

POTENCIAL PAPELERO DE CLONES DE *Hevea brasiliensis* PROCEDENTES DEL ESTADO AMAZONAS, VENEZUELA

*Paper potential of Hevea brasiliensis clones from
Amazonas State, Venezuela*

Juan Zerpa¹, Gladys Mogollón², Ilvania Gutiérrez³ y Antonio Aguilera⁴

Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ¹Ing. Forestal. Investigador GICYP,

²Coordinadora GICYP, E-mail: gladysmb@ula.ve.

³Ing. Forestal. Sección de Celulosa y Papel. Investigador GICYP, E-mail: ilgutie@ula.ve,

⁵ Investigador GICYP, E-mail: antonioa@ula.ve. Mérida-Venezuela.

RESUMEN

En el presente estudio se determinaron las características papeleras de *Hevea brasiliensis*, utilizando muestras de seis clones plantados en 1976, provenientes del Campo Comparativo de Clones de Trapichote del Orinoco, Corporación Venezolana de Guayana. De cada clon se extrajeron tres discos (parte superior, intermedia e inferior), las trozas fueron astilladas, algunas de ellas molidas para obtener harina de madera para los análisis químicos correspondientes (extractivos, lignina y celulosa), las condiciones de cocción utilizadas fueron; 500 g secos de astillas, AA = 16%, sulfidez = 20%, antraquinona = 0,025%, tiempo a temperatura máxima = 2 horas e hidromódulo = 1:5. Se realizaron las determinaciones analíticas (rendimiento, número Kappa, sólidos totales y álcali residual), a las pulpas se les realizó curva de batido y se elaboraron las hojas de mano de 60 g/m², evaluándose las propiedades físico mecánicas (tensión – elongación, rasgado, estallido, gramaje, peso base y calibre. Según el análisis morfológico la especie se ubicó dentro de las especies de fibra corta; de los clones analizados el número 3 es el que presenta los mayores valores de longitud (1,50 mm), en cuanto a los índices morfológicos los clones son similares. En referencia a las propiedades físico-mecánicas, los valores en tensión y rasgado son mayores que los obtenidos de clones de *Eucalyptus* y los valores de estallido, son más bajos que los de clones de eucalyptus. De acuerdo al análisis morfológico y la determinación de las propiedades físico mecánicas del papel la *Hevea brasiliensis* puede ser materia prima de calidad para la obtención de papeles medios en la industria de corrugado.

Palabras clave: *Hevea brasiliensis*, caucho, propiedades físico-mecánicas del papel, morfología de fibra, cocción química, pulpeo, clon.

ABSTRACT

In the present study, the wood characteristics (morphology, chemical analysis, pulping and the physical mechanical properties of the obtained pulp) of six clones of *Hevea brasiliensis* were determined. Six clones samples planted in 1976 from the Trapichote in the Orinoco, from the Guayana Corporation of Venezuela were used. Three discs (upper, intermediate and lower) were extracted from each clone. The pieces were splintered, some of them were grounded to obtain wood flour for the chemical analysis (extractives, lignin, cellulose), the processing conditions were: 500 dry g of splinters, AA= 16 %, sulfidity = 20 %, anthraquinone 0,025 %, time to maximum temperature = 2 hours and hidromodule = 1:5. The analytical determinations (yield, kappa number, total solids, alkali residual) were carried out, a mixing curve was carried out on the pulp and hand sheets of 60 g/m² were made and the strength properties (tension, elongation, tearing, cracking, basis weight and caliper) were evaluated. According to the morphological analysis, the species is located within the short fiber species. Number 3 clone presented the greatest longitudinal values (1,50 mm). In the terms of the morphological index, the clones are similar. In terms of the values obtained from the physical-mechanical properties, they indicate in tension and tearing greater values than those obtained from the clones of *Eucalyptus* and the values from splinters, are lower than those of the eucalyptus clones. According to the morphological analysis and the determination of the physical-mechanical properties of paper, the *Hevea brasiliensis* can be quality raw material for obtaining mid-range paper in the corrugated industry.

