NITED NATIONS
)NOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA
:HNICAL ASSISTANCE ADMINISTRATION

)OD AND AGRICULTURE
RGANIZATION

LIMITADO
ST/ECLA/CONF.3/L.5.10
1 octubre 1954
ORIGINAL: ESPAÑOL

JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS
EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA

Buenos Aires, Argentina
18 octubre - 2 noviembre, 1954

VEINTICINCO AÑOS DE EXPERIENCIA INDUSTRIAL ARGENTINA EN LA ELABORACION DE CELULOSAS DE PAJAS, CAÑAS Y BAMBU

por

Juan Di Filippo
Celulosa Argentina, S.A. (Argentina)

Tema V: ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

(Nota: Este documento no ha sido revisado por el autor, y está sujeto a modificaciones antes de su impresión definitiva)

VEINTICINCO AÑOS DE EXPERIENCIA INDUSTRIAL ARGENTINA EN LA ELABORACION DE CELULOSAS DE PAJAS, CAÑAS Y BAMBU

por Juan Di Filippo *

I

ESTUDIOS Y PROCEDIMIENTOS REALIZADOS EN CELULOSA ARGENTINA DESDE SU INSTALACION HASTA 1932

1. Consideraciones generales

La obtención simultánea del cloro y del álcali en una sola operación, en un estado relativamente puro y con un procedimiento bastante simple, permitían suponer en un comienzo que el álcali electrolítico desplazaría rápidamente al químico preparado según el procedimiento Solvay, pero la realidad no confirmó esta suposición.

El aliado que en un principio había ayudado a la industria del álcali a desarrollarse, es decir, el cloro, fué precisamente el que detuvo su impulso. Para cada equivalente de álcali ó molécula-gramo, el proceso de electrolisis pone en libertad un átomo-gramo de cloro.

La industria prospera mientras el cloro y sus derivados encuentren salida en el comercio; de lo contrario, el balance de una fábrica álcali-cloro no se sostiene, salvo en casos especiales.

Se encontró una solución eficaz en la elaboración del cloruro de cal. Alemania, con su floreciente industria orgánica de los colorantes, pudo consumir grandes cantidades de toneladas de cloro. Los Estados Unidos y el Canadá, con las enormes industrias celulósicas y del papel, hallaron gran aplicación del halógeno, como hipoclorito primero y después como cloro líquido.

Muchas otras naciones desarrollaron los cloro-derivados, lo que permitió ampliar el empleo del hipoclorito de sodio, de calcio, el ácido clorhídrico sintético, los cloro-derivados orgánicos, tales como tetracloruro de carbono, cloroetano y cloroetilenos, etc.

---

* De Celulosa Argentina, S.A., Argentina.

/Pero la

Pero la superproducción de cloro repercutió en todo el mundo, especialmente al terminar la primera guerra europea, durante la cual el cloro - principal componente de los gases asfixiantes - tuvo muchas aplicaciones en la producción de fosgeno, iperita, cloro-picrina, etc.

En tales condiciones se planteó el interesante problema industrial de encontrar al cloro electrolítico una aplicación digna de sus posibilidades y fué así como se llegó al ataque de los vegetales con cloro gas húmedo, para la producción de pastas semiquímicas y químicas, en los países que contaban con grandes disponibilidades de residuos agrícolas.

A tal efecto, basta recordar que el mejor método de laboratorio para separar cuantitativamente la celulosa de los vegetales, es el antiguo y ya clásico método de Cross y Bevan, basado en el empleo del cloro gaseoso.

El paso de este procedimiento analítico a la gran industria representó una tarea bastante ardua y muchos años de estudios y experiencias.

En los procedimientos industriales entonces conocidos para la extracción de la celulosa se pretendía englobar en una sola operación de ataque toda la elaboración. Tal sucede, por ejemplo, en los tres métodos clásicos, denominados a la soda, al sulfato y al bisulfito, teniendo como fundamento, los dos primeros, un ataque en un medio alcalino y el último en un medio ácido.

Ahora bien, las sustancias y grupos complejos que acompañan a la celulosa en los vegetales, son de naturaleza distinta, por lo cual no es un tratamiento único, alcalino ó ácido, el que puede disolverlos íntegramente, a menos que se obre con tal intensidad que se ataque a la celulosa misma.

En lugar del ataque único, lo más racional es aplicar el principio de la repartición del trabajo químico, en el sentido de emplear tratamientos específicos sucesivos con agentes adaptados a la eliminación de cada uno de los grupos de productos no celulósicos que acompañan a la celulosa.

Se emplean como reactivos álcali y cloro, que por su acción no influyen sobre la celulosa que se quiere separar, la cual, como compuesto orgánico químicamente inerte, es resistente hasta cierto límite, a la acción hidrolizante de los álcalis y de los ácidos y a la acción de sustancias oxidantes, como el cloro.

No se puede abordar aquí en detalle la teoría de la acción sucesiva de los álcalis y del gas cloro sobre los vegetales sometidos al tratamiento. Cabe afirmar que el método al cloro gas es específico, sobre todo para los

/vegetales anuales

vegetales anuales y las reacciones características del cloro gas son su combinación a la lignina de la lignocelulosa para dar cloroligninas y celulosa en libertad.

Hay que aclarar que el procedimiento al cloro gas, no obstante sus ventajas, tardó en afirmarse en la práctica industrial debido al hecho de que a los realizadores se les exigió conocer tres ramas complejas de la tecnología química: la de la producción electrolítica del cloro, la de la fabricación de la celulosa, y la de la fabricación del papel. La coordinación de esas tres ramas se consiguió después de muchos años de constantes trabajos y fracasos.

Aunque el procedimiento se denomina al cloro gas, requiere el empleo de soda cáustica, cloro e hipoclorito. La primera, para disolver las sustancias incrustantes fácilmente atacables por álcali, y el segundo para hacer combinar principalmente la lignina y el cloro activo del hipoclorito con el fin de destruir por oxidación los rastros de sustancias colorantes residuales y blanquear así la celulosa.

Pero el método es muy elástico. De un máximo de soda y un mínimo de cloro (el extremo es el empleo de álcali sólo, es decir, el actual procedimiento a la soda) se puede llegar al otro extremo.

El principio de la fabricación del cloro gas descansa sobre el método de Cross y Bevan para la determinación del contenido de celulosa en los vegetales. El Dr. Kellner ensayó por primera vez llevar este método de laboratorio a una escala semi-industrial. Luego, Beniamino Cataldi obtuvo patente para un procedimiento fundado sobre el mismo principio y destinado a producir pastas químicas al cloro gas.

Este método fué adoptado por la sociedad "Electroquímica Pomilio", en Nápoles después del año 1919, y fué objeto de un estudio constante de perfeccionamiento, gracias a la colaboración entre la Escuela Politécnica de aquella ciudad y los laboratorios de investigación e instalaciones de la "Electroquímica Pomilio".

El procedimiento entró entonces en ensayos en una unidad piloto (5 toneladas por día) en una marcha lenta sujeta a fuertes pérdidas de reactivos químicos y de vapor.

/Después de

Después de algunos meses de marcha industrial, se llegó a la conclusión de que lo mejor es rehacerlo de nuevo. El Ing. Umberto Pomilio se puso con entusiasmo al frente del problema y, con la colaboración de los técnicos de su compañía, reformó el método y creó una instalación completamente nueva. Desde 1924 la instalación de Nápoles utilizó un procedimiento distinto y que originó el Brevet No. 240.671 del 25 de julio de 1925.

Durante los períodos de estudio y los ensayos tecnológicos e industriales, los profesores Marussia, Bakunin y Francisco Giordani prestaron la mayor colaboración en el aspecto científico del problema.

A fines de 1926 comenzaron los ensayos con la cloruración en continuo, exigida por la continuidad de la marcha de las células electrolíticas que no admiten otra solución. Los ensayos prosiguieron en una instalación experimental con una producción semi-industrial hasta que se resolvieron por completo los problemas de la cloruración con cloro gas en continuo.

En enero de 1928, el Ing. Pomilio se trasladó a Rosario (República Argentina) invitado por la Bolsa de Comercio para estudiar la instalación de una fábrica de papel que utilizara como materia prima los residuos agrícolas y explotando ya la cloruración en continuo con cloro gas producido directamente en la sala electrolítica.

2. Como nació "Celulosa Argentina" en Rosario (Argentina)

Con la experiencia adquirida en la instalación ya perfectamente organizada y montada en Nápoles, más la seguridad de trabajo con pleno éxito en la cloruración en continuo de vegetales con cloro gas obtenido directamente por electrolisis del cloruro de sodio, el Ing. Pomilio y sus colaboradores pensaron en otros sitios más adecuados al método con plantas anuales.

