

NOT
1992/15

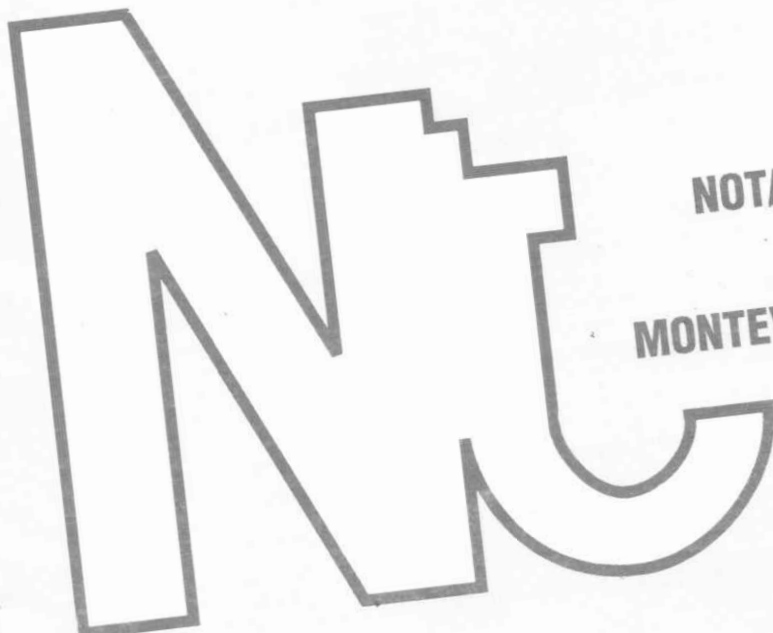
1993

Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA



FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

**AVANCES EN LA FABRICACION
DE PASTAS QUIMICAS**
Luis Soria



NOTAS TECNICAS
Nº 15
MONTEVIDEO - URUGUAY

Las solicitudes de adquisición y de intercambio con esta publicación deben dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY

Comisión de Publicaciones Científicas:

Ing. Agr. Gonzalo González
Ing. Agr. Jorge Hernández
Ing. Agr. Margarita García
Ing. Agr. Alfredo Silva
Ing. Agr. Carlos Faroppa
Ing. Agr. Pablo Carrasco
Ing. Agr. Daniel Fernández Abella
Ing. Agr. Pablo Furest
Lic. Carlos Bentancourt
Lic. Nilda García (Biblioteca)
Bach. Gustavo Uriarte (Editor)

Avances en la fabricación de pastas químicas / Luis Soria. -
- Montevideo: Facultad de Agronomía, 1992. -- 24p --
(Notas técnicas; 15)

PASTA QUIMICA
Soria, Luis

CDU 634.0.86

AVANCES EN LA FABRICACION DE PASTAS QUIMICAS

Ing. Agr. Luis Soria*

RESUMEN

Un análisis de la evolución en la fabricación de pastas químicas, permitió destacar que el procedimiento Kraft, mantiene su predominio a nivel mundial (59.5%).

Los diferentes procesos en desarrollo y tendencias de la investigación, marcan una acentuada búsqueda hacia la disminución de la polución ambiental y un descenso en la utilización de productos clorados en el blanqueo.

De esta forma, aparecen las cocciones con oxígeno, el uso de catalizadores (Antraquinona), la utilización de etanol y por último la delignificación Kraft extendida.

Si bien los resultados son importantes, no existe aún el procedimiento capaz de sustituir la pasta Kraft.

Palabras claves: Kraft, oxígeno, soda, antraquinona, etanol, extendida.

SUMMARY

An evolution analysis chemical pulp fabrication, permits to stand out that the Kraft procedure, maintainis the prevalence at an international level (59.5%).

The different developping processes and research tendencies show the accentuated searching for the diminution of the environmental pollution and less utilization of clorate products in the bleacking.

The it appear the Oxigen pulp, the use of catalists (antrachinone), the etanol utilization and finally the modified Kraft delignification.

Although the results are important, it doesn't existe yet the procedure capable to substitute the Kraft pulp.

Key words: Kraft, Oxygen, Soda, Antrachinone, Etanol, Modified

1) Historia y Objetivos

El estudio de la evolución y comparación de los principales procedimientos de fabricación de pastas celulósicas en términos de toneladas producidas (cuadro No. 1), permite destacar, que las pastas químicas ocupan alrededor del 70% del total de pastas fabricadas en el mundo.

CUADRO No. 1
Producción de pasta en el mundo en 1980 y 1986
(en millones de toneladas)

Año	1980	1986
Pasta mecánica	24.987 (21.6%)	29.985 (21.5%)
Pasta semiquímica	8.031 (6.9%)	7.200 (5.5%)
Pasta al Bisulfito	11.706 (10.1%)	10.394 (7.5%)
Pasta cruda	6.528	5.518
Pasta blanqueada	5.178	4.876
Pasta Kraft	64.666 (55.9%)	82.020 (59.5%)
Pasta cruda	31.564	35.168
Pasta blanqueada	33.082	46.858
Otras pastas químicas	6.335 (5.4%)	8.283 (6.0%)

Dicho cuadro muestra que más de la mitad de la pasta producida pertenece al *procedimiento Kraft* (59.5%), notándose una disminución de las pastas al sulfito y un nivel similar de las pastas mecánicas (sólo representan 1/5 de la producción mundial). Desde 1879, fecha de su descubrimiento, el procedimiento Kraft (figura No. 1) ha venido en continuo desarrollo para ser actualmente el procedimiento universal de fabricación de pastas químicas.

El descenso en la producción de pastas al sulfito ha sido motivado por problemas económicos de recuperación de energía y productos químicos y fundamentalmente de

protección del medio ambiente. La legislación actual y de futuro en materia de protección del ambiente, permite pensar que la explotación del procedimiento Kraft se podría continuar realizando bajo la condición de disminuir o suprimir la emisión de compuestos de azufre a la atmósfera. Este problema ha motivado que la *investigación* de los últimos 20 años se dirigiese hacia la obtención de procedimientos de cocción sin azufre.

La utilización del oxígeno (O_2) y el descubrimiento en los últimos años de ciertos catalizadores (*tipo antraquinona*) junto a la posible utilización de otros reactivos (*etanol*) son los hechos salientes de este período, aunque las realizaciones industriales no sean aún suficientemente numerosas.