Key words: *Hevea brasiliensis*, rubber plant, pulp and paper, fiber morphology, chemical coction, clone.

INTRODUCCIÓN

El caucho (*Hevea brasiliensis*), especie endémica del amazonas, se caracteriza principalmente por su producción de látex. En el siglo XIX, Brasil era el principal productor de látex y se recolectaba de los bosques naturales de la Amazonia. Actualmente la mayor explotación de látex a nivel mundial se

encuentra en Asia sudoriental, en países como Indonesia, Malasia y Tailandia; y su recolección es de plantaciones. La producción de látex en el árbol comienza a partir del quinto y séptimo año de ser plantado, que es cuando comienza el sangrado, el cual tiene una duración entre los veinticinco y treinta años de edad. Ya a los veinticinco años de edad del árbol de caucho la cantidad de látex pro-

ducido disminuye y ya no es viable económicamente (Winchester, 2003). Como consecuencia el árbol después de la edad de buen sangrado de látex debe ser talado. Anteriormente la madera que quedaba de la tala de *Hevea brasiliensis* era quemada o desechada sin darle otro uso o aprovechamiento, sólo una parte de ella era utilizada tradicionalmente como combustible (Pankhurst, 1983). En la actualidad se le está buscando usos a esta madera mediante estudios tecnológicos. Perroni (1998) citado por Hernández *et al.*, (2004), informa que la mayoría de los árboles de *Hevea brasiliensis* presentan un tronco con forma irregular y esto trae como consecuencia que para madera aserrada o para chapa sólo se aprovecha un 20% aproximadamente del volumen total de la madera del árbol. Por esto el mayor volumen de esta madera se aprovecha como fuente de energía, ya sea en leña o en carbón; o en la obtención de astillas para la producción de pulpa o de tableros. En Venezuela se han establecido plantaciones experimentales de *Hevea brasiliensis* desde los años 70, que actualmente están siendo explotadas en la obtención del látex para la industria de caucho del país. Están plantadas aproximadamente 20000 hectáreas, y se han planteado diferentes proyectos, los cuales incluyen una tasa anual de plantación de 3000 hectáreas llevándose a cabo en la zona de San Fernando de Atabapo de la Amazonia Venezolana (Garay *et al.*, 2004). En el país se han realizado estudios sobre esta especie, mayormente sobre silvicultura y genética. En cuanto al aspecto de tecnología del aprovechamiento de esta madera se ha estudiado muy poco, sólo existen estudios sobre propiedades físicas y mecánicas de la madera (Hernández *et al.*, 2004), y de tableros aglomerados (Garay *et al.*, 2004) fabricados a partir de esta especie, para su uso en carpintería y ebanistería. Ahora la inquietud es el estudio tecnológico del potencial de esta especie para el aprovechamiento en la industria papelera como materia prima fibrosa, para así darle un valor agregado a esta madera que siempre ha tenido un bajo valor comercial.

Dentro de los objetivos que persigue encontrar esta investigaciones tienen: determinar las características papeleras de 6 clones de *Hevea brasiliensis*, ensayados individualmente y luego mezclados entre sí, realizar un análisis morfológico de las fibras obtenidas de los clones, realizar el análisis químico de la madera de los clones de caucho utilizados, determinar las condiciones del proceso de obtención

de pulpas químicas, mediante cocciones preliminares, realizar dos cocciones individuales a cada clon y luego dos cocciones de la mezcla de los clones, caracterizar las pulpas en sus determinaciones analíticas (número Kappa, sólidos totales, álcali residual y rendimiento) y determinar las propiedades físico – mecánicas de las hojas realizadas a partir de las pulpas obtenidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 2 trozas de 2,5 m de largo, para el análisis morfológico y 4 trozas para el análisis químico y las cocciones; de 6 clones diferentes donados por la sección de productos encolados del Laboratorio Nacional de Productos Forestales (Mérida, Venezuela). Estos clones fueron plantados en 1976 y provienen del Campo Comparativo de Clones de Trapichote del Orinoco, Corporación Venezolana de Guayana (CVG), en el estado Amazonas.

