alnus acuminata	0.40
Espavel	Anacardium excelsum	0.38
María	Calophyllum brasiliense	0.47
Papayillo	Didymopanax morototoni	0.53
Guapinol	Hymenaea coubaril	0.79
Gallinazo	Schizolobium paraibum	0.67
Cerillo	Symphonia globulifera	0.55
Níspero	Manilkara achras	0.87
Nazareno	Peltogyne purpurea	0.80
Roble	Quercus sp	0.63

LITERATURA CONSULTADA

1. Coté, W. Q., Koran, Z. and Day, A.C. "Replica Techniques for Electrón Microscopy of Wood and Papel". **TAPPI** 47 (8): 477-484. 1964.
2. Richter, A.G. 1968. **Características generales macroscópicas y microscópicas de 113 especies panameñas.** Informe Técnico 3 Mimeografiado pp. 453.
3. Runkel, R.O. "Pulp from tropical wood". **TAPPI** 34 (4): 174-178. 1952.
4. Tucker, E.C., and others. **The manufacture of pulp and paper.** New York: Mc Graw-Hill, 1924. Inc. pp. 223.

AUSA AGENCIAS UNIDAS, S. A.

**22 AÑOS DE EXPERIENCIA EN LA
DISTRIBUCION DE LAS MEJORES
CALIDADES DE**

**PAPEL, CARTULINA Y TINTAS
PARA IMPRENTA Y LITOGRAFIA**

Central Telefónica

23 76 66

Despacho de Papel

22 99 81

Bodegas

23 34 93

Establecida en 1933
 Apartado 10112 - San José, Costa Rica - Télex: 2128

AUSA AGENCIAS UNIDAS, S. A.

AGENTES DE VAPORES EN:
PUERTO LIMON SAN JOSE PUNTARENAS

JOHNSON / EFOA
C.N. LLOYD BRASILEIRO
JUGOLINIYA LINE
MITSUI O. S. K. LINES LTD.
WESTFAL LARSEN LINE
CIA. TRASATLANTICO ESPAÑOLA

**45 Años de experiencia al servicio de los
Importadores y Exportadores Costarricenses
con servicios directos a los principales puertos
de los 5 continentes**

DEPARTAMENTO DE SEGUROS Y RECLAMOS
 Agentes de: "The Institute of London Underwriters"

CENTRAL TELEFONICA

23 76 66

LIMON

58 03 38

PUNTARENAS

61 00 98



Establecida en 1933
 Apartado: 10112
 San José, Costa Rica
 Télex: 2128