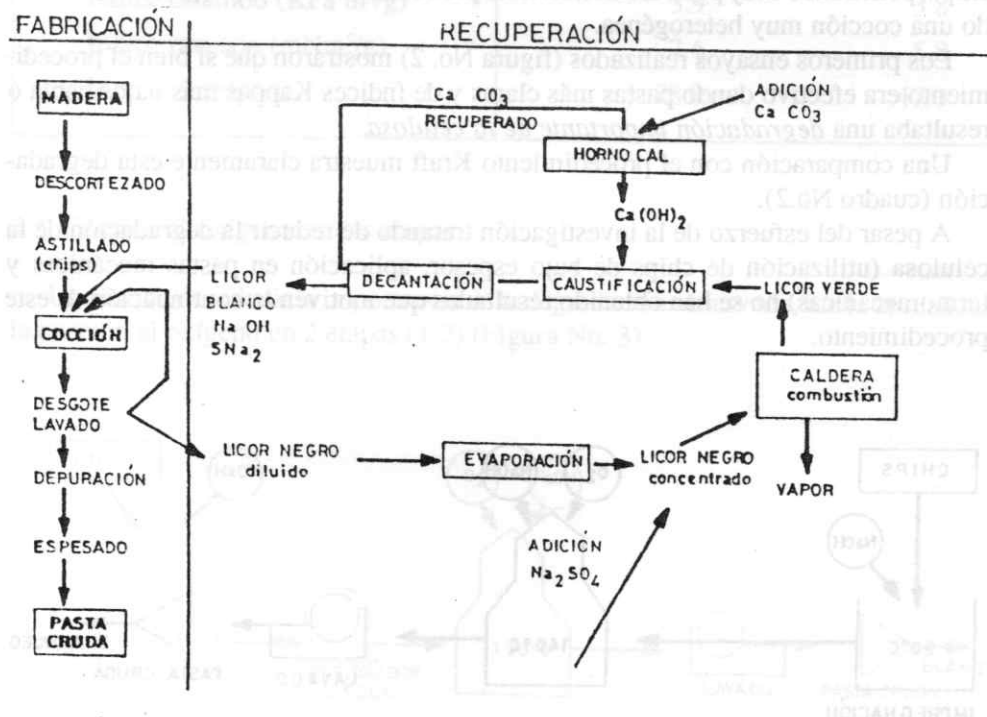


Figura No. 1: Producción de pasta Kraft y recuperación de reactivos.

2) Cocciones al oxígeno

La acción de delignificación del oxígeno en medio alcalino es conocida desde hace mucho tiempo, sin embargo su aplicación a la fabricación de pastas celulósicas y al blanqueado presenta el inconveniente de la baja calidad en las pastas producidas.

Es a partir de los años 70, junto al descubrimiento de ciertos *compuestos de magnesio, protectores de la celulosa*, que se incrementaron las posibilidades, acelerándose la investigación y aplicaciones industriales.

2.1. Cocción al oxígeno en una etapa

En la cocción, se debe realizar la *transferencia del oxígeno de la fase gaseosa a la fase líquida y luego la transferencia del oxígeno disuelto a la fase sólida* (fibra) (26). La cantidad disuelta en H_2O es alrededor de 0.2 g/l), observándose que el O_2 disuelto es consumido rápidamente desde que se produce el contacto con el exterior de los chips, penetrando muy poco al interior. Esto provoca una *erosión progresiva* resultando una cocción muy heterogénea.

Los primeros ensayos realizados (figura No. 2) mostraron que si bien el procedimiento era efectivo dando pastas más claras y de índices Kappas más bajos había o resultaba una *degradación importante de la celulosa*.

Una comparación con el procedimiento Kraft muestra claramente esta degradación (cuadro No.2).

A pesar del esfuerzo de la investigación tratando de reducir la degradación de la celulosa (utilización de chips de bajo espesor, aplicación en pastas mecánicas y termomecánicas) no se han obtenido resultados que motiven la continuación de este procedimiento.

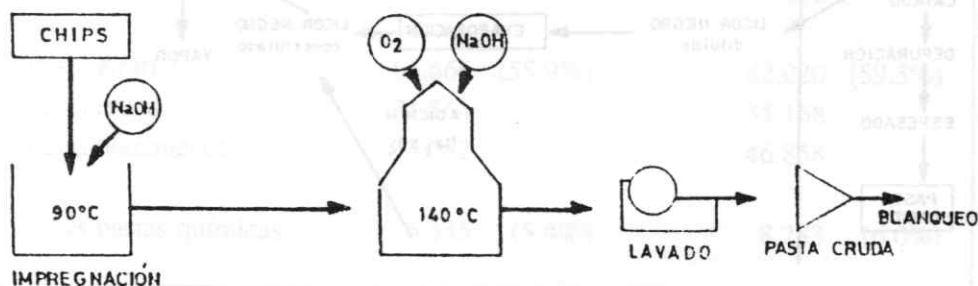


Figura No. 2: Procedimiento O_2 - NaOH en una etapa

CUADRO No. 2

Comparación de las propiedades físico-mecánicas de una pasta Kraft y al O₂ (*Fagus silvatica*, “haya”) A 40 °SR

Características	Kraft	O ₂
Largo ruptura (m)	6500	5200
Indice estallido (KPa m ² /g)	3.9	3.8
Indice razgado (mNm ² /g)	7.6	5.8
Blanco (Elrepho)	28.0	47.0

2.2. Cocción al oxígeno en dos etapas

Una forma de reducir la importancia de la degradación observada, fue la de realizar la cocción al oxígeno en 2 etapas (1-2) (Figura No. 3).

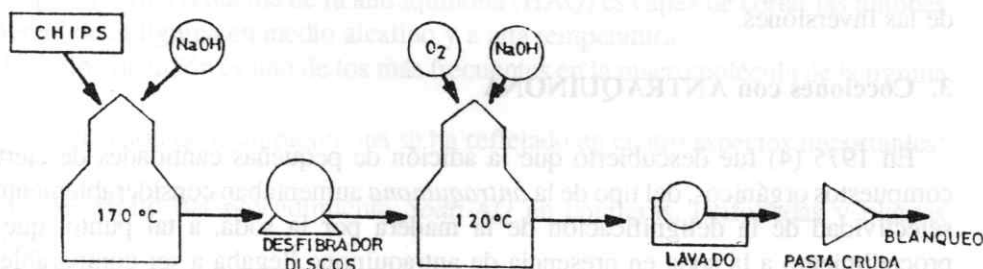


Figura No. 3: Procedimiento O₂ - NaOH en dos etapas

El procedimiento consiste en realizar una *primera etapa* de cocción a la soda a 170 °C hasta un punto de poder desfibrar la madera con rendimientos entre 50 y 70%. En estas condiciones la soda es poco degradante.