Análisis morfológico

1. *Selección y preparación de la materia prima*; se seleccionaron dos clones de *Hevea brasiliensis* y de cada clon se tomó un disco del extremo superior de la troza, otro del extremo inferior y un último del centro. De cada disco se obtuvieron astillas pequeñas mediante una cuchilla manual las cuales fueron identificadas.
2. *Obtención de las fibras para el análisis morfológico*; se introdujeron astillas en una solución de peróxido de hidrógeno y ácido acético (2:1), y se llevaron al horno a 60 ° C por 12 horas. Posteriormente se procedió a la individualización de fibras (preparación de tejido macerado) y se realizó la coloración correspondiente utilizando safranina como medio de tinción. Se prepararon un total de tres láminas por muestra (tres para el clon 1 – extremo 1, tres para el clon 1 – centro, tres para el clon 1 – extremo 2, y así mismo para el segundo clon), para un total de 18 láminas.
3. *Medición de las dimensiones de las fibras*; con el uso de la proyectina se realizó la medición de 25 fibras por lámina (longitud, diámetro externo, diámetro interno ó diámetro del lumen); para posteriormente determinar el promedio para cada uno de los parámetros.

4. *Determinación de índices morfológicos*; para evaluar la calidad de la fibra obtenida de la materia prima utilizada se calcularon los siguientes índices morfológicos:
- *Índice de Afieltramiento* (IA), indicando el grado de entrelazamiento de las fibras.
 - *Índice de Flexibilidad* (IF), indicando el grado de flexibilidad o de posibilidad de unión entre las fibras.
 - *Fración de Pared* (FP).
 - *Índice de Runkel* (IR), el más importante, indicando si la celulosa es de buena o mala calidad.

Análisis químico

1. *Selección y preparación de la materia prima*; se seleccionaron tres trozas de 1 metro de longitud aproximadamente, representativas de cada clon escogido para el ensayo. Las trozas fueron astilladas y se tomaron algunas astillas de cada clon para ser molidas en un molino Wiley y se convirtieron en harina de madera. La harina de madera fué tamizada entre los tamices 40 y 60, tomando lo que pasó por el 40 y quedó retenido en el tamiz 60, según la norma TAPPI T 11 m. Se determinó el factor seco de cada harina de madera obtenida.
2. *Determinación del porcentaje de extractivos, celulosa y lignina en la madera*; se determinó el porcentaje de extractivos (norma TAPPI T 12 m), celulosa (norma TAPPI T 17 m -55) y lignina (norma TAPPI T 13 os).

Cocciones

1. *Selección y preparación de la materia prima*; se seleccionaron tres trozas de 1 metro de longitud aproximadamente, representativas de cada clon escogido para el ensayo (4 trozas/clon = 12 trozas en total). Luego de seleccionadas las trozas, fueron preparadas (se descortezaron y seccionaron en trozas más pequeñas) para su procesamiento. Las cocciones preparadas fueron las siguientes:
 - Cocción A (Clon 2 cocción 1)
 - Cocción B (Clon 2 cocción 2)
 - Cocción C (Clon 4 cocción 1)
 - Cocción D (Clon 4 cocción 2)
 - Cocción E (Clon 5 cocción 1)
 - Cocción F (Clon 5 cocción 2)
 - Cocción G (Clon 1 cocción 1)

- Cocción H (Clon 1 cocción 2)
 - Cocción I (Mezcla de clones, cocción 1)
 - Cocción J (Mezcla de clones, cocción 2)
- Las trozas fueron descortezadas, astilladas y cernidas; se seleccionaron las astillas de acuerdo al tamaño y diámetro (2 cm de largo, 3 cm de ancho y 3 mm de espesor) según lo establecido para las cocciones. Luego se procedió a determinar el factor de sequedad de astillas provenientes de los cuatro clones escogidos.

Selección de las condiciones de cocción apropiadas; se realizaron dos cocciones preliminares para escoger las condiciones y el proceso adecuado para producir pulpas químicas con esta especie. Las condiciones de cocción utilizadas fueron las siguientes:

- Materia prima seca: 500 g.
- Alkali Activo: 16%.
- Sulfidez: 20%.
- Antraquinona: 0,025%.
- Tiempo a temperatura máxima: 2 horas.
- Hidromódulo: 5:1.