Entre los diversos países sudamericanos se prefirió a la Argentina por su elevado consumo de papel comparado con el número de sus habitantes y, además, porque en la Argentina no había ninguna fábrica de celulosa. En las provincias más densamente pobladas - Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba - se quemaban anualmente cerca de 20 millones de toneladas de paja de trigo, lino y maíz. Instalar una fábrica de celulosa y papel aprovechando estos residuos agrícolas era de sumo interés para satisfacer al menos una pequeña parte de las necesidades nacionales de papeles, que por aquel entonces oscilaba en una importación de alrededor de 140 mil toneladas de papel de

/diario y

diario y revistas, 25 mil de papeles de imprenta y escribir, 8 mil de papeles para envolver, etc.

Un comité organizado por iniciativa de la Bolsa de Comercio de Cereales de Rosario, invitó en 1928 al Ing. Pomilio a hacer un estudio completo de las condiciones locales de naturaleza económica e industrial, y para ver si existían las condiciones necesarias requeridas para la instalación de una planta productora de celulosas de los residuos agrícolas.

Después de examinar los costos de enfardado y emparvado de las pajas, costos de la sal, energía, combustibles, mano de obra, transportes, precios de ventas de las correspondientes calidades de papeles obtenidas, el Ing. Pomilio emitió un informe favorable. Se constituyó así la sociedad Celulosa Argentina, Sociedad Anónima. En febrero de 1929 empezó a levantar sus instalaciones en Juan Ortiz, sobre las barrancas del río Paraná, a unos 15 kilómetros de Rosario.

3. Características técnicas de la fábrica en Juan Ortíz años 1930 - 1932

Toda la fábrica estaba instalada sobre una superficie de 125 mil metros cuadrados aproximadamente, de los cuales más de 20 mil metros cuadrados los cubrían edificios y galpones.

La sala de calderas constaba de dos calderas a media presión que funcionaban sólo como reserva, y de una caldera para producir vapor a una presión de 22 atmósferas, recalentado a 375° C con la cual se había conectado un turbo-alternador de 400 kilovolts-amp., cuyo vapor de escape iba a fabricación.

Cerca de la sala de calderas, las cabinas de transformación bajaban el potencial de la energía eléctrica que, por cables subterráneos, venía desde Rosario de 6.500 a 380 volts. Al lado, existían dos grupos convertidores rotativos que transformaban la corriente alterna en continua para la sección de electrolisis.

La planta electrolíticadisponía de dos baterías compuestas por 28 células electrolíticas del tipo Giordani-Pomilio, de 3.000 amp., tipo vertical con diafragma y circulación. Cada célula podía producir en 24 horas unos 100 kilogramos de soda cáustica y 90 kilógramos de cloro. La instalación para la preparación y purificación de salmueras, consistía en

/un depósito

un depósito para 1.000 toneladas de sal, dos tanques para la disolución de la sal, otros tanques para la purificación o eliminación de calcio y magnesio, filtrado de la salmuera y otros tanques depósitos para alimentar las células electrolíticas.

La sección "Celulosa" estaba constituída primeramente por una serie de tinglados alejados de la fábrica para almacenar los fardos de paja que se utilizaban en caso de lluvia. En otra sección, próxima a estos tinglados, se cortaba y limpiaba la paja con una instalación destinada a recuperar también el grano de cereal que aún quedaba en la paja, en una proporción del 1 al 3 por ciento.

La paja cortada en trozos de 8 a 10 centímetros, era enviada por un poderoso ventilador a través de 200 metros de cañería hasta llegar a la sección propiamente dicha que tenía 5 digestores fijos cilíndricos, con bomba para la circulación de la lejía cáustica y un hongo con fondo perforado para lavar y sacar la paja del digestor. A continuación, una serie de lavadores a caracol, prensas y abridores del vegetal tratado, con otro ventilador, lo elevaba por último al compartimiento de cloruración.

En él cuatro torres de cloruración en hormigón, revestidas interiormente con baldosas de gres, marchaban continuamente de acuerdo con el principio de contra-corriente; es decir, que el vegetal desciende lentamente por gravedad mientras que el cloro de las células electrolíticas impulsado por un ventilador, lo cloruraba de abajo a arriba. La velocidad del vegetal se podía regular con un mecanismo extractor comandado por un motor a velocidad variable, de acuerdo con las necesidades de cloro del vegetal. El material clorurado caía en cámaras de maduración en las cuales la cloruración llegaba a su término con el cloro ocluído en la masa.

Luego se eliminaba por medio de lavajes el ácido clorhídrico formado y los baños alcalinos en frío permitían solubilizar el material no celulósico; en estas holandesas se daba a continuación los lavajes finales hasta sacar los restos de soda cáustica.

Terminadas las operaciones químicas, los sableros y clasificadores rotativos separaban las partes no tratadas en las etapas químicas. A continuación, la pasta era blanqueada en holandesas con hipoclorito de calcio.

/Esta producción

Esta producción de 10 a 12 toneladas en 24 horas era bombeada a la sección Papelería, pasándola a dos molazas de 500 kilógramos cada una mientras se refinaba aparte la celulosa extranjera de madera en cuatro holandesas refinadoras de 3 metros cúbicos cada una. La mezcla de los tipos de celulosas se hacía en una holandesa mezcladora de 12 metros cúbicos y una pileta mezcladora de 30 metros cúbicos.

En otras secciones se elaboraban los compuestos de cloro con el cloro sobrante de la producción de las células electrolíticas. El hipoclorito de sodio se obtenía con el sistema de circulación en contra-corriente en torres de gres y con enfriamiento en un baño refrigerante. El hipoclorito de calcio en solución, también se fabricaba por el mismo sistema en torres de hormigón y se usaba para blanquear toda la producción de celulosa.

El ácido clorhídrico se preparaba por vía sintética, por combustión de cloro e hidrógeno en quemadores especiales; el gas resultante se enfriaba en tubos de cuarzo y era absorbido en agua por contra-corriente.

La instalación de la evaporación de soda cáustica fué proyectada con la intención de recuperar la sal mediante la concentración de la soda; los cristales de sal se lavaban en centrífugas directamente con salmuera y eran neutralizados para sacar todo vestigio de soda.

La gran cantidad de agua necesaria para toda la fábrica y especialmente para las secciones Celulosa y Papelería (10.000 metros cúbicos por día) se obtenía por clarificación con sulfato de aluminio y filtración del agua del río Paraná.

Los consumos de reactivos tenían entonces un promedio, en un año de funcionamiento, por cada 100 kilogramos de celulosa blanqueada (base 88 por ciento de sequedad), 15 a 16 kilogramos aproximadamente de soda en la cocción, 22 a 24 kilogramos de cloro gas en la cloruración, 3 a 4 kilógramos de soda en el baño alcalino y 1,5 a 2 kilogramos de cloro activo en el blanqueo.

En los primeros meses de 1932, la fábrica ya producía por mes lo siguiente:

/Celulosa

	Toneladas
Celulosa	314
Papeles de escribir e impresión	439
Acido clorhídrico	54
Soda cáustica para concentrar	82
Sal refinada para mesa	115

4. Materias primas para una industria celulósica al cloro gas

Como materias primas importantes en una industria combinada de álcali-cloro y celulosa, deben señalarse la paja, la sal y la energía eléctrica, que en una instalación electroquímica debe considerarse como una de las materias primas más importantes.

La paja de trigo, lino y maíz: La provincia de Santa Fe - provincia en que está instalada la fábrica - figura entre las primeras en cuanto a la producción triguera; en efecto, según informes de la Dirección General de Economía Rural y Estadísticas de la Nación, la distribución de la producción por provincias y territorios, en toneladas de trigo, fué en el año 1936 - 1937 la siguiente:

	Toneladas
Buenos Aires	3.060.400
Santa Fe	828.700
Córdoba	2.418.400
Entre Ríos	205.000
San Luis	16.300
Santiago del Estero	8.200
Otras provincias y territorios	207.000
TOTAL	6.744.000

La misma Dirección presenta un cuadro estadístico con la producción de trigo entre los decenios 1926/1927 y 1935/1936, que es como sigue:

Año

Año	Toneladas
1926/27	6.261.624
1927/28	7.683.000
1928/29	9.499.716
1929/30	4.424.630
1930/31	6.321.840
1931/32	5.979.000
1932/33	6.556.000
1933/34	7.787.000
1934/35	6.550.000
1935/36	3.850.000
Término medio del decenio:	6.491.000

Cabe referirse en forma breve a la paja de lino, también abundante en la Argentina. Desde luego, hay una gran diferencia con la paja europea, porque mientras aquí se cultiva el lino para industrializar la semilla, allá se siembra con el fin de industrializar las fibras.