Luego un desfibrado en un aparato a discos. En las condiciones mencionadas no se produce daño a las fibras y es bajo el consumo de energía.

Finalmente una *segunda etapa* de cocción al O_2 bajo presión en medio alcalino a 120 °C.

Las condiciones óptimas de utilización del oxígeno serían las siguientes:

- Presión del oxígeno de 10 - 15 bars. La solubilidad es proporcional a la presión en el reactor.
- Concentración en pasta igual o superior al 20%. Se mejora la transferencia del oxígeno de la fase gaseosa a la fase líquida.
- Temperatura cercana a 120 °C. De esta forma se mantiene una velocidad de reacción suficiente sin aumentar la degradación.
- Presencia de un protector de la celulosa (sal de magnesio).

Una *comparación con el procedimiento Kraft* permite destacar:

- Reducción de la polución atmosférica.
- Pastas más claras con rendimientos levemente superiores.
- Características mecánicas inferiores a las pastas Kraft. Fundamentalmente *rasgado* (15 a 20%).
- Necesidad de realizar dos etapas de cocción bajo presión.

Existen ya numerosos ejemplos industriales, incluso con la realización de las dos etapas en un solo reactor (13) (procedimiento DODEL - Kure Japón - Kamyr) lo cual indica que el procedimiento soda-oxígeno continúa su desarrollo aún con más posibilidades con el uso de catalizadores que mejorarían la primera etapa.

Persiste todavía el inconveniente de las características físico-mecánicas y el monto de las inversiones.

3. Cocciones con ANTRAQUINONA

En 1975 (4) fue descubierto que la adición de pequeñas cantidades de ciertos compuestos orgánicos, del tipo de la *antraquinona* aumentaban considerablemente la selectividad de la delignificación de la madera por la soda, a tal punto, que el procedimiento a la soda en presencia de antraquinona llegaba a ser comparable al procedimiento Kraft.

El mecanismo de acción de la Antraquinona estaría dado por: (figura No. 4) (16-17-18).

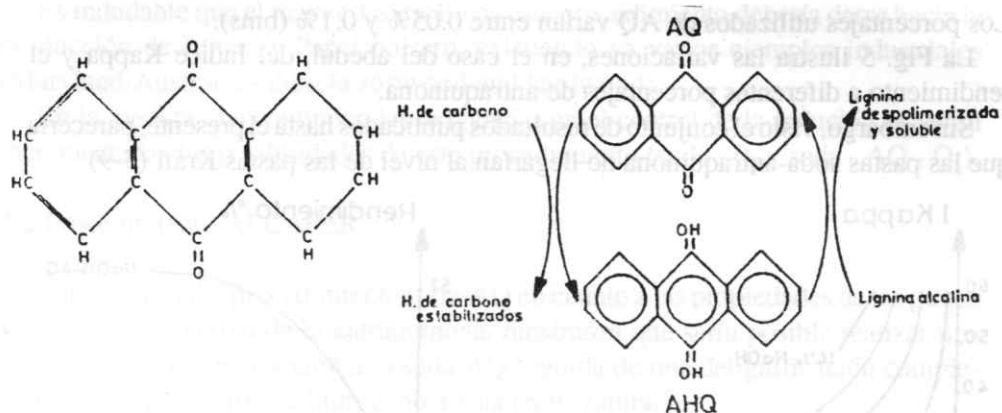


Figura No. 4: Utilización de la antraquinona. Mecanismo de acción

-Reducción de la antraquinona por los hidratos de carbono para dar compuestos aniónicos y/o radicales solubles.

-Acción de estos compuestos a fuerte poder reductor sobre la lignina, produciendo la despolimerización en medio alcalino y dando nuevamente antraquinona.

En el balance final la antraquinona no sería consumida, jugando el rol de un *catalizador*, obteniéndose la lignina despolimerizada y soluble junto a una estabilización de los hidratos de carbono respecto a la degradación.

La naturaleza de estas reacciones no ha sido aún perfectamente aclarada, mostrándose que la forma reducida de la antraquinona (HAQ) es capaz de cortar las uniones "βeter" de la lignina en medio alcalino y a alta temperatura.

Este tipo de unión es uno de los más frecuentes en la macromolécula de la lignina (26).

La utilización de la antraquinona se ha reflejado en cuatro aspectos importantes:

1. Desarrollo del procedimiento *Soda-AQ* en coníferas, latifoliadas y plantas anuales.
2. Procedimiento *ALCAPER*.
3. Procedimiento *Kraft-Antraquinona*.
4. Aplicación a otros procedimientos, fundamentalmente pastas *semiquímicas* y *químico mecánicas*.

3.1. Procedimiento Soda-Antraquinona

La aplicación tanto en coníferas como latifoliadas ha permitido obtener una pasta de buena calidad, *sin azufre* y con un rendimiento levemente superior al Kraft (2-3%).

Los porcentajes utilizados de AQ varían entre 0.05% y 0.1% (bms).

La Fig. 5 ilustra las variaciones, en el caso del abedul, del Índice Kappa y el rendimiento a diferentes porcentajes de antraquinona.

Sin embargo, visto el conjunto de resultados publicados hasta el presente, parecería que las pastas soda-antraquinona no llegarían al nivel de las pastas Kraft (5-9).

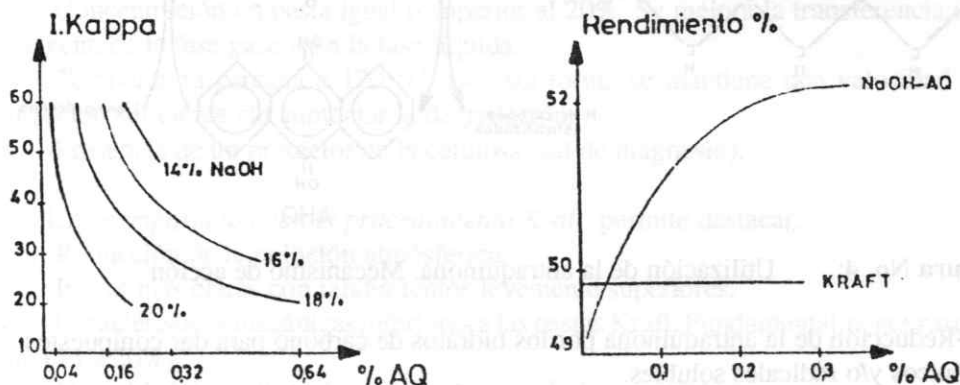


Figura No. 5: Influencia de la AQ sobre el I. Kappa y el rendimiento.