A estas cocciones preliminares se realizaron los siguientes ensayos analíticos: rendimiento, número Kappa (norma TAPPI T – 235 om 86), sólidos totales (norma TAPPI T – 650) y álcali residual (norma TAPPI T – 625). Antes de estos ensayos a las dos pulpas obtenidas se les determinó el factor de sequedad.

2. *Preparación de las pulpas*; se realizaron dos cocciones por cada clon y dos cocciones con la mezcla de los clones, para un total de 10 cocciones. Las condiciones de cocción utilizadas fueron las mismas que en las cocciones preliminares. Luego de terminada la cocción la materia pasó por el refinador a una distancia de 10 mm de pulgada para terminar de separar las fibras. Se tamizó la pulpa a través del Tamiz vibratorio Valley que tiene unas placas perforadas para obtener el rendimiento de rechazo de las cocciones.
3. *Determinaciones analíticas*; Se determinó el factor de sequedad de cada una de las pulpas obtenidas y se realizaron los siguientes ensayos analíticos:
 - Rendimiento.
 - Numero Kappa (norma TAPPI T – 235 om 86).
 - Sólidos totales (norma TAPPI T – 650).
 - Alkali Residual (norma TAPPI T – 625).
4. *Determinación del factor H*; se realizó la curva y se calculó el factor H de cada una de las coccio-

nes para luego comparar las dos cocciones realizadas por cada clon y las dos realizadas a la mezcla de los clones, y así determinar si las cocciones con un mismo clon o con la mezcla fueron réplicas. Al determinar que las cocciones con un mismo clon y con la mezcla resultaron muy parecidas, se unieron, y de las 10 pulpas obtenidas por cada cocción, quedaron 5 pulpas.

5. *Refino de pulpas*; las pulpas fueron sometidas a un proceso mecánico de refino para desarrollar sus propiedades físico-mecánicas, a diferentes tiempos de batido. Los tiempos de batido dependieron de cada pulpa y se tomaron sólo cuatro puntos de refino.
6. *Elaboración de las hojas de ensayo*; las pulpas después del refino fueron utilizadas para la fabricación de hojas para ensayos, también llamadas “hojas de mano”, de 60 g/m² de gramaje, es decir, hojas de 1,2 g de pulpa seca. Se elaboraron 10 hojas por cada punto de refino, según una curva de batido, para un total de 200 hojas. Las hojas se elaboraron según la norma TAPPI T 218-m-59.
7. *Ensayos Físico-Mecánicos*: Las hojas elaboradas fueron sometidas a una serie de ensayos. Las hojas de 60 g/m², posible uso para papel, se les realizaron pruebas de: tensión y elongación (norma TAPPI T – 494), rasgado (norma TAPPI T-414), estallido (norma TAPPI T-403), gramaje (Peso Base) (norma TAPPI T-410) y Calibre (Densidad) (norma TAPPI T-411 om-89). Estos ensayos se realizaron en el laboratorio de ensayos de MOCARPEL Smurfit Cartón de Venezuela

RESULTADOS

Análisis Morfológico

La longitud promedio de las fibras de los clones de esta especie es de 1,47 mm, lo que indica que se encuentra ubicada entre las especies de fibra corta. El diámetro externo promedio es de 23,48 micras, el diámetro interno es 9,23 micras y el espesor promedio de la pared celular es 7,13 micras. Según los índices obtenidos en el Cuadro 1, las fibras de estos clones de *Hevea brasiliensis* son fieltrantes, medianamente flexibles, existe poca unión entre fibras, tienen baja absorción de agua y son materia prima regular para la elaboración de papel; en general es una celulosa de baja calidad que puede sólo usarse en la formación de papeles secantes (papeles gruesos y absorbentes). Comparando los datos obtenidos con los datos de un análisis morfológico de clones de *Eucalyptus* (Márquez y Rivas, 2004; Mogollón, et al., 2004) los valores son similares en los índices de flexibilidad, fracción de pared y en el índice de Runkel. En cuanto al índice de afieltramiento los valores obtenidos se encuentran aproximadamente un 40% por debajo de los valores de *Eucalyptus*.