Gracias a las múltiples experiencias en laboratorio y en escala industrial realizadas en la planta de Juan Ortíz sobre la paja de lino, se puede afirmar que el principal obstáculo hallado en este material es la gran diferencia de comportamiento de los reactivos químicos tanto sobre la parte exterior fibrosa como sobre la interna, completamente medular y de fibras muy cortas.

Por consiguiente, cuando se trata la paja de lino completa se obtiene una pasta demasiado atacada en las fibras y en la cual la parte medular ha desaparecido o, de lo contrario, la parte fibrosa poco atacada acompañada de médula y fibras cortas. Como es imposible pasar este conjunto de fibras largas y cortas por la depuración mecánica, se obtenía al final una pasta blanqueada con muchas astillas amarillas no tratadas.

La separación preliminar de las fibras largas de las cortas con médula, acarrearía muchas dificultades y sería sumamente costosa si se piensa que se puede obtener un 20 por ciento de fibras largas o aprovechables de todo el conjunto.

Por estas razones, y dada la gran cantidad de paja de trigo en el país, se desistió de la paja de lino en las instalaciones de Juan Ortiz.

También en los períodos iniciales, se hicieron bastantes ensayos en laboratorio y en escala industrial con los tallos de la planta del maíz, muy abundante en esta zona. Prácticamente, se presentaron las mismas dificultades

/que con

que con la paja de lino, por estar el tallo cubierto de hojas y con mucha médula en la parte interior. Había que tratarla con exceso de álcali para aislar las fibras, pero la médula se transformaba en una pasta jabonosa que tapaba completamente la tela de los lavadores. La celulosa blanqueada era bastante sucia y demasiado encartada; los rendimientos bajos y los consumos elevados de reactivos contribuían notablemente al costo elevado de esta celulosa.

Tampoco se empleó el residuo de la caña del maíz en las instalaciones de Juan Ortiz.

Sal: Es conveniente disponer de sal en cantidad y calidad constante en su composición química. La calidad, en algunas zonas, es muy satisfactoria. Los análisis promedios son los que siguen:

Sal de Quilino (Prov. de Córdoba)	Por ciento
cloruro de sodio	96,20
agua a 105° C	2,70
insolubles	0,05
sulfatos (SO_3)	0,16
calcio (CaO)	0,22
magnesio (MgO)	0,085
Sal de N. Levalle (Prov. de Buenos Aires)	
cloruro de sodio	99,00
insolubles	0,15
sulfatos (SO_3)	0,28
magnesio y calcio	trazas

II

CARACTERISTICAS TECNICAS ACTUALES DE LA FABRICA EN JUAN ORTIZ

Después de casi veinticinco años de existencia, la fábrica ha aumentado enormemente su producción en todos los productos elaborados, gracias a las ampliaciones y mejoras constantes de sus instalaciones anteriores y al agregado de otras en nuevos edificios.

/Actualmente la

Actualmente la fábrica está instalada sobre una superficie de 2.000.000 de m2, una gran parte de los cuales la cubren edificios y galpones.

La sala de calderas, que ya había sufrido una transformación al cambiarse las calderas anteriores por dos Borsig de 25 toneladas de vapor por hora cada una, a 35 atmósferas de presión y 420° C vapor recalentado - 550 m^2 de superficie de calefacción cada una, vuelve a ser transformada en un edificio moderno con caldera para 70 toneladas de vapor por hora a 90 atmósferas de trabajo - vapor recalentado a 515° C - superficie de calefacción de 1.400 m^2. Las dos calderas Borsig quedan de reserva.

El vapor de estas dos calderas pasaba por tres turbinas Stal de 3.000 Kwh. cada una (total instalados 9.000 kwh.) y el escape de vapor de 2,5 armósferas circulaba por todas las secciones de la fábrica.

Actualmente, en ese mismo edificio moderno todo el vapor producido a 90 atmósferas pasa por dos Toppings de 4.200 y 5.500 Kwh y su escape de vapor de 29 atmósferas pasa de inmediato a las tres turbinas anteriores de 3.000 Kwh cada una, que a su vez dan vapor a 2,5 atmósferas para las necesidades de la fábrica. Además, hay dos turbinas más de condensación de 6.500 y 9.000 Kwh. que con las restantes suman 34.200 Kwh ó 46.500 HP instalados.

Las instalaciones de la sección productora de cloro y soda han aumentado extraordinariamente a tal punto que, en un edificio de planta baja y alta, dispone de unas 500 células electrolíticas con las cuales se pueden obtener unas 45 toneladas diarias de soda cáustica y 40 toneladas diarias de cloro gas con un consumo diario de 130 a 150 toneladas de sal.

La energía eléctrica continua para esta sección la proporcionan dos mutadores de 1.600 Kw cada uno y tres conmutadores rotativos de 1.000 Kw cada uno (total 6.200 Kw).

Desde el año 1940, la Sociedad trató de perfeccionar el electrolizador "Giordani - Pomilio" con especial relación al rendimiento energético; en etapas sucesivas llegó a la creación del tipo de electrolizador a circulación y diafragma de forma circular, del mismo amperaje y capacidad productiva pero con rendimiento en Kw por kilógramo de reactivos producidos algo superior al precedente.

También se buscó la facilidad de la construcción, montaje y manutención. El fin perseguido se logró tan satisfactoriamente, que en la actualidad el

/mismo número

mismo número de personal de 1930 está a cargo de la capacidad total ampliada de la planta.

Las características técnicas de dicho electrolizador son las siguientes:

a) mínimo volumen y, por consiguiente, menor costo de edificio;
b) mínimo costo de instalación con economía del 30 por ciento respecto al costo de los demás aparatos del tipo más económico;
c) elevado título del líquido catódico con la posibilidad del empleo industrial directo de los productos obtenidos;
d) mínimo costo de mano de obra;
e) mínimo gasto de manutención;
f) tensión media: 3,2 volts.
g) rendimiento en corriente: 95 - 96 por ciento;
h) rendimiento en energía: 68 - 70 por ciento;
i) densidad de corriente anódica: 6 amp/dm^2;
j) densidad de corriente catódica: 5 amp/dm^2;
k) consumos de NaCl por tonelada de soda: 1.800 kilogramos;
l) consumo de energía eléctrica por tonelada de soda producida: 2.450 Kwh.

El "Sindicato Celulosa Pomilio", que con el procedimiento a cloro para células se ocupó de la construcción de electrolizadores "Giordani - Pomilio", adoptó después de llegar a acuerdo con "Celulosa Argentina, S.A.," el electrolizador circular "C.A.S.A", instalando grandes cantidades de dichas células en las más variadas regiones del mundo.

En la sección Producción de Celulosas, los cambios han sido enormes en cuanto a instalaciones y edificios, si se considera que de las 10 toneladas diarias de celulosa blanqueada de trigo que se producían en los años 1931 - 1932, se producen actualmente unas 75 toneladas diarias de celulosa de trigo y unas 40 toneladas diarias de celulosas blanqueadas de Caña Castilla (Arundo donax), bambú, eucaliptos o pinos.

Durante ese intervalo de tiempo se estudió en una torre pequeña la cocción en continuo de la paja de trigo, que más tarde se concretó en dos torres en continuo para la cocción de 160 toneladas diarias de paja de trigo, con una alimentación a presión, lo que permite trabajar a más temperatura.

Paralelamente, se instalaron digestores verticales fijos, con y sin

/circulación del

circulación del líquido de cocción, para tratar bambú, eucalipto, o diversas clases de pinos. La cocción a presión de estas maderas con proceso al sulfato obligó a instalar toda una planta de recuperación de líquidos negros que puede dar unas 30 toneladas de líquido blanco (NaOH más Na_2S) y 12 toneladas de vapor por hora. Actualmente, se recupera también el líquido negro de la cocción de la paja de trigo y se devuelve a esta sección parte de líquido blanco, permitiendo la cocción del trigo al sulfato. El problema de la sílice de este líquido negro sobre los evaporadores ha sido solucionado precipitándola con cal en una nueva instalación.

Además, se instalaron en esta sección dos equipos completos de blanqueos Kamyr; uno para las 40 toneladas de celulosas de maderas con dos torres de cloruración, dos torres de baño alcalino y una torre de blanqueo con hipoclorito de calcio. El otro, para las 75 toneladas de celulosa de trigo, tiene la finalidad de completar la cloruración con cloro gas ya señalada y consta también de dos torres de cloruración, dos de baño alcalino y una de blanqueo con hipoclorito de calcio.