La diferencia es particularmente clara en el caso de las coníferas, traduciéndose por una disminución en el rasgado, estallido y una menor aptitud al blanqueado. Para, el caso de latifoliadas, la diferencia es menos marcada, pudiéndose obtener pastas con características físico-mecánicas similares (cuadro No. 3).

CUADRO No. 3

Comparación de cocciones soda AQy Kraft

Procedimiento	NaOH-AQ	Kraft
% AQ	0.05	0
R ^t %	49.8	48.0
° SR	40	40
Tiempo refinado min.	41	49
LR m	7600	7560
IE KPa m ² /g	5.0	5.2
IR mNm ² /g	7.2	7.8
Doble pliegue	450	820

Es indudable que el mayor desarrollo de este procedimiento debería darse hacia la producción de Liners y Papel bolsero, existiendo ya varios ejemplos industriales (Maryland-Australia - mezcla softwood and hardwood).

En la medida que continúen las exigencias en el control de la polución se verán incrementadas las posibilidades de este procedimiento (soda - O_2 y soda - AQ - O_2).

3.2 Procedimiento ALCAPER

Los estudios del procedimiento soda-AQ en cuanto a las propiedades de las pastas y al uso más efectivo de la antraquinona, mostraron que sería posible realizar una asociación entre una cocción a la soda-AQ seguida de una delignificación complementaria con peróxido de hidrógeno a baja temperatura.

Así surgió en Francia (CTP) el procedimiento ALCAPER (alcali-peróxido) (26) donde la cocción a la soda se realiza hasta un I. Kappa elevado, complementándose con un tratamiento al H_2O_2 en medio alcalino (figura No. 6).

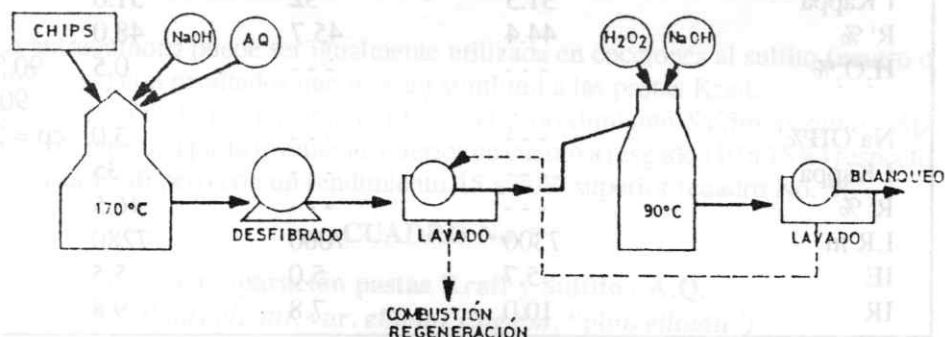


Figura No. 6: Procedimiento Alcapero.

El procedimiento comprende:

- Una cocción a la soda a 170 °C en presencia de antraquinona, utilizándose 0.05 a 0.1% en coníferas hasta un I. Kappa de 50 a 60; 0.03 a 0.05% en latifoliadas hasta un I. Kappa de 35 a 40.

- Un desfibrado mecánico.

- Tratamiento al peróxido de hidrógeno en medio alcalino a presión atmosférica (temperatura menor a 100 °C) y concentración en pasta mayor al 10%.

Una comparación entre los procedimientos Kraft, soda-AQ y Alcapero (cuadro No. 4) permite concluir que el procedimiento Alcapero presenta las siguientes ventajas;

- No hay polución atmosférica (no se utiliza azufre).
- Rendimiento levemente superior.
- Calidad de pasta semejante a la pasta Kraft.
- Utilización de equipo convencional.
- La soda es el único compuesto a regenerar.

CUADRO No. 4

Comparación entre los procedimientos Kraft, Soda-AQ y Alcaper (*Pinus pinaster* Ait. "pino marítimo").
Características mecánicas a 40 °SR)

	Kraft	Soda-AQ	Alcaper
Alcali %	23 (S% = 25)	21	20
AQ %	--	0.3	0.08
I Kappa	31.5	32	51.0
R ¹ %	44.4	45.7	48.0
H ₂ O ₂ %	---	---	0.5
Na OH%	---	---	3.0
I Kappa	---	---	35
R ¹ %	---	---	46.5
LR m	7300	7060	7280
IE	5.7	5.0	5.5
IR	10.0	7.8	9.8

Como principales inconvenientes se pueden mencionar:

-Una mayor inversión en equipos (desfibrador, lavado y torre para el tratamiento al peróxido)

-Mayor consumo de soda que el procedimiento Kraft.

Una primera evaluación económica permitió mostrar que si bien eran necesarias inversiones suplementarias para adecuar una fábrica existente de Kraft, la ausencia de polución atmosférica (costo de su tratamiento) y el aumento de rendimiento, justifican dichas inversiones.

3.3. Procedimiento Kraft - Antraquinona

Los efectos antes mencionados de la antraquinona se aplicaron también al procedimiento Kraft, acelerando la delignificación y mejorando la selectividad.

Como resultado es posible obtener un cierto número de ventajas:

- Reducción del tiempo total de cocción para un mismo I. Kappa.
- Reducción del álcali para obtener un determinado I. Kappa.
- Mejora del rendimiento a igual I. Kappa.
- Posibilidad de reducir la sulfidez de la cocción.

Por ejemplo, utilizando 0.1% de antraquinona (b.m.s.) en una cocción Kraft de coníferas, el tiempo puede reducirse de un 10 a un 15% con un aumento del rendimiento de 1.5 a 2.5%. La calidad de la pasta no se ve afectada por el uso de la AQ (9).

De la misma forma es posible reducir de un 10 a un 20% la sulfidez utilizando de 0.05 a 0.1% de AQ con una disminución importante de la polución atmosférica (11).

Numerosos ejemplos industriales en Canadá (12) y Japón indican de la utilización de la AQ y otros aditivos con mejoras en el rendimiento (1.5%) y reducciones de la sulfidez y tiempos de cocción.

Todavía continua prevaleciendo la antraquinona entre los aditivos de la cocción.

3.4. Procedimientos al sulfito con antraquinona

La antraquinona puede ser igualmente utilizada en cocciones al sulfito (neutro o alcalino) (14) con resultados que marcan similitud a las pastas Kraft.

Para el caso de la producción de Liners, el procedimiento *Sulfito alcalino - AQ* permite obtener una pasta levemente inferior en cuanto a rasgado (10 a 15%) respecto a una pasta Kraft pero con un rendimiento 15 a 20% superior (cuadro No. 5).

