

# Características de refinado y resistencia de fibras naturales para la fabricación de materiales de construcción

Aldo Ramírez\*

**S**e llevó a cabo un estudio con miras a establecer los parámetros para combinaciones de diferentes fibras naturales a usar en la fabricación de materiales de construcción. Se consideraron las fibras residuo de la producción de la caña de azúcar (bagazo), del arroz (paja) y de la palma africana (raquis). Asimismo, se determinaron las características del papel y cartón kraft empleados actualmente en el país para la fabricación de estos materiales. Se emplearon diferentes métodos y tiempos de refinado. Los resultados muestran que las fibras estudiadas presentan características particulares para cada una. La paja de arroz presenta las mejores condiciones de refinado y el raquis de palma africana las más difíciles. Sin embargo, en términos de resistencia, el raquis de palma africana presenta las mejores condiciones.

## Introducción

Este estudio se llevó a cabo con miras a establecer los parámetros para combinaciones de diferentes fibras naturales en la fabricación de papeles y cartones usados en la industria de la construcción. Por su abundancia relativa (Ramírez 1986), se seleccionaron las fibras residuo de la producción de la caña de azúcar (bagazo), del arroz (paja) y de la

palma africana (raquis). Asimismo, se determinaron las características del papel y cartón kraft reciclados, empleados actualmente en el país para la fabricación de cartones.

Para establecer los parámetros necesarios para iniciar pruebas de mezclas se requiere saber cuál es el grado de refinado de los materiales actualmente utilizados para la fabricación de estos cartones, así como la respuesta de las fibras seleccionadas ante diferentes tiempos y procesos de refinado. El grado de refinado que recibe un material celulósico determinará en gran medida las características de los materiales que con él se fabriquen (Rodríguez 1970). Estos estudios son necesarios para poder determinar el grado de refinado que debe darse a las fibras para uniformar el material a emplearse en la fabricación de materiales que cumplan con ciertos requisitos mínimos.

## Objetivos

Los objetivos generales de este estudio fueron:

- Determinar el grado de refinado y resistencia de los materiales actualmente empleados en la fabricación de cartones en el país.

\* Ingeniero Civil, M. Sc. Profesor e investigador Asociado. Coordinador, Programa de investigación en Fibras. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

- Determinar las curvas de refino y resistencia para las fibras de paja de arroz, bagazo de caña de azúcar y raquis de palma africana.
- Seleccionar ya sea el grado de refino o la resistencia base a la cual se uniformará el material en estudios posteriores con diferentes mezclas para elaborar papeles y cartones por usar en la industria de la construcción.

## *Procedimiento*

### *Materiales empleados en la fabricación de cartones en el país*

El material de papel, cartón kraft y cartón fabricado en el país (producto de la mezcla de los anteriores) se muestreó en la fábrica. El papel se remojó por lo menos 24 horas y luego, con la ayuda de un molino tipo Hollander, sin carga alguna, se procedió a desmenuzarlo hasta convertirlo en pulpa. A esta pulpa se le determinó el grado de refino y la resistencia a tracción tomando como referencia las normas TAPPI T 205 om-81, TAPPI T 494, y TAPPI T 404, con especímenes de 15 mm de ancho. Para el cartón se emplearon dos métodos diferentes, pues el primero resultó poco eficiente. En el primero se remojó el material al menos 24 horas, para luego desmenuzarlo con el molino Hollander. El segundo método, en seco, consistió en emplear un molino de martillos, obteniéndose así fibra seca. Para ambos métodos se determinó el grado de refino según la norma mencionada previamente. El cartón fabricado con esa mezcla se procesó igual que el papel.

### *Materiales de residuos agrícolas*

Las muestras de fibra se obtuvieron de diferentes zonas productoras del país. Al bagazo y a la paja de arroz se les extrajo el máximo de finos, y se cortaron a un tamaño promedio de 1 a 2 cm. La palma

debió picarse inicialmente con machete a un tamaño parecido. Luego se procesó en un molino de martillos para separarla. Esta se filtró a mano para extraerle los finos. El material remanente fue la base para los estudios siguientes.