A la máquina continua instalada en 1930, que producía unas 20 a 25 toneladas por día de papeles, se ha agregado otra para una producción diaria promedio de 70 toneladas de papeles blancos de buena calidad (ancho de tela 4,27 metros, 36 secadores, 12 secafieltros, prensa de encolar, velocidad de la máquina 200 a 225 metros por minuto). A continuación tiene una supercalandra de 11 rollos, velocidad 375 metros por minuto.

Paralelamente a esta máquina y en el mismo edificio se está instalando una tercera continua para producir unas 30 toneladas de papeles blancos y en colores.

Generalmente se fabrican en estas máquinas tipos de papeles blancos, para escribir, para impresiones, affiches, sobres, dibujos, etc. Estos papeles se han impuesto en el mercado argentino como los mejores para obras y su composición, según los tipos y destinos, va de un mínimo de 60 por ciento de celulosa de paja para affiches y sobres a un máximo del 85 a 90 por ciento de esta celulosa para los tipos de obras corrientes, cuadernos, dibujo, etc.

La instalación de aguas para la fábrica se amplió considerablemente; en la actualidad se cuenta con dos equipos Dorr de coagulación y decantación, que

/pueden dar

pueden dar de 3.000 a 4.000 metros cúbicos por hora. El consumo actual de agua se aproxima a los 3.000 metros cúbicos por hora, bombeada directamente del río Paraná; esta agua es bastante blanda, con 2 a 4 grados alemanes de dureza.

III

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES, EN CONEXION CON LA PLANTA PRODUCTORA DE CELULOSAS

Por la complejidad de los problemas en una industria nueva, como lo es la de la elaboración de celulosas blanqueadas a base de materias primas tan heterogéneas, compuestas en su mayoría de tallos y hojas, en una instalación en continuo, fué necesario estudiar para cada materia prima las condiciones óptimas de cocción y de blanqueo.

El laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina, S.A. ha prestado siempre preferente atención al estudio preliminar de las materias primas que deberán usarse luego en escala industrial, y en cada caso ha tratado, con los resultados obtenidos a través de múltiples experiencias realizadas en el laboratorio y luego en las mismas instalaciones, de mantener una colaboración estrecha en la orientación y el control para asegurar el éxito de los resultados de cada ensayo.

No es lo mismo estudiar y producir pastas en un recipiente cerrado donde se registran temperaturas, presiones, cantidades de materia prima y reactivos, que estudiarlas y producirlas en cantidad y calidad constante dentro de una torre donde vegetal y solución corren a velocidades diferentes, con zonas de mayor o menor contacto con la solución y la temperatura.

Los problemas se hacen más complejos cuando se debe obtener celulosa de las hojas y tallos de un vegetal o cuando, con la misma instalación en continuo, se debe tratar paja de trigo, de arroz, del sudan grass, de Caña Castilla o del bagazo, porque cada una tiene sus variables de cocción previamente determinadas.

Solamente con esta colaboración y el contacto continuo entre el laboratorio y el trabajo, se ha llegado a poner la misma instalación en condiciones para tratar los diferentes vegetales.

/En forma

En forma resumida se dan a continuación informaciones de las experiencias con los resultados obtenidos en nuestros laboratorios sobre algunos estudios realizados con pajas de trigo, Caña Castilla, etc.

1. Paja de trigo: A. Cocciones con soda y al sulfato. Influencia de la cantidad de reactivos, del tiempo, temperatura, relación de paja y solución, etc., sobre su grado de cocción, rendimientos, etc.

a) Experimentos en digestor de 500 ml

Sobre una muestra promedio de paja de la zona de la provincia de Santa Fe cuyo análisis químico es el siguiente:

	Planta total tallos - hojas - espigas (porciento)
Agua a 105° C	11,70
Cenizas	6,84
Pentosanos totales	23,20
Ligninas (sin cenizas)	19,40
Solubles en éter	1,17
Solubles en alcohol-benceno	3,76
Solubles en agua fría	3,90
Solubles en agua caliente	6,68
Solubles en 1% NaOH	38,90
Celulosa Cross & Bevan	53,40

Se han realizado una serie amplia de cocciones en digestores de 500 ml. sumergidos en un baño de aceite con líquido blanco (NaOH más Na_2S) y con soda cáustica, variando la relación de cocción - paja seca a solución- entre los límites de 1:3 a 1:7; la temperatura máxima de cocción entre los 100 y 160°C y la cantidad de álcali activo o soda cáustica en la cocción entre 8 y 14 por ciento sobre paja seca.

La primera serie de cocciones fué hecha con líquido blanco (cocciones al sulfato), en las condiciones indicadas a continuación:

Paja desfibrada por cada digestor	50,0 gramos
Agua a 105° C de la paja	10,0 por ciento
Relación paja seca a solución	1:3
Tiempo hasta temperatura máxima	1,15 horas
Tiempo a temperatura máxima	5,30 horas

/La segunda

La segunda serie de cocciones se efectuó en las mismas condiciones anteriores pero en este caso con solución de soda cáustica. La cantidad de soda en cada ensayo es igual a la cantidad de álcali activo (NaOH más Na_2S) empleado en cocciones al sulfato.

A continuación se repitió la serie anterior variando solamente la relación paja a solución de 1:5 en vez de 1:3 y finalmente se hicieron los mismos estudios para las relaciones de 1:4, 1:6 y 1:7.

Sobre cada una de las pastas obtenidas, después de lavadas y desfibradas en un "Turmix", se determinaron rendimientos, números de permanganato, ligninas, cenizas y viscosidades, de acuerdo con las normas TAPPI, menos las viscosidades que se hicieron de acuerdo con la norma sueca CCA 16.

Indudablemente, el grado de cocción influye sobre los rendimientos, disolución de ligninas y hemicelulosas. Entre las temperaturas de 100 a 160° C el rendimiento en pasta lejiviada disminuye con el aumento de álcali que actúa sobre las ligninas, las hemicelulosas y en último término sobre la celulosa misma.

Cuando la cantidad de álcali empleado es insuficiente y la solución de cocción, diluída, el rendimiento se mantiene constante en las cocciones entre 100 y 130° C (cocciones con relación 1:5) y empieza a disminuir a temperaturas entre 145 y 160° C por ataque de la celulosa.

Cantidades superiores al 11 por ciento de álcali reaccionan sobre la lignina a temperaturas inferiores a 130° C con la consiguiente disminución del rendimiento. Si en las mismas condiciones la cocción se realiza a temperaturas entre 145 y 160° C el rendimiento no sufre gran variación porque la disolución de hemicelulosas es contrarrestada por la reprecipitación de la lignina sobre las fibras, por la caída del pH de la solución.

Puede suceder incluso que la reprecipitación de la lignina sea superior a las pérdidas de material celulósico; en este caso el rendimiento en pasta lejiviada puede ser mayor al de los casos anteriores. Cuando la cantidad de álcali es excesiva, éste impide el descenso del pH y la reprecipitación de la lignina y los rendimientos en pasta lejiviada disminuyen.

El aumento de la cantidad de álcali facilita la disolución de la lignina y por consiguiente la disminución del número de permanganato. Cuando se hacen cocciones entre 100 y 160° C con una determinada cantidad de álcali,

/el número

el número de permanganato disminuye hasta el mínimo y luego vuelve a aumentar más o menos rápidamente; este mínimo depende de la cantidad de álcali empleado.

Cuanto mayor es la cantidad de álcali, menor será su número de permanganato mínimo y mayor la temperatura necesaria para encontrar este valor mínimo. Estos puntos indican las temperaturas necesarias para que se consuma todo el álcali en un tiempo determinado.