CUADRO No. 5

Comparación pastas Kraft y Sulfito - A.Q.
(*Pinus elliotti*, var. *elliottii* Engelm. "pino elliottii")

Procedimiento	Kraft	Sulfito A.Q.
I Kappa	75	80
Rendimiento %	49	55
L.R. (m)	7800	7900
IE KPA m ² /g	5.35	6.02
IR m N n ² /g	9.8	8.6
Refino en molino LAMPEN a 30.000 vueltas		

Las dificultades están referidas fundamentalmente a los tiempos de cocción (180 a 240 min.) y a la recuperación de reactivos (procedimientos más complejos).

Por otro lado las pastas sulfito - AQ se refinan más fácilmente, son más claras, de fácil blanqueado utilizándose secuencias menos contaminantes.

4. Cocciones con chips destrutturados

La investigación de una nueva tecnología de cocción con inversiones reducidas debe necesariamente empezar por la obtención de cocciones rápidas. Ha sido demostrado que esto puede ser posible si los chips son destrutturados en una prensa a cilindros según una tecnología que ha sido ya desarrollada (Fig. 7) (21). Esta destrutturación permite incrementar considerablemente la reacción de los chips con los productos químicos por una mejora de la difusión de los reactivos de la cocción al interior de la madera.

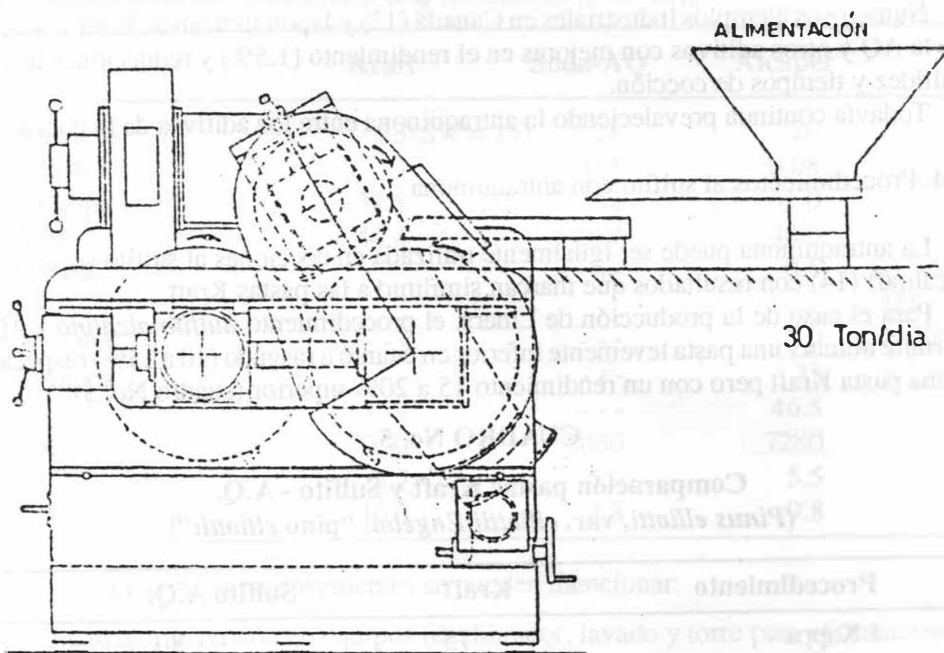


Figura No.7: Prensa para destrutturación de chips

La comparación en las mismas condiciones de una cocción Kraft convencional con una cocción Kraft de chips destrutturados permite resaltar: (cuadro No. 6).

CUADRO No. 6

Comparación de pastas Kraft obtenidas con chips normales y chips deestructurados (*F. silvática*, "haya")

Deestructuración	Chips normales	Chips deestructuradas
Prototipo industrial	---	---
Separación cilindros (mm)	---	3 y 1.2
Velocidad rotación (v/ m n)	---	30
Energía consumida (K w h/T)	---	15.2
Rechazo en la prensa (nudos) %	---	0.05
Cocción		
Temperatura °C	165	165
Subida temperatura (min.)	70	70
Temperatura cte. (min.)	50	50
L/M	4	4
Aa%	22	22
S%	25	25
I Kappa	32	20.4
Rechazo %	5.5	0.5
Características mecánicas a 40 °SR		
LR (m)	8100	7800
IE K Pam ² /g	5.5	5.5
IR mNm ² /g	7.2	7.3
Doble Pliegue	1300	920

-La deestructuración hace la cocción más homogénea siendo el porcentaje de rechazos en todos los casos inferiores o igual al 0.5%.

-El rendimiento en pasta clasificada es superior pudiendo llegar hasta un 3%.

-Los chips deestructurados exigen menos álcali activo o menos tiempo de cocción, permitiendo una flexibilidad en las condiciones de dicha cocción.

-Las pastas de chips deestructurados desarrollan más rápidamente sus propiedades en el refino.

-A 20 y 30 °SR los valores de la resistencia al estallido y rasgado son netamente superiores que en una cocción de chips normales.

Resultados análogos fueron obtenidos también con coníferas (cuadro No. 7) donde la mejora en la difusión de los productos químicos conduce a una mayor homogeneidad, una disminución muy importante del porcentaje de incocidos y un aumento del rendimiento de pasta clasificada. Las condiciones de la cocción deben ser modificadas obteniéndose los mejores resultados cuando se disminuye un 2% el álcali activo respecto a una cocción con chips normales. Las características mecánicas fueron en general superiores, desarrollándose más rápidamente con el refino, particularmente el valor $\sqrt{ER}$ fue superior en un 10% (a 20 °SR), respecto a los valores obtenidos con la pasta normal a cualquier °SR.

CUADRO No. 7

Comparación de pastas Kraft obtenidas con chips normales y chips deestructurados (*P. pinaster*, "pino marítimo")

	Chips normales	Chips deestructurados
Alcali activo %	22	20
Sulfidez	25	25
Rendimiento clasificado %	44.2	47.2
Rechazos %	2.0	0.5
Indice Kappa	39.2	43.2
I R (m)	8080	8050
I E KPa m ² /g	6.15	6.50
I R MN m ² /g	11.7	12.7
(a 30° SR)		
$\sqrt{ER}$	85.0	90.4

5. Cocciones con alcohol

Las fuertes restricciones impuestas a las industrias de la celulosa y el papel en materia económica, energética y ambientales, han hecho desarrollar estudios para la obtención de pastas por nuevos procedimientos. Las mezclas de *etanol* - *agua* y últimamente *etanol* - *soda* han permitido obtener resultados importantes con pastas comparables a las pastas Kraft o al sulfito.

