APTITUD PULPABLE DEL ASERRÍN

Drápela, V., Paz, J., Melo, R.

Laboratorio Productos Forestales

Universidad de Concepción

SUMMARY

The *Pinus radiata* sawdust is one of the aste wood more abundant in the Region VIII, this confront to be forestal sector to search a solution in the use of this waste.

An alternative of use for the sawdust is this utilization in the pulp production, whose study is the objetive of this work.

We study the ability of pulping sawdust with the fraction between 3 and 7mm. the wood proceeding of disc chipper (sawmill chipper), canter saw and alternative saw, of the Carampangue Sawmill, and chipper fines produced in the chipping state of Celulosa Arauco and Constitución S.A. Arauco Mill.

For bleacheable pulp, the screening yield from sawdust is 44 - 46% (o.d.). The strength properties decreases in diferent grade according to type of sawdust.

SUMARIO

El aserrín de *Pinus radiata* es uno de los residuos madereros más abundantes en la VIII Región, lo que enfrenta al sector forestal a buscar una solución de aprovechamiento de este desecho.

Una alternativa de uso para el aserrín es su utilización en la producción de pulpa, cuyo estudio es el objetivo de este trabajo.

Se estudia la aptitud pulpable de la fracción de aserrín comprendida entre 3 y 7mm., proveniente de madera de astillador de disco (astillador de aserradero), sierra canteadora y sierra alternativa, del Aserradero Carampangue, y finos de procesos generados en la etapa de astillado de trozas pulpables de Celulosa Arauco y Constitución S.A., Planta Arauco (astillador de planta).

Se efectuaron cocciones Kraft - AQ de aserrín, obteniéndose un rendimiento clasificado de pulpas de grado blanqueable del orden de 44 a 46% (b.m.s). Las propiedades físico-mecánicas se ven disminuidas en diferentes grados, dependiendo del tipo de aserrín de que se trate.

1 ANTECEDENTES GENERALES PULPAJE KRAFT-AQ DE ASERRIN

Las primeras investigaciones sobre la factibilidad de usar aserrín como fuente económica de fibra comenzaron a principios de la década del 60. Esta economía radica en el hecho que es posible utilizar un desecho maderero en la obtención de pulpas sin sacrificar, obviamente, la calidad de éstas[1].

Al comparar el requerimiento promedio de álcali activo de una pulpa de aserrín y de una pulpa de astillas, se tiene que para producir una pulpa del mismo número Kappa bajo las mismas condiciones de cocción, el pulpaje de aserrín necesita alrededor de un 0,7% (b.m.s) más de álcali. Otros trabajos reportan una diferencia del 1% y como consecuencia de esto se tiene un menor rendimiento en las pulpas de aserrín, para un mismo grado de deslignificación[2].

El factor H, para una misma carga de álcali activo, es de alrededor de 450 unidades menor en pulpaje de aserrín que de astillas, equivalente a doce minutos a temperatura máxima. Estas diferencias cambian de acuerdo a la combinación factor H / álcali activo[2].

En resumen, para un mismo número Kappa el rendimiento de la pulpa a partir de aserrín es un 4% (b.m.s) menor que el rendimiento típico de la pulpa de astillas[2].

En cuanto a las propiedades físico-mecánicas se reconoce que las pulpas de aserrín generalmente presentan menores propiedades de resistencia que la pulpa de astillas de la misma especie; por esta razón, para mantener la calidad del producto final la pulpa de aserrín se mezcla en diferentes porcentajes con pulpa de astillas[1].

Pulpas de aserrín, tanto crudas como blanqueadas, presentan mayor volumen específico y menores propiedades de resistencia y requerimientos de refinación que pulpas de astillas[2].

Otros investigadores han encontrado que las propiedades de resistencia de la pulpa se relacionan con la longitud de fibra de pulpa, y ésta está relacionada con el tamaño de partícula de la materia prima. Pulpas de aserrín de fibra larga presentan como promedio un 65% de las propiedades de rasgado y longitud de ruptura de pulpa de astilla, y sólo un 50% en explosión. Esta desproporcionada reducción en la propiedad de explosión de la pulpa de aserrín ha sido notada por otros investigadores[2].

En particular, pulpa de aserrín de fibra larga producida independientemente de aserrín y finos de astillador de longitud de fibra 1.2 y 1.9 mm., respectivamente, presentan como promedio un 60% de las propiedades de resistencia de pulpa de astillas, de 2.5 mm. de longitud de fibra[2].