Las fibras de *Hevea brasiliensis* son 0,40 mm mas largas y su diámetro externo, diámetro interno y espesor de pared es aproximadamente el doble, en comparación con fibras analizadas morfológicamente de clones de *Eucalyptus*. Las mediciones se compararon estadísticamente mediante un análisis de varianza a un nivel de probabilidad de 95% y se obtuvo que entre los extremos y el centro del clon 1,

Cuadro 1. Resultados obtenidos del análisis morfológico.

Muestras	Longitud promedio (mm)	Diámetro externo promedio (micras)	Diámetro interno promedio (micras)	Espesor promedio (micras)	Índice de afieltramiento	Índice de Flexibilidad	Fracción de pared	Índice de Runkel
C1 – E1	1,42	23,67	9,13	7,27	60,16	38,54	61,46	1,60
C1 – C	1,49	22,83	9,38	6,73	65,37	40,98	59,02	1,46
C1 – E2	1,46	22,04	8,46	6,79	66,13	38,37	61,63	1,61
C3 – E1	1,50	23,37	8,50	7,43	64,13	36,43	63,57	1,75
C3 – C	1,47	23,86	9,50	7,18	61,55	39,82	60,18	1,51
C3 – E2	1,47	25,08	10,38	7,35	58,56	41,39	58,61	1,42

en los valores de diámetro externo y diámetro interno no existe diferencia significativa. En cambio, en la longitud de la fibra si existe diferencia significativa y se puede observar que en el centro del árbol se obtiene el mayor valor promedio de longitud (1,49 mm). Comparando los extremos y el centro del clon 3 se observó que en los valores de longitud y diámetro externo no hay diferencia significativa. Los valores de diámetro interno indicaron diferencia significativa y el mayor valor promedio de diámetro interno se ubicó en el extremo 2 (10,375 micras). En la comparación general entre los dos clones se observó que la longitud y el diámetro interno, no presentaron diferencias significativas. Por el contrario, el diámetro externo si presentó diferencia significativa bastante marcada, donde el mayor valor promedio se obtuvo del clon 3 (24,06 micras).

También se compararon individualmente todas las láminas medidas, obteniendo que en los valores de longitud y diámetro externo existió diferencia significativa; la mayor longitud promedio fue encontrada en la lámina B del clon 1 – sección centro (1,55 mm), y el mayor diámetro externo promedio se encontró en la lamina B del clon 3 – sección extremo 2 (26 micras). En el diámetro interno no existió diferencia significativa.

Cuadro 2. Resultados obtenidos del análisis químico.

Clones	% de Extractivos	% de Celulosa	% de Lignina
Clon 1	3,395	46,6	23,1766
Clon 2	2,70	43,69	22,11
Clon 4	3,53	50,28	21,9233
Clon 5	3,08	45,58	22,0533

Cuadro 3. Determinaciones analíticas de las cocciones.

Cocciones	Factor seco de astillas	Factor seco de pulpa obtenida	Nº Kappa	Sólidos totales (%)	Álcali residual (g/L)	Rendimiento total (%)
Cocción A	0,8637	0,2903	23,2112	12,1513	0,84416	52,8800
Cocción B	0,8637	0,2767	25,3814	11,7909	1,0552	55,01092
Cocción C	0,8577	0,2607	27,9188	11,5688	1,47728	54,19944
Cocción D	0,8577	0,2934	28,2236	11,7515	1,26624	56,2356
Cocción E	0,8628	0,2914	32,6655	12,3643	1,47728	51,80918
Cocción F	0,8628	0,2961	30,7131	12,4410	0,94968	50,71132
Cocción G	0,8638	0,2534	27,6484	11,4331	1,5828	47,5568
Cocción H	0,8638	0,2599	34,4146	11,2729	1,68832	48,9878
Cocción I		0,3191	28,2238	12,0703	1,16072	51,77252
Cocción J		0,3787	27,0993	11,6280	1,26624	53,89926

Una quinta comparación se realizó entre las secciones de los dos clones y se presentó diferencia significativa, tanto en la longitud, como, en el diámetro externo y el diámetro interno. La mayor longitud promedio se presentó en el clon 3 – sección extremo 1 (1,50 mm), el mayor diámetro externo promedio y el mayor diámetro interno promedio se presentaron en el clon 3 – sección extremo 2 (25 micras de diámetro externo y 10,375 micras de diámetro interno).