Trabajos recientes realizados en Brasil con *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden confirman, éstos resultados (cuadro No. 8) (22). Dicho cuadro muestra sin embargo una disminución importante de la *viscosidad*, sugiriendo que el licor etanol - soda actúa con mayor intensidad en la degradación de los uniones β glucosídicas de las cadenas de carbohidratos, intensificando la despolimerización terminal.

CUADRO No. 8

Condiciones de cocción y características de las pastas en procedimientos Kraft AQ, Soda, Etanol-Soda, Etanol-Soda-AQ

	Kraft	Kraft AQ	Soda	Etanol Soda	Etanol Soda AQ
Temperatura Max. °C	170	170	170	170	170
Tiempo a temp. max. (Min.)	60	60	60	60	60
Alcali activo (Na ₂ O%)	15	15	21.5	20	20
Sulfidez %	25	--	--	--	--
Antraquinona %	--	0.025-0.05	--	--	0.025-0.05
Etanol % v/v	--	--	--	50	50
Rendimiento total %	49.4	50.2	45.9	47.0	47.8
Rendimiento clasif. %	48.8	49.6	45.8	46.8	47.6
Rechazos %	0.6	0.6	0.1	0.2	0.2
Número Kappa	18.2	18.6	18.0	18.7	18.6
Viscosidad C _p	40.56	40.54	15.36	15.34	15.34

El análisis de las diferentes variables permitió concluir:

- El aumento de la carga alcalina o de etanol actúa desfavorablemente sobre la viscosidad.
- Las mejores condiciones de la cocción fueron, temperatura 160 °C; tiempo de cocción 150 min.; carga alcalina 23.1%; relación licor-madera 7/1; etanol 50%.
- Las propiedades de resistencia fueron inferiores a las de las pastas Kraft (Fig. 8).
- Las bajas viscosidades obtenidas indican que el procedimiento debe ser aún mejor estudiado.

Otros trabajos realizados con coníferas (20) han avanzado aún más en los resultados, permitiendo aproximarse a las pastas Kraft (cuadro No.9). A rendimientos elevados existiría un efecto favorable del alcohol sobre la pared celular, permitiendo una abertura de los poros y facilitando la penetración de los reactivos. Se obtendría así una cocción más homogénea y en muchos aspectos superior a una cocción a la soda.

Existen ya algunos ejemplos industriales (Alemania) aunque el avance de los estudios no ha permitido todavía obtener una similitud con las pastas Kraft.

CUADRO No. 9

Propiedades de las pastas etanol-soda y Kraft en coníferas

	Kraft	NaOH	NaOH
	18% Aa y 25% Sulfidez	20%	20%
Et-NaOH%	--	50	50
Tiempo cocción (h)	2.5	2.5	1
Rendimiento %	47.7	47.4	50.5
Lignina%	4.9	6.6	9.0
Densidad g/cm ³	0.73	0.71	0.69
Indice estallido K Pa m ² /g	9.70	8.20	8.59
Indice tracción Nm/g	115.3	103.7	108.0
Indice razgado mNm ² /g	11.3	9.6	10.6

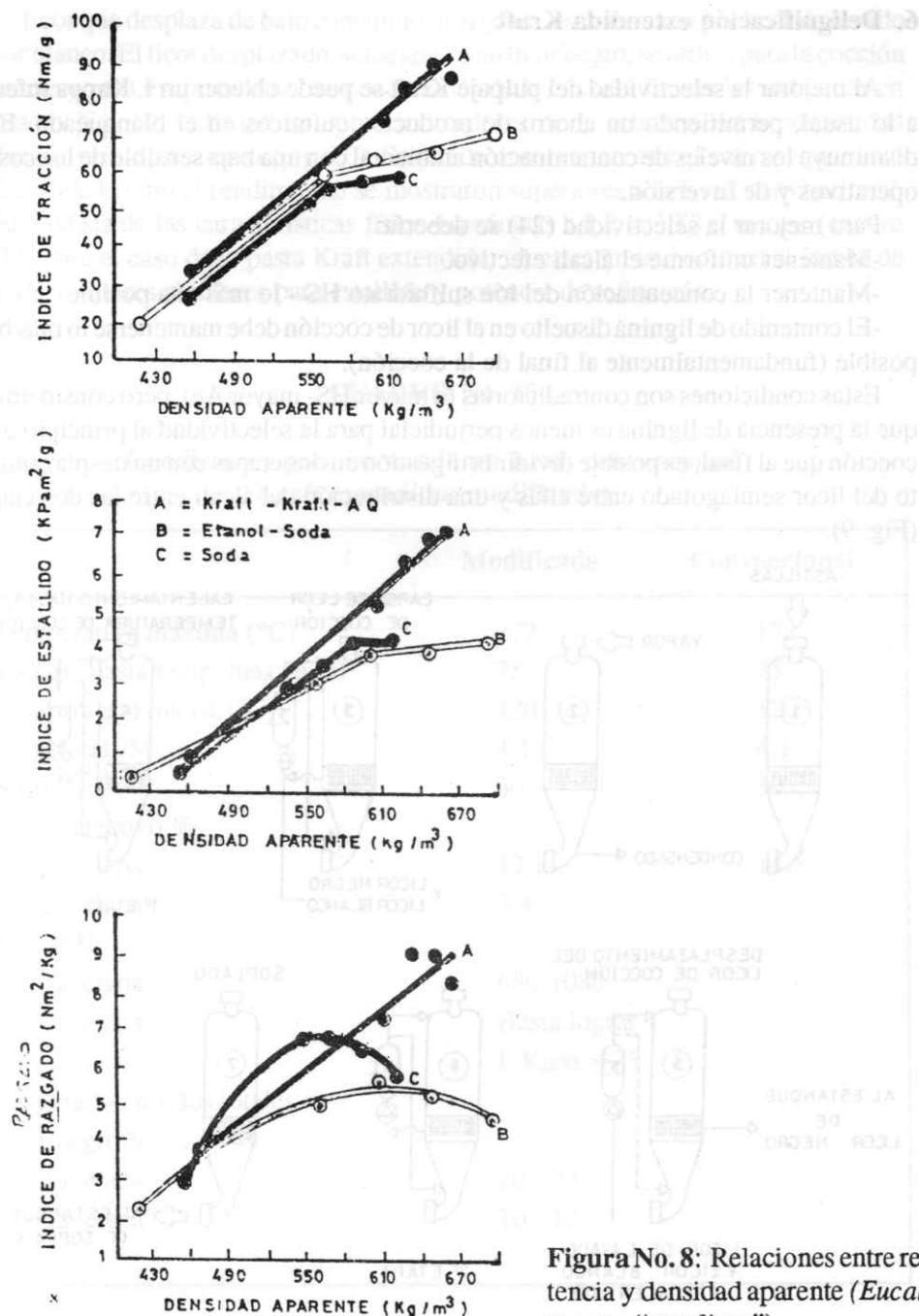


Figura No. 8: Relaciones entre resistencia y densidad aparente (*Eucalyptus* sp., "eucalipto")

6. Delignificación extendida Kraft

Al mejorar la selectividad del pulpaje Kraft se puede obtener un I. Kappa inferior a lo usual, permitiendo un ahorro de productos químicos en el blanqueado. Esto disminuye los niveles de contaminación ambiental con una baja sensible de los costos operativos y de inversión.