En general, el aumento de la relación de cocción facilita el ataque a las substancias no celulósicas y los rendimientos disminuyen. Cuando se aumenta la relación manteniendo constante el álcali activo, la dilución da por resultado un ataque menor de las partes incrustadas, sobre todo en cocciones a baja temperatura y los números de permanganato son más elevados. A temperaturas más elevadas predomina la influencia del aumento del líquido porque da cocciones más homogéneas y pastas con número de permanganato más bajo, menos ligninas y menos cenizas.

b) Experimentos en digestor de 18 litros

Como segunda parte de este trabajo se ha tratado de repetir los ensayos, con mejores resultados, en digestores rotativos, de 18 litros, calentados eléctricamente. Manteniendo constante la cantidad de paja por digestor (1.500 gramos por cada cocción), el tiempo a temperatura máxima (5 1/2 horas) y el tiempo hasta temperatura máxima (1 hora), se efectuaron una serie de cocciones variando:

Temperatura máxima de cocción	110 - 130 y 150° C
Alcali activo/paja seca	9 - 11 y 13 %
Relación cocción paja a solución	1:3 - 1:4 y 1:5

Las pastas obtenidas fueron exprimidas en centrífugas para quitarles las lejías residuales, lavadas y desfibradas en un agitador durante tres minutos. Cada pasta fué tratada con agua de cloro sobre pasta 3 por ciento, lavajes y baño alcalino y depuración sobre chapas a fisuras de 0,23 mm. A continuación se efectuó una segunda cloruración con agua de cloro, baño alcalino y blanqueo final con hipoclorito de calcio en condiciones óptimas de pH, temperatura y tiempo. A cada pasta se le dió la cantidad de cloro correspondiente a su número de permanganato o a su número de cloro y el blanqueo con hipoclorito en cantidades hasta obtener un blanco constante.

/Todos los

Todos los rendimientos, números de permanganato, análisis químicos de pastas cocidas y blanqueadas, resistencias mecánicas de ambas pastas, etc., se resumen en el cuadro 2.

Tratando otra porción de la misma muestra con 9 - 11 y 13 por ciento de álcali activo entre 110 y 150° C, se observó que muchos datos obtenidos en la primera parte se repiten en estas series de cocciones. Los rendimientos en pastas lejiviadas disminuyen con la cantidad de álcali, con la temperatura y con la relación de cocción.

Los números de permanganato también disminuyen con la cocción; aún así se advirtió la misma anomalía en las cocciones a 150° C, en las cuales los números de permanganato vuelven a aumentar debido a la condensación de ligninas. La prueba de esto la ofrecen las pastas después del blanqueo, pues las correspondientes a pastas lejiviadas a 110 y 130° C tienen un porcentaje de lignina que oscila entre 1,23 y 3,4 por ciento mientras que las correspondientes a cocciones de 150° C tienen entre 6,60 y 8,0 por ciento de ligninas, debido a que incluso con doble cloruración, baños alcalinos y blanqueo, la lignina permanece alta porque se ha condensado en un estado muy difícil de eliminar.

Los rendimientos en pastas blancas acusan pocas diferencias entre 110 y 130° C con 9 y 11 por ciento de álcali activo. Las pastas blanqueadas, de las cocidas a 150° C, tienen valores un poco más bajos, pero si nos atenemos al porcentaje alto de ligninas (6,60 a 8,0 por ciento) sus rendimientos reales serán mucho más bajos.

Prácticamente no se registran diferencias apreciables entre las cocciones a 110 y 130° C con 9 a 13 por ciento de álcali. Se observa en el cuadro 2 que el porcentaje en lignina de las celulosas blanqueadas empieza a aumentar tanto en las cocciones con 1:3 como en las de 1:5 (ensayos $3B_2$ - $4B_2$ y $5B_2$), mientras que a 110° C con 11 por ciento de álcali y relaciones 1:3 y 1:5 se obtuvieron los valores más bajos en ligninas (ensayos $3A_2$ - $4A_2$ y $5A_2$).

Entre ambas temperaturas debe elegirse una intermedia de 120° C, temperatura ideal para cocción de la paja de trigo con cantidades de álcali entre 9 a 13 por ciento sobre paja seca.

En el mismo cuadro 2, vuelve a comprobarse que los mejores datos de resistencias (longitud de rotura y doble plegado) corresponden a las celulosas

/blanqueadas de

blanqueadas de las cocciones a 110° C (ensayos $3A_2$ - $4A_2$ y $5A_2$), siguiendo luego las blanqueadas de las cocciones a 130° C (ensayos $3B_2$ - $4B_2$ y $5B_2$) y finalmente las blanqueadas de las cocciones a 150° C (ensayos $3C_2$ - $4C_2$ y $5C_2$).

2. Paja de trigo: B. Cocciones en doble etapa para eliminar sílice (SiO_2) de las lejías residuales

El Laboratorio de Investigaciones ha estudiado el problema de la "recuperación" de la lejía de trigo, debido a su alto tenor en sílice disuelta y las posibilidades de obtener, al mismo tiempo, una cocción más completa.

Después de numerosos ensayos, se pudo eliminar, por lo menos en los ensayos de laboratorio, gran parte del grave problema que la sílice representaba para las distintas etapas de la sección "Recuperación", gracias a la cocción de la paja en dos etapas.

Felizmente, con la solución de este problema se pudo comprobar en todos los ensayos que podía mejorarse la cocción, ya que como primera etapa o "Precocción", se solubilizaban los compuestos de fácil extracción, mientras que en la segunda, y con solución nueva de soda, se atacaban directamente las partes de difícil extracción (ligninas).

En otras términos; en las cocciones ordinarias con una sola etapa, la cantidad de NaOH empleada sirve para disolver, con una fuerte concentración, las partes de fácil extracción como almidones, gomas, pectinas y hemicelulosas. Reaccionando con todos estos compuestos, la concentración en NaOH se ha reducido a un valor tal que ya no alcanza para las partes más resistentes que están en la celulosa. Se remedia esto, lejiviando en una etapa, con mayor cantidad de álcali, con más temperatura y más tiempo.

En las cocciones a dos etapas, se eliminan con la lejía, los productos formados con los almidones, gomas y hemicelulosas durante la primer etapa. La pasta exprimida recibe en la segunda etapa una cantidad de soda con una concentración adecuada como para atacar directamente a gran parte de las ligninas. Resumimos a continuación parte de los trabajos realizados en los laboratorios de Celulosa Argentina, S.A.

/a) Cocciones a la soda.

a) Cocción a la soda. Influencia de la cantidad de soda, temperatura y tiempo sobre la sílice de la paja de trigo.

Solubilización de sílice en un tiempo dado, variando la temperatura y cantidad de soda en la paja.

Sobre una muestra promedio de paja de trigo con 4,6 por ciento de sílice, se hizo una serie de ensayos para precisar en qué tiempo, temperatura y cantidad de soda las cenizas y sílice de la paja quedan solubilizadas en la lejía residual.

En una serie de digestores chicos se trataron porciones iguales de paja con diferentes cantidades de NaOH y temperaturas para un mismo tiempo (1 hora), en 5 series a temperaturas de 20 - 50 - 70 - 100 y 115° C con 5 - 7,5 - 10 - 15 y 20 por ciento de NaOH sobre paja. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 3.

El cuadro 3 se puede condensar en el cuadro 4 para observar mejor los porcentajes disueltos de SiO_2 en función de la temperatura y la cantidad de soda cáustica.

Observando los cuadros 3 y 4 y el gráfico 1, se puede deducir que a 20° C y para cualquier porcentaje de soda, hay una mínima solubilización de SiO_2 o, en otros términos, menor tenor de SiO_2 en la lejía residual. Sin embargo, no se puede contar con esta temperatura porque, además de tratar de solubilizar la menor cantidad posible de SiO_2, se debe en este primer tratamiento solubilizar la mayor parte de los almidones, grasas, pectinas y hemicelulosas que la paja contiene.

Para conseguirlo, conviene trabajar con 90 a 100° C y menos del 5 por ciento de NaOH sobre paja. En esto debe radicar el principio de la cocción en dos etapas; eliminar con poco NaOH todos los constituyentes de fácil extracción sin solubilizar la sílice de la paja y, en la segunda etapa con más NaOH, tiempo y temperatura, eliminar gran parte de la lignina. La lejía de la segunda cocción rica en SiO_2 reforzada con NaOH se utilizaría en la primera cocción y la lejía de ésta con poca SiO_2 en la recuperación de líquido negro.

Solubilización de la SiO_2 en función del tiempo manteniendo constante la temperatura y la cantidad de NaOH. En una serie de digestores chicos, se trataron iguales porciones de paja con 4,6 por ciento de SiO_2 con iguales temperatura y soda. En cada uno de ellos se ha variado el tiempo de

/pre-cocción. Los

pre-cocción. Los resultados se resumen en el cuadro 5 y en los gráficos 2 y 3.

Como conclusiones de los resultados expresados en el cuadro 5 y en los gráficos 2 y 3, se puede señalar que ya en los primeros minutos de contacto entre paja y solución de NaOH, se produce la solubilización de la sílice y que este tiempo es menor precisamente cuando la temperatura de cocción es mayor. Las experiencias han sido hechas sólo para cocciones con 7,5 por ciento de NaOH aunque es indudable que para cocciones con menos del 5 por ciento a esas mismas temperaturas, la solubilización empezará después de los 30 minutos.