Se emplearon tres métodos diferentes para procesarlos y obtener las pulpas, determinados todos por la naturaleza del material empleado, y siguiendo un método semi-químico recomendado y descrito en estudios anteriores (Ramírez 1993) para pulpas a emplearse en material corrugado. A todos los materiales se les determinó el rendimiento de fibra después del método semi-químico de extracción.

El primer método consistió en dar un tratamiento químico leve inicial en frío a los tres en hidróxido de sodio al 2% por 24 horas. El material se lavó y guardó en lonjas para uso posterior. Luego se refinó por medio del molino Hollander a diferentes tiempos para obtener las curvas de refino. Se trabajó el molino a una carga de 5783 g, que fue lo más cercana posible a la estándar recomendada por la norma TAPPI T 200 de 5500 g. Esto debido a que el equipo fabricado no tenía los pesos exactos.

El segundo método, producto de los resultados obtenidos del primer método, consistió en tratar la fibra de raquis de palma en una solución de hidróxido de sodio (también en frío) al 5% por 24 horas, los demás al 2%. Se empleó la carga máxima del molino de 12781 g. Lo anterior se debió a lo difícil que resultaba refinar la fibra de raquis de palma por el método estándar, así como al tiempo demasiado extenso que requería procesar el material.

Se buscó este método alternativo con el fin de reducir el tiempo necesario para procesar el material una vez definido el parámetro de refino o resistencia para las pruebas de mezclas.

El tercer método buscó el empleo de un refinador de discos disponible en la





Compañía Scott Paper de Costa Rica. Se procesó el raquis de palma africana sin tratamiento químico para ver qué resultados se podían obtener en cuanto a grado y tiempo de refino. Cada muestra se pasó dos veces por el molino para uniformarla. Esta fibra, aún después del segundo método, resultaba difícil de procesar por los métodos semi-químicos recomendados para pulpas a ser empleadas en materiales corrugados (Rodríguez 1970).

Se emplearon cinco aberturas de plato: 2,5, 3,5, 4,5, 6,5 y 8,5 x 10<sup>-3</sup> mm. Para los ensayos de tracción de este método se emplearon especímenes de 25,4 mm de ancho debido a las características del material obtenido.

Se realizaron en promedio 10 repeticiones por condición, para un total de aproximadamente 350 ensayos de laboratorio. Todo el material, antes de colocarse en los molinos, se remojó en agua por 24 horas.

### *Discusión de resultados*

El refinado de las fibras estudiadas presenta características particulares para cada una. La paja de arroz presenta las

mejores características, y el raquis de palma las menos deseables.

Los rendimientos obtenidos muestran que la palma africana permite un mayor aprovechamiento del material, ofreciendo pocas pérdidas producto del proceso de extracción empleado (Cuadro 1). En orden descendente le siguen la paja de arroz y el bagazo.

Las características de refino y de resistencia de los materiales empleados actualmente para la fabricación de cartones en el país (Cuadro 2), muestran que el papel posee el mayor grado de refino (205), mientras que el cartón el menor (742). No se observan diferencias entre los métodos de desfibrado en seco y el desfibrado con el molino Hollander, recomendándose por la mayor facilidad de extracción que ofrece, el primer método. La mezcla, como es de esperarse, muestra un grado de refino intermedio (502).