Para mejorar la selectividad (24) se debería:

- Mantener uniforme el álcali efectivo.
- Mantener la concentración del ión sulfhidrato HS⁻ - lo más alta posible.
- El contenido de lignina disuelto en el licor de cocción debe mantenerse lo más bajo posible (fundamentalmente al final de la cocción).

Estas condiciones son contradictorias (a mayor HS- mayor Ae), pero considerando que la presencia de lignina es menos perjudicial para la selectividad al principio de la cocción que al final, es posible dividir la digestión en dos etapas con un desplazamiento del licor semiagotado entre ellas y una distribución del álcali entre las dos etapas (Fig. 9).

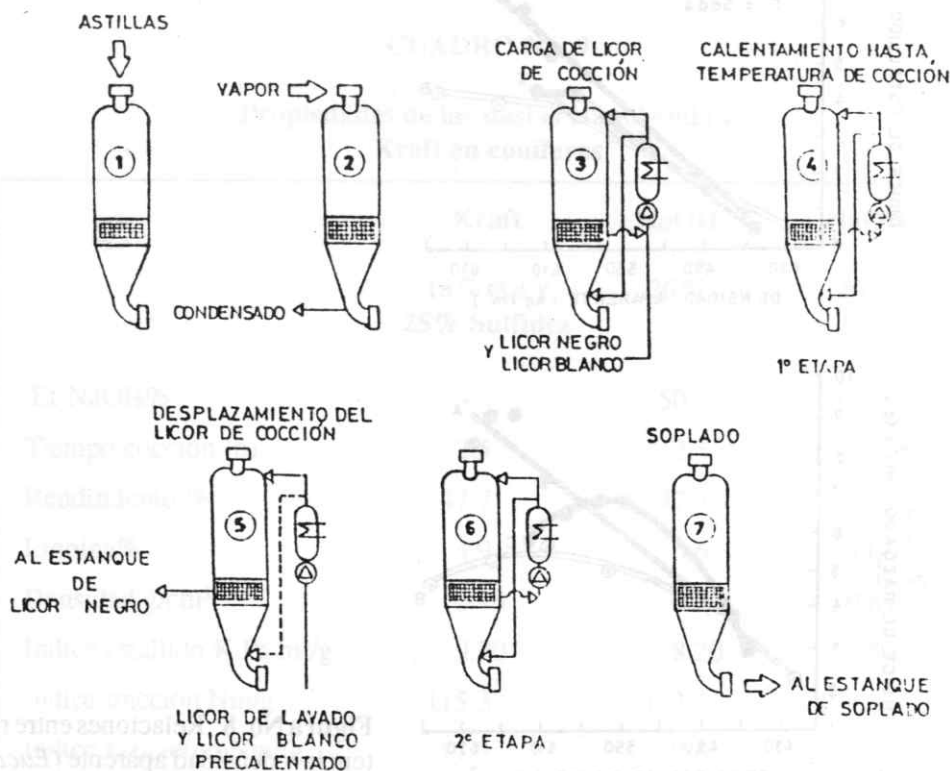


Figura No. 9: Fases del proceso de cocción modificada

El licor que desplaza de bajo contenido de lignina, está formado por licor de lavado y licor blanco. El licor desplazado, semejante a un licor negro, se utiliza para la cocción siguiente y para evaporación. Las condiciones de la cocción fueron las indicadas en el cuadro No. 10, utilizándose como indicadores de la selectividad la viscosidad intrínseca y el rendimiento (Fig. 10). Se puede observar en ambas curvas, que tanto la viscosidad como el rendimiento se mostraron superiores a la Kraft convencional.

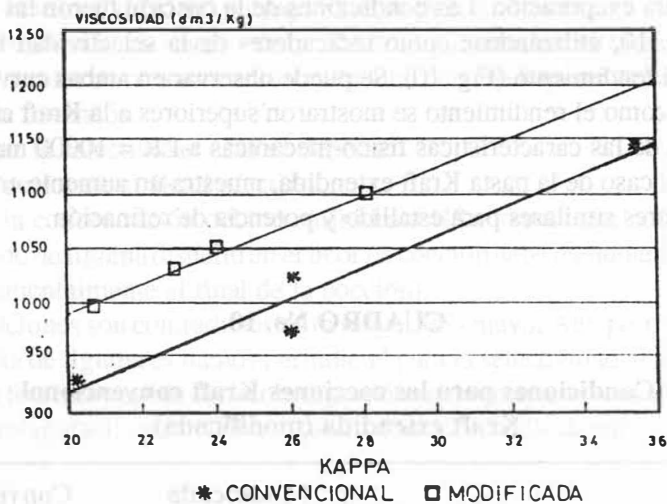
El análisis de las características físico-mecánicas a LR = 10000 metros (cuadro No.11) para el caso de la pasta Kraft extendida, muestra un aumento en el índice de rasgado y valores similares para estallido y potencia de refinación.

CUADRO No. 10

**Condiciones para las cocciones Kraft convencional
Kraft extendida (modificada)**

	Modificada	Convencional
Temperatura máxima (°C)	172	172
Tiempo hasta temp. max (min)	75	75
Temperatura inicial (°C)	120	120
Relación L/M	4:1	4:1
Sulfidez %	30	30
Alcali efectivo %		
1a. etapa	12.1	14.5
2a. etapa	3.4	
Factor H.		
1a. etapa	680-1080	
2a. etapa	Hasta lograr I. Kapa = 25	
Contenidos sólidos totales en licor negro%		
1a. etapa	20 - 23	
2a. etapa	10 - 12	