Para impedir que la sílice de la paja pase a la lejía residual en solución, por lo menos en gran parte, y evitar inconvenientes en la recuperación de líquidos negros, será conveniente poder cocinar en dos etapas y en forma tal que en la primera se agregue manos del 5 por ciento de NaOH sobre paja, a 90 - 100° C, durante 30 minutos.

A base de estos datos preliminares se ha hecho una serie de digestores chicos sumergidos en aceite, lejiviando en dos etapas, con cantidades iguales de NaOH en ambas. Después de la primera cocción o pre-cocción, se ha exprimido bien la pasta y agregado solución nueva de NaOH para la segunda cocción. Las cantidades de NaOH, temperatura, tiempo de cocción, están indicados en el cuadro 6.

Se observa que en la pre-cocción hay siempre una solubilidad no mayor del 12 por ciento de la sílice total, en tratamientos desde 60 a 180 minutos con 1 al 4 por ciento de NaOH sobre paja. En la cocción propiamente dicha, con 100° C y 60 minutos, se ha solubilizado el 73 por ciento de la sílice total contra el 88 por ciento a la misma temperatura y 180 minutos de tratamiento.

Solubilización de la sílice a diferentes pH de la lejía residual. Se han hecho una serie de cocciones en digestores chicos, sumergidos en aceite, con relación paja a solución de 1:6 y 1:8 para 8 y 10 por ciento de NaOH sobre paja, a 90 y 100° C constantes. A los 15 - 30 - 60 y 180 minutos de cocción se sacaron muestras de lejías para conocer las cantidades de SiO_2 disueltas. Los resultados se consignan en el cuadro 7 y en el gráfico 4.

Puede observarse en el cuadro 7 y en el gráfico 4 que la solubilización o disolución máxima de la sílice se cumple en los primeros 30 minutos, cuando la solución inicial tiene aún concentración alta; las lejías tienen desde

/6,5 a

6,5 a 11,5 gramos por litro de SiO_2.

Para temperaturas superiores a 90° C, notamos que aumentando el tiempo de cocción, la concentración en NaOH disminuye (descenso de pH) con lo que la sílice disuelta se precipita nuevamente sobre las fibras.

Trabajando con 10 por ciento de NaOH a 90 - 100° C, la lejía contiene aún de 5,5 a 6,5 gramos por litro de sílice después de tres horas de cocción debido a que la lejía tiene NaOH libre alto o un pH alto adecuado para la solubilización. Esto nos comprueba que aún reprecipitándose la sílice sobre las fibras, por un descenso del pH, la lejía, correspondiente conserva aún una cantidad de sílice perjudicial para la sección Recuperación de líquidos negros. Este porcentaje en SiO_2 puede ser menor si usamos menos NaOH en cocción; pero haciéndolo en una etapa resultará en defecto.

Para evitar todos estos inconvenientes, se ha pensado en la lejiviación en dos etapas, por la que usando menos de la mitad de NaOH en la primera, se puede llegar a una lejía recuperable pobre en SiO_2.

b) <u>Cocciones en dos etapas con NaOH</u>

Para llegar a los resultados detallados a continuación, se hizo una serie de cocciones en digestores inoxidables sumergidos en un baño de aceite. En cada digestor, 50 gramos de paja con 14 por ciento de agua a 105° C - relación paja a solución 1:5 - en los digestores números 1 - 2 - 3 - 4 - 5 y 6 se agregó 0 - 2 - 4 - 6 - 8 y 10 por ciento de NaOH sobre paja seca, tratando a continuación a 100° C durante 90 minutos.

Después de este tiempo se ha exprimido cada porción de pasta lejiviada, recogiendo cada lejía residual; las pastas así tratadas se colocaron nuevamente en los digestores, siempre en la relación: 1:5, y en los digestores números 1 - 2 - 3 - 4 - 5 y 6 se agregaron 10 - 8 - 6 - 4 - 2 y 0 por ciento de NaOH sobre paja seca. Se trató a continuación a 120° C durante tres horas.

Después de esta etapa, que es la cocción propiamente dicha, se recogieron las lejías residuales para ser utilizadas nuevamente en la primera etapa o la pre-cocción. De las lejías residuales de la pre-cocción, lejías de la cocción y de las pastas tratadas en la cocción, se hicieron análisis completos que se resumen en el cuadro 8.

Como datos interesantes se puede observar que la lejía residual sale de la "pre-cocción" y va a "recuperación" de líquido negro con un porcentaje

/de sílice

de sílice muy bajo que se mantiene incluso reutilizando parte de la lejía en varias cocciones.

En el cuadro 9 se comprueba cómo el tenor en SiO_2 en las lejías residuales que van a "recuperación" de líquidos negros, se mantiene bajo después de varios usos, mientras que los sólidos secos aumentan mucho más que el tenor en cenizas, lo que nos proporciona una lejía rica en substancias orgánicas de mucho provecho en la sección "recuperación".

Conviene destacar que en los ensayos correspondientes al cuadro 9, las lejías residuales de cocción con 6,03 - 7,34 - 5,2 - 16,8 y 19,0 gramos por litro de sílice, diluídas con lejías débiles hasta llegar a la relación 1:5, han sido usadas en la pre-cocción, cuyas lejías quedaron con 0,75 - 1,35 - 0,70 - 2,36 y 1,86 gramos por litro de sílice. En la segunda serie, con 4 y 7 por ciento de NaOH, el tratamiento es más drástico en la segunda etapa (cocción con 7 por ciento de NaOH) y la solubilización de SiO_2 es mayor también, pero asimismo es mayor la cantidad de SiO_2 que va a pre-cocción junto con más álcali libre, lo que hace que la precipitación sea menor (2,35 y 1,85 gramos por litro de SiO_2 en lejía residual.

c) Cocciones en dos etapas al sulfato

Se han realizado en laboratorio dos series de ensayos:

Serie B: con 4 por ciento de álcali activo (NaOH más Na_2S) en pre-cocción y 5 por ciento de álcali activo en cocción.

Serie C: con 4 por ciento de álcali activo en pre-cocción y 7 por ciento de álcali activo en cocción.

Serie B: sulfidez del líquido blanco, 26 por ciento - relación paja a solución en ambas etapas 1:5. Las condiciones de cocción son las mismas que con la soda; 100° C durante 30 minutos en la primera y tres horas a 115/120° C en la segunda o cocción. Después de la pre-cocción y por centrifugado, se sacan 2,5 vólumenes de lejía que irá a "Recuperación". Los resultados obtenidos están reunidos en el cuadro 10.

Serie C: sulfidez del líquido blanco, 26 por ciento - relación 1:5 - condiciones cocción son iguales a serie B. Después de la precocción y por

/centrifugado se

centrifugado se sacan 2,3 volúmenes de líquido negro que irán a ser tratados en"Recuperación". Los resultados están reunidos en el cuadro 11.

Tanto en los ensayos del cuadro 10 como en los del 11, las lejías de cocción (2,5 volúmenes) y las lejías débiles para completar la relación 1:5, han sido utilizadas en las pre-cocciones de cuatro ensayos más (números 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 y 10) y siempre tuvieron bajos tenores en SiO_2 después de esta etapa previa.

d) Cocciones con sulfito de sodio más carbonato o hidrato de sodio

Estos estudios tienen por objeto eliminar en parte aquellas normas de fabricación para obtener papeles con celulosas normales de rendimientos cercanos al 45 por ciento, a las que se agregan a veces cantidades considerables de substancias originales de la madera simplemente desfibradas (pastas mecánicas).

Como el simple desfibrado de la madera no proporciona un material apropiado para preparar papeles de cierto valor, porque la lignina que cementa a las fibras impide que sean puestas en libertad en forma aislada y uniforme, todos los procedimientos propuestos tratan deeliminar aquella cantidad mínima de ligninas para trabajarlas mecánicamente y separar fibras aisladas e íntegras, evitando al mismo tiempo eliminar lo menos posible los otros elementos que acompañan a la celulosa en la madera.

En los procedimientos normales de cocción se llega a la solubilización tanto de la lignina presente en los diversos tejidos de las fibras, como de gran parte de las hemicelulosas, mientras que, en la preparación de medias pastas se pretende eliminar la menor cantidad posible de ligninas, haciéndolo principalmente sobre las fracciones contenidas en las capas medianas, que además de tener cementadas las fibras entre sí, impiden el desfibrado durante la refinación.