Resultados de los recientes desarrollos tecnológicos, tanto en el proceso de cocción como en el control del proceso, y también resultado del diseño del digestor **M & D**, muestran que la diferencia de rendimiento entre pulpa de aserrín y de astillas es sólo del 2.1 a 2.7%, siendo las propiedades de resistencia del orden del 83 a 85% de las de pulpa de astillas[2].

El rendimiento de la pulpa de aserrín blanqueada es del orden del 43 a 45%, y para pulpa cruda de aserrín es de alrededor del 46 a 48%, esto es si el aserrín no contiene más allá de un 20% de partículas de tamaño menor a 2 mm., en otras palabras, el tamaño de las partículas de aserrín afecta al rendimiento y de aquí nace la necesidad de determinar la distribución de tamaño del aserrín[2].

En cuanto al blanqueo, una pulpa de aserrín parece más fácil de blanquear que una pulpa de astillas[2],[6].

Entre los distintos efectos que pueden lograrse con el uso de la AQ, en las cocciones Kraft se tienen:

a) Un aumento de la producción, vía una cocción más rápida, resultado del menor tiempo de cocción requerido, debido a la mayor velocidad de deslignificación que la adición de ésta origina.

b) Un aumento en el rendimiento, y mejora de las propiedades físico-mecánicas, producto de la menor carga de álcali que es posible usar, disminuyendo así el ataque químico del licor sobre las cadenas de carbohidratos.

De acuerdo al objetivo que se persiga, la adición AQ se utiliza en una u otra alternativa, pero también es factible combinarlas para obtener un resultado intermedio de ellas.

El uso de AQ (0.05% b.m.s), en un pulpaje de aserrín de factor H 2500, permite reducir la carga de álcali (como Na_2O, b.m.s) de 22 a 20.1%, lo cual conlleva un aumento del rendimiento total de 1.7% para un índice Kappa de 25, en la pulpa final. También, pulpa Kraft - AQ de aserrín frente a igualdad de condiciones de álcali y factor H, presenta menores Indice Kappa, por lo tanto, durante el pulpaje es mayor la velocidad de deslignificación[3].

Por otra parte se tiene que el uso de AQ, para una misma carga de álcali, permite obtener un mayor rendimiento de la pulpa, o bien, si se pretende aumentar la productividad, manteniendo la carga de álcali en 22%, se reduce el tiempo de cocción entre un 13 a 17%[3].

La adición de AQ en los procesos de pulpaje de aserrín y astillas dada por la literatura es del orden de 0.05 y 0.1% (b.m.s), respectivamente.(3)

2 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1. CARACTERIZACION DE MATERIAS PRIMAS

Para establecer una caracterización de la materia prima a utilizar se realizaron ensayos preliminares de clasificación, longitud de fibra y coarseness, cuyos resultados se muestran en las tablas I, II, III, respectivamente.

Tabla I: Distribución de tamaño según aserrín.

Tipo de Aserrín	+7 mm. (%)	7 - 3 mm. (%)	-3 mm. (%)
A. Planta	≈0.0	61.9	38.1
A. Aserradero	2.65	63.4	34.0
S. Canteadora	14.0	40.5	45.5
S. Alternativa	≈ 0.0	34.4	65.6

Tabla II: Coarseness según tipo de aserrín.

Tipo de Aserrín	Coarseness (dg)
A. Planta	16.15
A. Aserradero	16.15
S. Canteadora	16.94
S. Alternativa	14.90

Tabla III: Longitud de fibra según el aserrín.

Tipo de Aserrín	Long. fibra (mm.)
A. Planta	2.35
A. Aserradero	2.21
S. Canteadora	1.54
S. Alternativa	1.35

El objetivo de realizar la clasificación de las materias primas es poder comparar la distribución de tamaño de los diferentes tipos de aserrín, y en base a estos resultados seleccionar el rango de tamaño de aserrín a utilizar.

De los resultados obtenidos se tiene que la fracción de tamaño que ocupa un mayor porcentaje en esta distribución está comprendida entre 3 y 7 mm., tanto en aserrín de astillador de planta como de aserradero; por esta razón el aserrín a procesar presentará un tamaño de este orden de magnitud.

El sobretamaño no se considera, puesto que su inclusión significaría un rechazo mayor.