GRAFICA "A"
Viscosidad vs. Kappa



GRAFICA "B"
Rendimiento vs. Kappa

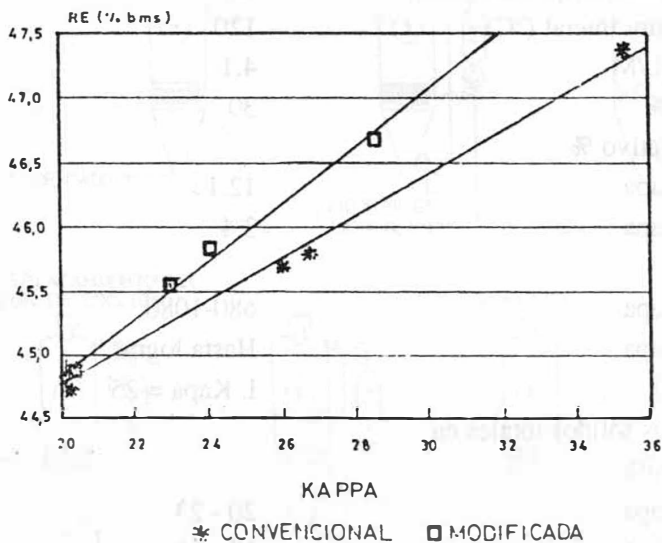


Figura No. 10: Relación entre el índice Kappa, la viscosidad y el rendimiento para una cocción Kraft convencional y modificada.

CUADRO No. 11**Propiedades de refinación a 10.000 m para pastas Kraft y Kraft modificada**

	I. Kappa	Factor Rasgado	Factor estallido	Potencia refinación
Referencia	25	130	66	28
Referencia	30	140	66	32
Modificada	24.6	154	68	30

Los ensayos de blanqueado para un mismo punto de blanco final, mostraron que las pastas modificadas se blanquean más fácilmente con un ahorro de un 17% de reactivos clorados, una reducción de un 29% en el color de los efluentes y un 24% en la DCO.

Visto los resultados obtenidos, estas cocciones modificadas o extendidas merecen una atención especial y tendrán, sin lugar a dudas, un desarrollo importante en los próximos años.

7. Conclusiones

Resulta difícil en este momento definir cuál será el procedimiento de fabricación de pastas químicas del futuro, considerando fundamentalmente las innovaciones aparecidas en los últimos años.

Existen si factores importantes que condicionan la investigación y las aplicaciones de nuevas tecnologías:

- Costo de la energía.
- Legislación en materia de protección del ambiente.
- Monto de las inversiones.
- Precio de la madera.

¿Se asistirá a un sucesor del procedimiento Kraft donde la performance y rentabilidad serán mejoradas o por el contrario a un lento cambio debido a una sustitución de procedimientos sin azufre?

¿Los problemas de contaminación ambiental

serán de tal magnitud que forzarán un cambio rápido en la tecnología de fabricación de pastas químicas?

Los principales especialistas indican que la evolución será hacia las pastas del tipo "CTMP"* , sin embargo las modificaciones son aún poco numerosas y el procedimiento Kraft mantiene su predominio a nivel mundial.

estabilización	Rasgado			
28	00	130	22	Reservorio
12	00	140	20	Reservorio
30	02	150	24	Reservorio

Los ensayos de blanqueo para un mismo punto de blanco final, muestran que las pastas modificadas se blanquean más fácilmente con un ahorro de un 15% de reactivos clorados, una reducción de un 25% en el color de los efluentes y un 24% en la DQO.

Con los resultados obtenidos, estas acciones modificadas o extendidas merecen una atención especial y tendrán, sin lugar a dudas, un desarrollo importante en los próximos años.

7. Conclusiones

Resulta difícil en este momento definir cuál será el procedimiento de fabricación de pastas químicas del futuro, considerando fundamentalmente las innovaciones aparecidas en los últimos años.

Existen si factores importantes que condicionan la investigación y las aplicaciones de nuevas tecnologías:

-Costo de la energía.

-Evolución en materia de protección del ambiente.

-Aporte de las inversiones.

-Forma de la madera.

Se atribuirá a un sucesor del procedimiento Kraft donde la performance y rentabilidad serán mejores o por el contrario a un tanto cambio debido a una restricción de procedimientos sin auxilio.

* (Químico termomecánica)

8. BIBLIOGRAFIA

1. M. SAUKKONEN, I. PALENIUS: Tappi 58 7. 117 (1975)
2. C. de CHOUDENS, R. ANGELIER, P. MONZIE: Atip 29 3, 77 (1975)
3. T. NAGANO: Tappi Alkaline Pulping Conference. N. Orleans 5-8 Nov. (1978)
4. H. HOLTON: Pulp and Paper. Canadá 78 10, 19 (1978).
5. D. LACHENAL. C. de CHOUDENS, P. MONZIE: Atip. 33 5. 213 (1979)
6. D. LACHENAL. C. de CHOUDENS. P. MONZIE: Atip 33 6. 260 (1979)
7. K. GHOSH, K. VENKATESH. W. CHIN. J. GRATZL: Tappi 60 11. 127 (1977)
8. T. FULLERTON: Appita 32 2. 117 (1978)
9. J. MACLEOD. B. FLEMING, G. KUBES, H. BOLKER: Tappi 63 1. 57 (1980)
10. A. FARRINGTON. P. NELSON. N. VANDERHOEK: Appita 33 3, 207 (1979).
11. T. BLAIN: Tappi Pulping conference 24-26 Set. U.S.A. (1979) p. 205.
12. K. GOEL. A. AIROUD, B. BRANCH: Tappi Pulping Conference 24-26 Set. U.S.A. (1979) p. 213.
13. Y. NOMURA: Jappan Tappi 34 1, 50 (1980)
14. S. RAUBENHEIMER, S. EGGERS: 11 European Meeting Research and Review Report. No. 70 (1979).
15. T. KLEINERT: Tappi 57. 99 (1974)
16. B. FLEMING, G. KUBES, J. MACLEOD, H. BOLKER: Tappi 61 6, 43 (1978).
17. J. GIERER, O. LINDEBERG, I. NOREN: Holzforchung 33 6, 213 (1979).
18. J. OBST. L. LANDUCCI, N. SANYER: Tappi 62 1, 33 (1979)
19. N. VIRKOLA, R. PUSA, J. KETTUNEN: Tappi 64, 5 (1981)
20. R. MARTON, S. GRANDZOUW: Tappi 65 6, 103 (1982)
21. CTP: Document 1095 Francia (1983)
22. B. DEMEUR, J. GOMIDE, C. da SILVA: 19 Congreso ABCP, Brasil (1986).
23. J. LORA, S. AZIZ: Tappi journal 68 8, 94 (1985)
24. M. GALLARDO, J. PAZ, M. CARREÑO: 5 Congreso Latinoamericano. Chile (1989)
25. P. Kleppe: Tappi Journal March (1986) p. 50
26. D. LACHENAL: Document CTP No. 975 (1980).