En la producción de pastas semiquímicas es necesario el empleo de reactivos con bajo poder de penetración, capaces de neutralizar la ácidez que libera la madera durante la cocción y que, al poder hidrolizar las hemicelulosas, disminuiría los rendimientos.

El más bajo tenor en celulosa de los residuos agrícolas más comunes, comparados a los de las maderas, ha sido la causa principal de una producción industrial pequeña de pastas para papeles, sobre todo en los países con abundancia de maderas.

Se advirtió, sin embargo que el total de holocelulosas (alfa celulosa

/más hemicelulosas)

más hemicelulosas)de estos residuos era aproximadamente la misma que en las maderas. Mientras los residuos agrícolas contenían menos alfa celulosa, en cambio presentaban un gran porcentaje de hemicelulosas, generalmente pentosanos, superior al contenido en las maderas.

Con el objeto de obtener una orientación sobre las condiciones aptas u óptimas de cocción, se realizó una serie de ensayos en digestores chicos, de 500 ml. sumergidos en un baño de aceite.

La paja de trigo pasada por un cono abridor, queda completamente desfibrada para facilitar la impregnación e introducción en los digestores pequeños. Las partes finas no se separaron, salvo lo eliminado durante el tratamiento en el cono.

Se realizaron dos series de cocciones: la primera utilizando como agente alcalino el carbonato de sodio y la segunda empleando soda cáustica. Para todas las cocciones se variaron las concentraciones de álcali, tiempo de cocción y temperaturas.

Después de las cocciones, las pastas fueron filtradas bajo vacío en un Büchner, con tela metálica de malla 80, para separar por un lado las lejías residuales y por otro las pastas completamente lavadas. En las lejías se determinó el pH (antes y después del tratamiento) y sílice. En las pastas, el número de permanganato, ligninas, pentosanos y rendimientos. Cuadros 12 y 13.

Aspectos de las pastas lejiviadas en las series A - B - C - D. Serie A: se nota que a medida que aumenta el agregado de Na_2CO_3, la paja resulta más cocida. Si bien en los dos primeros ensayos los tallos están un poco duros, ya con 4 por ciento de carbonato de sodio se producen cocciones más profundas, con los nudos deshechos y el color de las pastas decreciente hasta un amarillo muy claro. Las lejías residuales se obscurecen al aumentar la concentración de los reactivos.

Serie B: el olor de las lejías es más pronunciado por la mayor temperatura de cocción. Las muestras de pajas cocidas son más obscuras que en el tratamiento anterior. Los ataques son mayores en las cocciones con sulfito solo y los rendimientos disminuyen. Después de un 6 por ciento de carbonato agregado, las pastas se obscurecen demasiado y no hay aumentos en los grados de cocción.

/Serie C:

Serie C: se nota cierta semejanza a la serie A, donde el color de las pastas, después de lavadas, es bastante claro. Los nudos se rompen con facilidad lo mismo que los tallos. Los rendimientos son un poco menores.

Serie D: el primer ensayo resultó completamente crudo y obscuro, pero aumentando el carbonato de sodio las pastas resultan bien cocidas, aunque siempre obscuras.

Aspectos de las pastas lejiviadas en series E - F - G - H. Serie E: este tipo de cocción con sulfito e hidróxido de sodio, resultó completamente distinto a los anteriores. Comparándolo con el de la serie A, ya con 1 por ciento de NaOH, la pasta toma color amarillo claro. Si bien en las dos cocciones primeras, con 1 y 2 por ciento de NaOH, los nudos son difíciles de romper y la pasta resulta algo cruda, ya desde el 3 por ciento de NaOH los resultados son muy buenos. El color se asemeja al de la arena, casi blanco amarillento y en disminución siempre con los agregados de álcali.

Serie F: este ensayo resulta semejante al anterior, aunque los rendimientos disminuyen por efecto del aumento de temperatura. Las pastas resultan todas cocidas.

Serie G: el color de las cocciones es un poco más subido que en los casos anteriores; los rendimientos siguen disminuyendo.

Serie H: las pastas presentan olor a quemado y son sumamente obscuras las primeras, aclarando en las últimas.

e) Cocciones y blanqueos de pastas al sulfito neutro

Se ha realizado una serie de cocciones sobre mayores cantidades de muestras (1.000 gramos paja seca) en digestores cilíndricos rotativos inoxidables, variando en cada ensayo la concentración de los reactivos alcalinos, temperatura de cocción y tiempos de tratamiento. Se llegó a establecer así un tipo de cocción que permite obtener una pasta blanqueada, con bajo tenor de ligninas, muy buen blanco y un rendimiento superior al 50 por ciento en celulosa blanqueada.

La relación de cocción fué de 1:7, igual al de las cocciones americanas para conseguir una buena impregnación del vegetal con la lejía de cocción.

/Las pastas

Las pastas cocidas con sus lejías fueron pasadas por una centrífuga a tambor para quitarles toda la lejía residual; a continuación todos los lavajes con agua se efectuaron en la misma centrífuga.

De inmediato, las pastas diluídas al 3 por ciento fueron sometidas a tratamiento con cloro, baño alcalino en frío para solubilizar las cloro-ligninas, depuración de la pasta lavada sobre chapas con fisura de 0,23 mm; nuevamente tratamientos sucesivos con cloro y con solución de NaOH y blanqueo final con hipoclorito de calcio durante 3 a 4 horas con un pH constante de 8,5 a 9,0.

Todas las condiciones de cocciones y resultados obtenidos en pastas lejiviadas y blanqueadas se resumen en el cuadro 14.

Observaciones sobre las cocciones y blanqueos de los ensayos
$I - I_1 - I_2 - I_3 - J - K - L - M - N - O$

Cocción I: resulta una pasta muy bien cocida, con los nudos que se rompen por presión entre los dedos. Su color crema claro denota un número de permanganato bajo. La lejía es clara con un pH de 8,0.

Cocción I_1 : esta cocción es igual a la I y se repitió nuevamente con el objeto de obtener mayor cantidad de pasta para efectuar tres ensayos (numerados de 1 a 3):

a) ensayo cocción I_1: una porción con blanqueo directo con hipoclorito de calcio, previo desfibrado. Quedan sin blanquear las astillas y nudos gruesos, gasta mucho hipoclorito y se obtiene un blanco amarillento sucio, con un rendimiento del 57,3 por ciento sobre paja seca.

b) ensayo cocción I_2: sobre otra porción del lejiviado, depurado con fisuras de 0,25 mm y blanqueo posterior con hipoclorito de calcio, resulta mejor que el anterior, por no haber astillas que consumen hipoclorito para su blanqueo.

c) ensayo cocción I_3: sobre otra porción lejiviada, se hizo una cloruración, en baño alcalino, depuración en fisuras 0,23 mm y blanqueo con hipoclorito. Los resultados son muy análogos a los de la cocción I. Entre dos cloruraciones y una cloruración hemos obtenido rendimientos del 51,2 a 51,07 por ciento. Prácticamente se deduce que en la primera cloruración, toda la lignina ha sido eliminada, de manera que se podría prescindir de una segunda, aún

/consumiendo un

consumiendo un poco más de hipoclorito en el blanqueo final.

Cocción J: pasta bien cocida. Color claro, de fácil blanqueo.

Cocción K: por efecto de la elevación de temperatura de cocción (170° C) y menor porcentaje de NaOH sobre paja, la pasta resultó obscura, con número de permanganato de 33,0. Tarda en blanquear.

Cocción L: con 3 por ciento de NaOH sobre paja, el número de permanganato baja a 28,0 y el rendimiento aumenta a 49,87 por ciento. El blanqueo se logra mejor con un brightness de 73,2 por ciento.

Cocción M: con esta cocción, en la que se aumentó el tiempo a 5 horas, todos los consumos de reactivos se elevan. La lignina residual está en 2,5 por ciento y el rendimiento disminuye a 48,43 por ciento.

Cocción N: exactamente igual a la cocción anterior. Con un 3 por ciento de NaOH sobre paja y un mayor tiempo de cocción resulta una pasta sumamente cocida. El número de permanganato 32,4 de la cocción M, bajó a 15 en ésta.

Cocción O: corresponde a 8 por ciento de sulfito de sodio y 1 por ciento de NaOH con dos horas de cocción a 155/160° C. Da como resultado una pasta bastante cruda, que se debe desfibrar demasiado para romper los tallos y los nudos.