De acuerdo con la relación grado de refino-resistencia, se observa que el papel posee la mayor resistencia (871 g/mm<sup>2</sup>) mientras que el cartón la menor (36 g/mm<sup>2</sup>). La mezcla ofrece una resistencia mayor (1170 g/mm<sup>2</sup>), reflejando el efecto

**Cuadro 1.** Rendimiento de fibra (%) para bagazo de caña de azúcar, paja de arroz y raquis de palma africana.

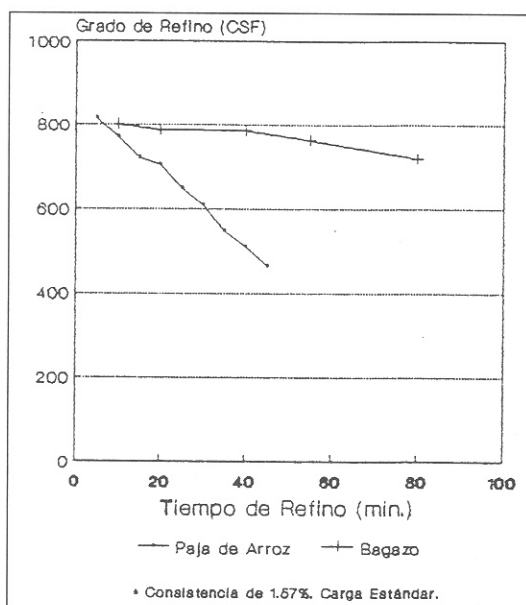
Tipo	Util después de tratamiento mecánico	Util después de tratamiento químico	Util Final
Bagazo de caña de azúcar *	22	66	15
Paja de arroz *	76	53	40
Raquis de palma	71	83	59

Nota: porcentajes por peso y respecto al peso inicial del material.

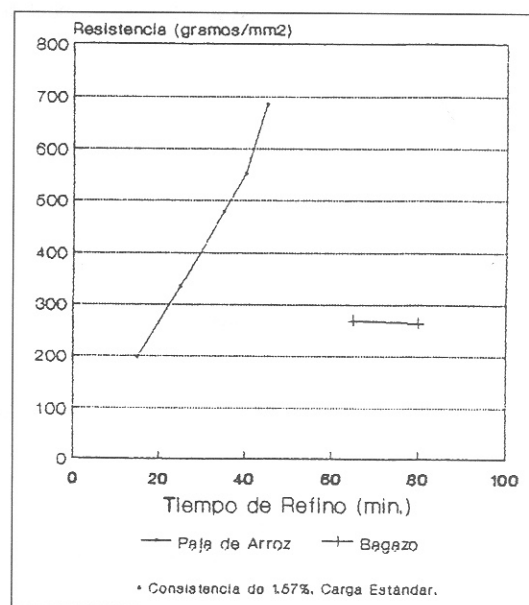
\* Fuente: Ramírez, 1986

**Cuadro 2.** Grado de Refino (según Canadian Standard Freeness) y resistencia a tracción, de los materiales empleados en la fabricación de cartones para uso en la industria de la construcción en Costa Rica.

Material	Grado de Refino	Resistencia (g/mm <sup>2</sup> )
Papel	205	871
Cartón		
Desfibrado en seco	742	36
Desfibrado con el Molino Hollander	740	—
Mezcla	502	1170



**Figura 1.** Grado de refino con el tiempo\*.



**Figura 2.** Resistencia según tiempo de refino\*.

beneficioso en la resistencia que ofrece la combinación de diferentes tipos de fibra.

Las curvas de refino y resistencia para el primer método se muestran en las Figuras 1 y 2.

El segundo programa de refinado (Figuras 3 y 4) muestra una reducción notable en tiempo de refino (para obtener resistencias similares) respecto al primer

programa. Sin embargo, el raquis de palma aún aquí requiere de un tiempo considerable respecto a las otras fibras refinadas.