Dado que la longitud de fibra de pino insigne varía entre 2.8 y 3.2 mm., el aserrín de tamaño menor a 3 mm. no se incluirá, ya que la probalidad de encontrar fibras enteras sería prácticamente nula y esta fracción contribuiría a obtener pulpa de bajas resistencias mecánicas; además, su reducido tamaño en la operación industrial podría ocasionar problemas de taponamiento en líneas y equipos.

Se observa que la longitud de fibra, tanto de aserrín de astillador de planta como de aserradero, son muy similares y presentan una disminución del 22 y 26%, respectivamente, respecto de la longitud de fibra de astillas, de la misma especie (3 mm.).

El aserrín de sierra canteadora y alternativa presenta una significativa pérdida en su longitud de fibra, lo cual representa un buen argumento para descartar en primera instancia el uso de este tipo de aserrín en la obtención de pulpa, que ésta presentaría bajas propiedades de resistencia.

Realizada la caracterización de las materias primas, se concluye que aserrín de astillador de planta y de astillador de aserradero presentan valores semejantes en sus propiedades biométricas y en la fracción aceptada de clasificación por tamaño, condiciones derivadas de que ambas materias pri-

mas provienen del mismo tipo de máquina de corte, astillador de disco.

Esta similitud resulta atractiva, pues induce a pensar en la factibilidad de mezclar ambas materias primas, lo que beneficia el hecho de que el aserradero abastezca a la planta de fabricación de pulpa de aserrín con su material de desecho.

Análogamente, el aserrín de sierra canteadora y alternativa presentan parecidos valores en sus propiedades, y al igual que en el caso anterior podrían mezclarse para obtener pulpas de menores propiedades de resistencia, puesto que la longitud de fibra es mucho menor.

2.2. PROCESO DE PULPAJE KRAFT-AQ DE ASERRIN

El desarrollo experimental de este trabajo, en una primera etapa, se realizó utilizando como materia prima madera de astillador de planta, es decir, aserrín generado durante la etapa de astillado de trozas pulpables de la fábrica de Celulosa Arauco y Constitución S.A., Planta Arauco.

Una segunda etapa correspondió al estudio de la aptitud pulpable del resto de las materias primas seleccionadas, como se explicará más adelante.

En el primer estudio, las variables independientes consideradas en el proceso de pulpaje, con sus respectivos niveles máximo y mínimo, fueron:

Factor H : 700- 1900 unidades.
Alcali Efectivo : 16 - 20% (b.m.s), como Na_2O
Sulfidez : 16 - 26%
Antraquinona : 0-0 .5% (b.m.s)

y las restantes se mantuvieron constantes :

Razón (licor madera) : 3.5 : 1
Temperatura Máxima : 180°C

En la Tabla IV se tiene la respuesta Indice Kappa de las pulpas de astillador de planta, de experiencias realizadas bajo la condición de que cada variable por sí sola toma su nivel máximo y mínimo, permaneciendo el resto de ellas en el nivel central.

Tabla IV: Efecto variables independientes sobre Indice kappa

VARIABLE	KAPPA(-1)	KAPPA(+1)	K(-1,1)
A. Efect.	45.1	20.0	25.1
Factor H	38.1	22.0	16.1
Antraq.	36.1	21.0	15.1
Sulfidez	27.4	24.6	2.8

donde : Kappa (-1) es el valor de Indice Kappa, en el mínimo nivel de la variable.
Kappa (+1) es el valor de Indice Kappa, en el nivel máximo de la variable.
Kappa (-1,1) es la diferencia de la respuesta obtenida en los niveles extremos de la variable.

De aquí se desprende que álcali efectivo es la variable de mayor incidencia en el proceso; que resulta comparativo el efecto que causa factor H y antraquinona sobre Indice Kappa, y que la sulfidez es la variable que menos afecta a la respuesta en el rango estudiado, por lo cual en la continuación del estudio se mantiene constante en 21%. Por lo tanto, el desarrollo experimental se realiza de acuerdo al diseño central compuesto en tres variables[4].

2.3 PROCESO DE PULPAJE KRAFT DE ASTILLAS

Para comparar el comportamiento de la pulpa de aserrín con la de astillas, se realiza un pulpaje Kraft de astillas, de densidad básica 400 kg/m^3, bajo las siguientes condiciones:

Factor H : 2.900 unidades
Alcali Efectivo : 18% (b.m.s), como Na_2O.
Razón (licor/madera) : 4.5 : 1.
Tiempo hasta : 70 minutos.
Temperatura máxima : 175°C

Los procesos de pulpaje, tanto de astillas como de aserrín, se realizaron en un digestor rotatorio según Dr. Jayme, de 20 litros de capacidad, provisto de un soporte para cuatro unidades independientes de dos litros cada una.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. APTITUD PULPABLE DE ASERRIN DE ASTILLADOR DE PLANTA

Los experimentos realizados en aserrín de astillador de planta, de acuerdo al diseño central compuesto, en tres variables, arrojan los siguientes resultados en los niveles máximo y mínimo de cada respuesta.