Los índices morfológicos también fueron evaluados mediante un análisis de varianza con una probabilidad del 95% y en la evaluación no se presentó diferencia significativa entre los índices.

Análisis químico

El porcentaje de extractivos promedio de esta especie es de 3,18%, el de celulosa es 46,54% y el de lignina es de 22,32%. Estos valores concuerdan con los valores comunes de las latifoliadas (Cuadro 2).

Cocciones

Los resultados obtenidos del rendimiento total y de sólidos totales son los típicos de una cocción química. También, los resultados obtenidos de número Kappa indican que el grado de deslignificación es el de una cocción del tipo química. Los valores obtenidos de álcali residual se encuentran por debajo de lo normal, esto quiere decir que hay que aumentar un poco el álcali activo en las cocciones (Cuadro 3).

Refino de pulpas

Luego de determinar el factor H y comprobar que las dos cocciones con un mismo clon y las dos de la mezcla fueron réplica se procedió a unir las pulpas

obtenidas, se homogenizaron y se calculó el factor de sequedad de las 5 pulpas obtenidas por la mezcla de las pulpas réplicas.

Después de determinar el factor de sequedad de cada una de las pulpas se realizó una curva de batido por cada pulpa. En esta curva de batido se tomó en cuenta sólo cuatro puntos de refinó, el cual fuera disminuyendo el escurrimiento de 100 a 120 ml por cada punto. Los escurrimientos corregidos y las revoluciones escogidas se presentan en el Cuadro 4.

Se observó que las pulpas “C y D”, y las “G y H” hubo que refinarlas con más revoluciones, esto quiere decir que estas pulpas tienen un menor grado de deslignificación que las demás. Las otras pulpas tu-

Cuadro 4. Ecurrimientos corregidos y revoluciones escogidas.

	Revoluciones	Ecurrimiento (ml)
Pulpa A y B	0	591
	2000	429
	3000	355
	4000	261
Pulpa C y D	0	625,5
	2000	505
	3500	382,5
	4500	320
Pulpa E y F	0	605
	2000	433.5
	3000	346
	4000	272,5
Pulpa G y H	0	605
	3000	513
	4500	406
	6000	327
Pulpa I y J	0	597,5
	2000	481
	3000	386,5
	4500	289,5

Cuadro 5. Propiedades Físico – Mecánicas a 350 ml de escurrimiento en el CSF.

Pulpas	Índice de Tensión (Nw.m/g)	Índice de Rasgado (mN.m ² /g)	Índice de Estallido (Kpa.m ² /g)
A y B	93,17	9,9	7,85
C y D	82,38	10,35	6,23
E y F	82,93	11,19	6,20
G y H	85,52	9,23	7,07
I y J	84,58	8,23	7,17

vieron los mismos puntos de refinó, a excepción, de la pulpa “I y J” que sólo se diferencian en el ultimo punto de refinó.

Propiedades físico-mecánicas a 350 ml de escurrimiento en el CSF

Se puede observar que la pulpa obtenida de las cocciones A y B tienen la mayor longitud de rotura y el mayor índice de estallido. La pulpa E y F se destaca por tener el mayor índice de rasgado. Las mejores propiedades las da el clon 2 y el clon 5 sobresale por su mayor índice de rasgado (Cuadro 5), (Figuras 1-6).