El tercer programa de refinado (Figuras 5 y 6) muestra el daño aparente que produce el refinado puramente mecánico en las fibras. La reversión en el Grado de Refino que se observa (Figura 5) para

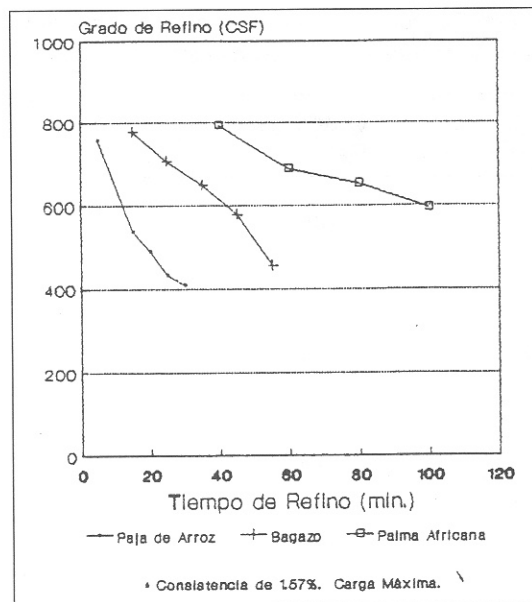


Figura 3. Resistencia según tiempo de refino\*.

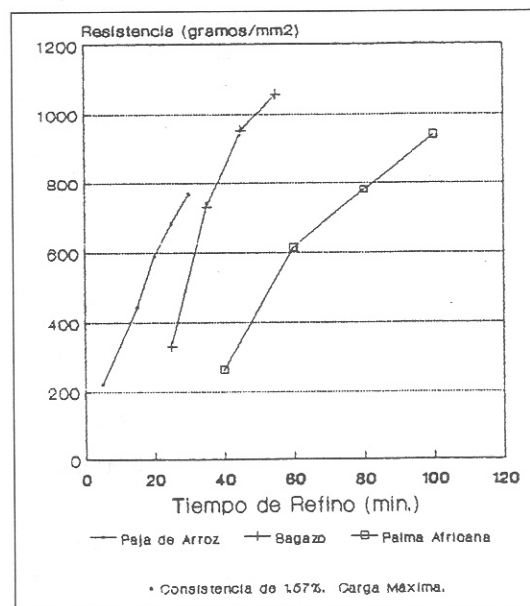


Figura 4. Resistencia según tiempo de refino\*.

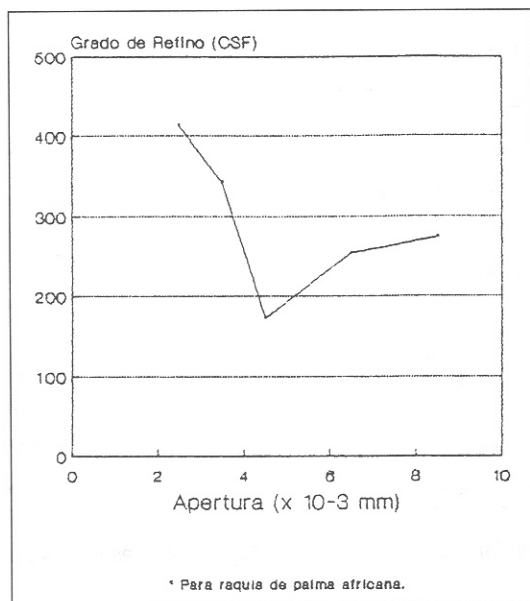


Figura 5. Resistencia con tiempo de refino\*.

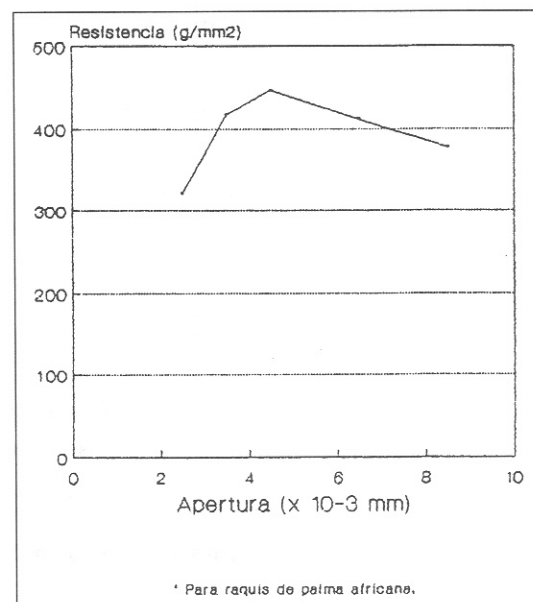


Figura 6. Resistencia según apertura de platos\*.