TABLA V: Respuestas de los pulpajes

Respuesta	Nivel Máximo	Nivel Mínimo
I.Kappa	45.1	13.3
Rendimiento	47.9	42.0
Rechazo	0.94	0.06

Rendimiento: Rendimiento Clasificado, % (b.ms.)

A partir de esta tabla se tiene que el rendimiento clasificado oscila entre 42 a 48%(b.m.s), estando dentro del rango citado por literatura y, en términos generales, se puede decir que pulpas de mayor Kappa presentan mejores rendimientos respecto a pulpas de menor Kappa.

Respecto al rechazo, se observa que no supera al 1% (b.m.s), es decir, los valores obtenidos son bajos. Cabe señalar que durante la etapa de clasificación se constató que el rechazo resultaba mínimo y que estaba constituido en buena proporción por corteza y por impurezas como piedrecillas y metales; por lo tanto, el rechazo es menor en cuanto a material fibroso se refiere.

3.2. APTITUD PULPABLE DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ASERRIN

En cuanto a la aptitud pulpable de los diferentes tipos de aserrín, se produce pulpa a partir de éstos, bajo las mismas condiciones de cocción:

Alcali efectivo : 13.62% (b.m.s), como Na_2O
Factor H : 943 unidades.
Antraquinona : 0.4% (b.m.s)

las cuales se obtuvieron de las condiciones empleadas en el diseño central compuesto de tres variables, ya que con éstas se lograba una pulpa de grado blanqueable, es decir, I. Kappa alrededor de 30.

TABLA VI: Características de las pulpas según el tipo de aserrín

Tipo de Aserrín	I. Kappa	Rend. Clasif. % (b.m.s.)	Rechazo %(b.m.s.)
A. Planta	30.2	46.0	0.13
A. Aserradero	29.6	44.7	0.10
S. Canteadora	24.3	48.5	0.24
S. Alternativa	23.5	48.1	0.31

De esta tabla se observa que, frente a igualdad de condiciones de cocción, el grado de deslignificación obtenido varía dependiendo del tipo de aserrín usado.

Al comparar el Indice Kappa de la pulpa de aserrín de sierra canteadora y de sierra alternativa, se observa que resultan similares e inferiores a los de la pulpa de aserrín de astillador de planta y aserradero; por lo tanto, para obtener un I. Kappa del orden de 30 se requiere un factor H menor, manteniendo las restantes condiciones constantes.

Llama la atención el hecho que los aserrines de sierra canteadora y alternativa, pese a que presentan menor Indice Kappa, den un mejor rendimiento, comparado con el aserrín de astillador de planta y aserradero. Esto se puede explicar porque la etapa lenta en la reacción de deslignificación es la penetración del licor a través de la menor dimensión, es decir, el espesor. El espesor en el aserrín de sierra alternativa y canteadora, principlamente, es mucho menor que el resto de las otras dimensiones, por lo tanto la penetración del licor a través del espesor y, por ende, la velocidad de deslignificación en este frente tiende a igualarse con la velocidad de deslignificación longitudinal, traduciéndose en un grado de deslignificación mayor. Además, permite explicar el mejor rendimiento clasificado, puesto que para obtener un mismo grado de deslignificación en material de mayor espesor se debe dar un mayor tiempo de reacción, degradándose las

fibras por acción del licor en dirección longitudinal, mientras se deslignifica a través del espesor.

Como se acostumbra comparar las respuestas de pulpaje a similar Indice Kappa se aplica un ciclo de cocción distinto a cada tipo de aserrín, difiriendo sólo en factor H. Los niveles de factor H empleados, y las respectivas respuestas de pulpaje son:

TABLA VI: Respuestas de pulpas de aserrín y astillas de Kappa = 30

Tipo de Aserrín	fH	I.Kappa	Rend.Clasif % (b.m.s)	Rechazo % (b.m.s)
A. Planta	943	29.7	45.0	0.13
A. Aserradero	943	28.8	44.8	0.26
S. Canteadora	733	29.8	49.7	0.25
S. Alternativa	797	28.6	48.3	0.15
Astillas	2900	29.7	46.3	2.50

Al comparar el factor H requerido por pulpa de astillas con los distintos tipos de aserrín, se observa que aserrín de astillador de planta y de aserradero requieren de un tercio del factor H de pulpa de astillas, y con aserrín de sierra canteadora y alternativa éste es levemente inferior.