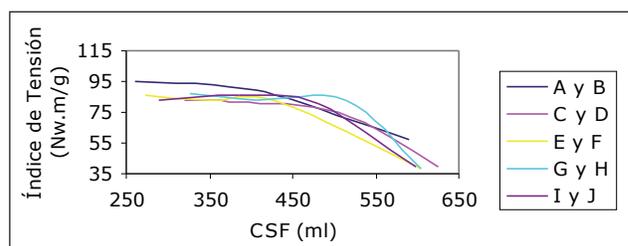


Figura 1. Índice de Tensión de las hojas ensayadas. Donde A y B son las hojas obtenidas del clon 2, C y D son las hojas obtenidas del clon 4, E y F son las hojas obtenidas del clon 5, G y H son las hojas obtenidas del clon 1, e I y J son las hojas obtenidas de la mezcla de los clones.

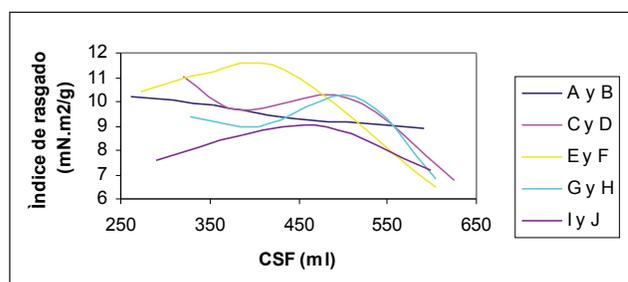


Figura 2. Índice de Rasgado de las hojas ensayadas. Donde A y B son las hojas obtenidas del clon 2, C y D son las hojas obtenidas del clon 4, E y F son las hojas obtenidas del clon 5, G y H son las hojas obtenidas del clon 1, e I y J son las hojas obtenidas de la mezcla de los clones.

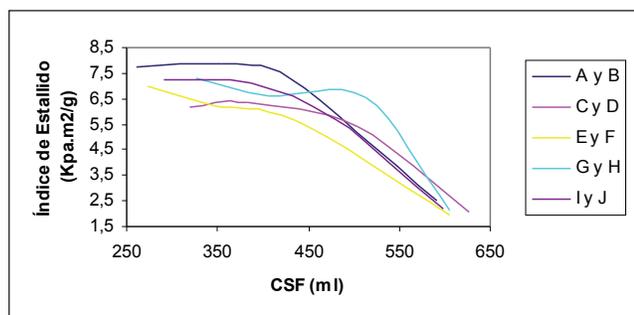


Figura 3. Índice de Estallido de las hojas ensayadas. Donde A y B son las hojas obtenidas del clon 2, C y D son las hojas obtenidas del clon 4, E y F son las hojas obtenidas del clon 5, G y H son las hojas obtenidas del clon 1, e I y J son las hojas obtenidas de la mezcla de los clones.

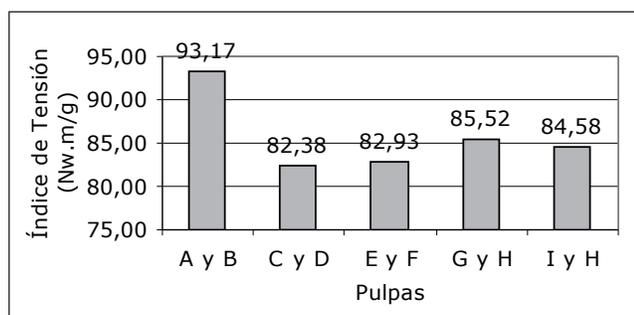


Figura 4. Índice de Tensión a 350 ml de CSF.

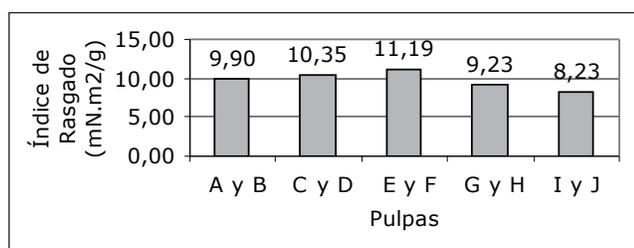


Figura 5. Índice de Rasgado a 350 ml de CSF.