aberturas menores a  $4,5 \times 10^{-3}$  mm se puede deber a la cantidad de finos que se producen empleando estas aberturas, lo que a la vez se refleja en la baja de la resistencia (Figura 6). Una apertura mayor produce un menor refinamiento, lo que

equivale a un menor tiempo de refino si se emplea el Molino Hollander.

Para pruebas a escala de laboratorio el segundo programa de refinado parece apropiado. Sin embargo, deberá considerarse posteriormente el cómo

obtener material en grandes volúmenes con las mismas propiedades a escala industrial. Por ahora, la selección de una resistencia promedio del rango de valores obtenidos en este método parece adecuado para iniciar pruebas de mezclas. El rango obtenido es de 218 a 1060 g/mm<sup>2</sup>, con lo cual, una resistencia media de aproximadamente 530 g/mm<sup>2</sup> parece adecuada. El tiempo de refino aproximado para cada una de las fibras obtenidas se obtuvo interpolando, dando los resultados que se muestran en el Cuadro 3. Sin embargo, se recomienda realizar las pruebas de Freeness paralelamente a los tiempos de molienda. Lo anterior previendo que otros factores hagan necesario variar esos tiempos hasta obtener el grado de refino correspondiente a la resistencia seleccionada.

Con base en los tiempos de refino adoptados para cada una, se deberá realizar posteriormente el análisis de distribución de fibras y contenido de finos con el material refinado. Lo anterior para continuar con pruebas de mezclas una vez controlada la variable de refino y resistencia obtenida para cada una.

**Cuadro 3.** Tiempo de refino aproximado en el Molino Hollander (a carga máxima) para obtener resistencias similares en las fibras estudiadas.

Tipo de Fibra	Tiempo de Refinado (en minutos)
Paja de Arroz	18
Bagazo	25
Raquis de Palma	58

Nota: La paja de arroz y el bagazo reciben un tratamiento químico previo en NaOH a una concentración del 2% por 24 horas. El raquis de palma sigue el mismo tratamiento, pero a una concentración de un 5%. Todas las muestras deben saturarse en agua por 24 horas antes de ser refinadas.

La realización de esta investigación fue posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), del International Development Research Centre de Canadá (IDRC), y del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). El autor desea agradecer la valiosa colaboración de la Compañía Scott Paper de Costa Rica (particularmente a los Ingenieros Humberto Trimiño y Ricardo Alvarado, y al personal técnico de los Laboratorios de Pulpas y del Molino) por el uso de equipo e instalaciones necesarios para realizar parte de las pruebas de laboratorio descritas en esta investigación.

## Referencias

- Ramírez C., Aldo. "Propiedades Morfológicas de Fibras Naturales para la Fabricación de Materiales de Construcción." yyylllllll xxxlllllll. Mxx-Nyy: 3x-4y (1993).
- Ramírez C., Aldo. Utilización de Residuos Fibrosos de la Agricultura para la fabricación de elementos de Vivienda Económica. Centro de Investigación en Vivienda Económica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 1986.
- Rodríguez, Juan. Los controles en la fabricación de Papel. Blume. Madrid. 1970.
- TAPPI. Freeness of pulp. T 227 om - 85.
- TAPPI. Laboratory Processing of Pulp (Beater Method) T 200 os - 70.
- TAPPI. Physical Testing of Pulp Handsheets. T 220 om - 83.
- TAPPI. Tensile Breaking Strength and Elongation of Paper and Paperboard (using pendulum-type tester). T 404 om - 87.