Se vuelve a observar que ante Indice Kappa similar los mejores rendimientos de pulpas corresponden a aserrín de sierra canteadora y alternativa.

Por otra parte, en pulpa de astillas se tiene un rendimiento total del orden de 48.8%. Si se compara con el rendimiento clasificado en pulpa de aserrín, se tiene que aserrín de sierra canteadora y alternativa se encuentran en el mismo nivel, y aserrín de astillador de planta y de aserradero están por debajo, en alrededor de cuatro puntos. Se comparó rendimiento clasificado de pulpa de aserrín con rendimiento total de astillas, puesto que el rechazo en pulpas de aserrín presenta muy poco material fibroso.

Con respecto al rechazo, los valores obtenido no se pueden relacionar con el ciclo de cocción, puesto que están estrechamente relacionados con la cantidad de impurezas presentes en la materia prima, pero si éstos se comparan con el de pulpa de astillas, se tiene que son poco significativos. En cuanto a las propiedades de resistencia de los diferentes tipos de aserrín, éstas se presentan a 8.000 rev. PFI., en la Tabla VII.

TABLA VII: Comparación de propiedades en pulpas de distintos tipos de aserrín y astillas (8.000 rev.)

PROPIEDAD	AST. PLANTA	AST. Aserradero	SIERRA Canteadora	SIERRA Alternativa	ASTILLAS
DRENAJE	31.0	33.0	36.0	39.0	22.0
I. TENSION	94.4	74.7	58.6	80.6	84.3
I. RASGADO	6.3	7.5	5.8	6.2	9.4

donde : Drenaje en °Sr
I. Tensión en Nm/g
I. Rasgado en mNm/g

4 CONCLUSIONES

- Las propiedades biométricas de la madera proveniente de astillador planta y astillador de aserradero son similares (coarseness 16 dg. y longitud de fibra 2.3 mm.). Para la madera proveniente de sierra alternativa y canteadora la longitud de fibra disminuye significativamente.

- Los rendimientos clasificados de la pulpa de grado blanqueable, de las cuatro procedencias, son comparables a aquellas pulpas provenientes de astillas normales de planta de celulosa, siendo levemente inferior las de aserrín de astilladores.

- Los rechazos son mínimos y están constituidos por corteza e impurezas.

- Las pulpas de aserrín comparativamente a las de astillas son más fáciles de refinar, presentando mayor resistencia a la refinación la pulpa de astillador de planta.

- El índice de explosión es del orden del 70% en la pulpa de astillador de planta, de astillador de aserradero y de sierra alternativa. Para pulpa de aserrín de sierra canteadora esta propiedad se reduce en un 50%.

- Indice de tensión de pulpa de aserrín de astillador planta, de astillador de aserradero y sierra alternativa es comparable a pulpa de astillas industriales normales. Pulpa de aserrín de sierra canteadora, en esta propiedad disminuye en un 30%.

- El índice de rasgado de las pulpas de pulpas de sierra canteadora, sierra alternativa, astillador de aserradero

y astillador de planta comparado con pulpa de astillas es del orden de 50%, 60%, 77% y 66% respectivamente.

En resumen, resulta atractiva la aptitud pulpable que han presentado los tipos de aserrín estudiados.

5 BIBLIOGRAFIA

1. Bail, C., "Sawdust pulping continues grow; technology improves yield, strength", Pulp and Paper, 53(2): 105-109, february 1979.

2. Fergus, B., et al., "The Kraft pulping and bleaching of *Pinus radiata* sawdust and chipper fines", Appita 27(2): 120, september 1973.

3. Mac Leod, J., et al., "Kraft - AQ pulping o sawdust", Tappi Jornal 73(1): 195, january 1990.

4. Cochran, W., Cox, G., "Diseños Experimentales", 8ª Ed., 380 - 410, Editorial F. Trillas S.A., México, 1983.

5. Montgomery D., "Design and Analysis of Experiments". 305 - 335, 1976.

6. Fergus, B., et al., "The Kraft pulping and bleaching of *Pinus radiata* sawdust and chipper fines", Appita 27(2): 120, september 1973.