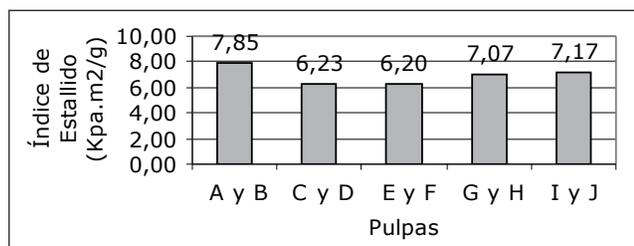


Figura 6. Índice de Estallido a 350 ml de CSF

CONCLUSIONES

1. Los clones ensayados de la especie *Hevea brasiliensis* son aptos para la obtención de pulpa para fabricar papeles secantes (papeles gruesos y absorbentes).
2. Según el análisis morfológico la *Hevea brasiliensis* se ubica dentro de las especies de fibra corta, y su uso es para la fabricación de papeles secantes.
3. De los dos clones analizados morfológicamente, el clon 3 es el que presenta los valores más altos de longitud, diámetro externo y diámetro interno. En cuanto a los índices morfológicos los dos clones son similares, no tienen diferencia significativa.
4. El análisis químico de la especie indica que los valores obtenidos se encuentran entre los comunes de las latifoliadas (especies de fibra corta).
5. Las condiciones de cocción utilizadas fueron las típicas para una cocción química. Esto lo demuestra también las determinaciones analíticas realizadas a las pulpas obtenidas. Los valores obtenidos en las determinaciones analíticas se encuentran en lo normal para una cocción de tipo química, a excepción de los valores de álcali residual, que se encuentran por debajo de lo normal. Esto quiere decir que hay que aumentar un poco el álcali activo en las condiciones de cocción.
6. En cuanto a los valores obtenidos de las propiedades físico-mecánicas, indican que en tensión y rasgado son mayores que los valores dados por papeles obtenidos de clones de *Eucalyptus*; los valores de estallido, son más bajos que los dados por clones de *Eucalyptus*.
7. Según las propiedades físico-mecánicas obtenidas, el clon 1 es el mejor en tensión y estallido. Y el clon 4 es el mejor en rasgado.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes por financiar el proyecto titulado "Uso potencial de algunos extractos de cortezas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y *Pterocarpus officinalis*, en el control de bacterias y

mohos en la industria de pulpa y papel” (Código: FO-488-01-01-B) ya que, por omisión, en la publicación de este artículo en la *Revista Forestal Venezolana*, número 48(1) 2004 paginas 25-31, no se colocó el correspondiente agradecimiento. Igualmente, en este proyecto se le agradece al CDCHT-ULA el financiamiento para realizar la investigación, objeto de esta publicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARAY J., D. A., P. A. MORENO P., J. A. DURÁN P., S. W. VALERO, y SH. S. TREJO P. 2004. Factibilidad de uso de la madera *Hevea Brasiliensis* (Caucho) en la fabricación de tableros con pajilla y cemento. *Revista Forestal Latinoamericana*. Vol. 36: 45-58.
- HERNÁNDEZ, D., D. GARAY, E. REYES y S. VALERO. 2004. *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la especie Hevea Sp. (Caucho) de 25 años edad proveniente de plantaciones de CVG, estado Amazonas, Venezuela. Alternativas posibles usos*. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio Nacional de Productos Forestales (L.N.P.F.). Mérida, Venezuela. Sin Publicar.
- MÁRQUEZ, A. y RIVAS, O. 2004. *Análisis morfológico y papelerero de clones de Eucalyptus urograndis y semillas de la especie Eucalyptus urophylla*. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- MOGOLLON, G., A. AGUILERA, e I. GUTIÉRREZ. 2004. *Estudio clonal de Eucalyptus (Análisis biométrico de las fibras) Informe Técnico*. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de los Andes, Mérida.
- SMOOK, G. 1990. Manual para técnicos de pulpa y papel. *TAPPI Press*. Atlanta, GA. 37-39 p.
- PANKHURST, E. 1983. The prospects for biogas a European print of view. *Biomass* 3: 1-42.
- WINCHESTER, S. 2003. The Day the World Exploded, August 27, 1983. *Harper Collins*, 223-224.