De todas las cocciones realizadas, las que dieron mejores celulosas, con rendimientos altos y consumos de reactivos bajos, son las correspondientes al cuadro 14. El ideal para una buena paja de trigo será la cocción con 3 por ciento de NaOH y 8 por ciento de sulfito de sodio sobre paja, a 155/160° C durante tres horas. La celulosa blanqueada, tratada en el molino Lampen hasta obtener 45° Schopper-Riegler, dió buena resistencia:

longitud rotura	8.500	metros
desgarramiento	24	"
doble plegado	510	"

f) Recuperación de líquido negro de trigo. Separación de la sílice

Ya se indicó que la recuperación de la lejía de trigo ofreció desde el comienzo de la instalación una serie de inconvenientes; en efecto, el alto

/contenido en

contenido en sílice de las mismas producía graves trastornos en la planta de recuperación, especialmente en el evaporador "a cascada" y en el horno de fusión.

Con el fin de hacer posible la recuperación, después de numerosos ensayos, se adoptó una instalación de purificación basada en el tratamiento de las lejías con gases de combustión de las calderas, de manera que, mediante la acción del anhídrido carbónico contenido en los mismos, la sílice era precipitada al estado de ácido silícico y separada posteriormente por centrifugación. Pero la característica gelatinosa del precipitado obtenido, hacía muy difícil la separación en centrífuga y, de este modo, los rendimientos de purificación rara vez sobrepasaban el 50 por ciento.

Simultáneamente se acrecentaron las dificultades en los aparatos evaporadores por la abundante deposición de substancias insolubles en los tubos, que obligaba a frecuentes paros de la sección Evaporación para proceder a su limpieza.

Se llegó en estas condiciones a la conclusión de que era improcedente recuperar los líquidos negros de trigo en la sección Recuperación.

Como la precipitación de sílice con ácido carbónico produce un descenso de pH de 10 - 11 a 8 - 9, es lógico suponer que al evaporar lejías con tan bajo pH, las álcali-ligninas superen su límite de solubilidad y se precipiten sobre los tubos evaporadores a medida que la concentración aumenta.

Por otra parte, se ha comprobado prácticamente la veracidad de esta teoría: partiendo de lejía de 7° Bé, tratada con anhídrido carbónico a pH 8, se centrifugó y filtró al vacío, concentrándolo luego hasta 19° Bé. Se separa así un nuevo precipitado abundante que contiene un 76 por ciento de materias orgánicas. Esta sería la principal causa de anormalidad en la marcha de los evaporadores cuando se efectuaba la purificación de líquido negro de trigo con gases de combustión.

Partiendo, por lo tanto, de la base de que la purificación de la sílice es inevitable en la recuperación de los líquidos negros de trigo, creemos que es necesario establecer un método de purificación tal que produzca un precipitado de fácil decantación o filtración y no provoque descensos de pH.

De acuerdo con estas consideraciones se hicieron ensayos con yeso, cal dolomítica y cal viva para precipitar la sílice al estado de silicatos

/insolubles. En

insolubles. En todos los casos se ha realizado la operación sobre un litro de líquido negro calentado a ebullición y agitado mecánicamente mediante agitador a hélice. Los líquidos fueron filtrados al vacío por filtro Büchner.

Purificación con yeso

Líquido negro original:

densidad	4,6° Bé a 26° C
pH	10,2
sílice (SiO_2)	6,1 g/l

tratándolo con diferentes cantidades de yeso se obtiene:

Yeso usado g/l de líq. negro	Líquido tratado SiO_2 g/l	Líquido tratado $CaSO_4$ g/l	Rendimiento de purificación %
20,0	1,56	-	74,0
25,0	0,71	2,57	88,0
30,0	0,83	3,98	86,0

Como para obtener una purificación satisfactoria se necesita una cantidad excesiva de yeso, la filtración es difícil y, por otra parte, en el líquido tratado queda sulfato de calcio disuelto, el cual es fuertemente incrustante, se descartó la posibilidad de usar este purificador.

Purificación con cal dolomítica

El líquido negro usado:

densidad	5,3° Bé a 22° C
pH	10,7
sólido seco	69,5 g/l
sílico (SiO_2)	5,9 "
sílice (SiO_2)	11,82 %/sólido seco
materia orgánica	35,84 g/l
materia orgánica	51,57 %/sólido seco
sodio útil (NaOH)	17,49 g/l
sodio útil (NaOH)	25,17 %/sólido seco
álcali activo (NaOH)	2,24 g/l

/La cal

La cal dolomítica usada:

sílice (SiO_2)	4,77 %
hierro y aluminio (R_2O_3)	1,45 %
calcio (CaO)	63,94 %
magnesio (MgO)	26,29 %
pérdida al rojo	3,94 %

En todos los casos se han realizado los ensayos con 15 y 60 minutos de tratamiento. Los resultados obtenidos se expresan en el cuadro 15.

Purificación con cal viva

El líquido negro usado:

densidad	8,0° Bé a 22° C
pH	10,7
sólido seco	108,4 g/l
sílice (SiO_2)	6,6 "
sílice (SiO_2)	6,1 %/sólido seco
materia orgánica	64,8 g/l
materia orgánica	59,7 %/sólido seco
sodio útil (NaOH)	26,5 g/l
sodio útil (NaOH)	24,4 %/sólido seco
álcali activo (NaOH)	2,40 g/l

La cal viva usada:

sílice (SiO_2)	1,64 %
hierro y aluminio (R_2O_3)	0,69 %
calcio (CaO)	92,40 %
magnesio (MgO)	0,71 %
pérdida al rojo	4,60 %

En todos los casos se han realizado los ensayos con 15 y 60 minutos de tratamiento; los resultados obtenidos se expresan en el cuadro 16.

/Purificación con

Purificación con cal viva en mayor escala

Como el tratamiento con cal viva de 9 g/l sobre líquido negro (con un 10 por ciento aproximado de sólido seco) es el punto óptimo para la eliminación prácticamente cuantitativa de sílice, se han hecho ensayos de precipitación, separación de barro y lavaje por centrifugado, en centrífuga a canasto recubierta con papel secante.

	Lejía original 10 lit.	Lejía tratada completada a 10 lit.	Agua lavaje 5 lit.
densidad °Bé	6,7 a 28° C	5,0 a 27° C	0,6 a 26°
sólido seco, g/l	92,32	72,96	7,34
sílice (SiO_2) g/l	8,96	0,47	0,12
sílice (SiO_2) % sólido seco	9,70	0,64	1,68
materia orgánica, g/l	55,05	48,34	4,48
materia orgñaica, g/l	59,70	66,20	61,00
sodio total, g/l	26,14	22,09	2,53
sodio total, %/sólido seco	28,31	30,27	34,47
cloruro de sodio, g/l	6,87	6,52	0,66
sodio útil, g/l	21,44	17,63	2,08
sodio útil, %/sólido seco	23,22	24,17	28,33
álcali activo, g/l	2,72	4,16	0,88

Las pérdidas de NaOH útil son las siguientes: sin lavajes, 18,3 por ciento y con lavajes, 13,7 por ciento. El lavaje se efectuó con 5 litros de agua a 90° C, es decir, con un 50 por ciento del volumen de liquido original. El liquido de lavaje se destinará a la preparación de soluciones para lejiviación.

Análisis de los resultados

Tipo y cantidad de cal que debe usarse: puede deducirse de los datos expuestos, que la purificación con cal viva es la más indicada, porque la precipitación de sílice es proporcional al tenor en calcio útil de la misma, ya sea ésta viva o dolomítica; es decir, que la presencia de magnesio no tiene acción preponderante alguna al menos en un sistema simple de agregado de precipitante y agitación y el pH que tienen generalmente los líquidos negros.

La cantidad de cal necesaria para obtener una precipitación cuantitativa es de 9 gramos de cal bruta (92 por ciento de calcio útil) por litro de líquido que debe purificarse, o sea alrededor del 30 por ciento del valor útil recuperable. Las pérdidas de sodio (NaOH) por esta cantidad de cal (NaOH útil) serán alrededor del 12 al 13 por ciento. Respecto al álcali activo y pH, aumentan con el agregado de cal.

/Tiempo de

Tiempo de tratamiento: se han efectuado ensayos con 15 y 30 minutos de tratamiento. Con 60 minutos la eliminación de sílice es ligeramente superior, pero aumentan las pérdidas de NaOH. Como por otro lado, el tratamiento de 60 minutos exigiría mayor costo de instalación y mayor consumo de vapor, conviene reducir él tratamiento a un período no mayor de 15 minutos, que probablemente en escala industrial puede disminuírse aún más.

Temperatura: después de una serie de ensayos efectuados a las temperaturas de 100 - 75 - 50 y 20° C puede comprobarse que los mejores resultados en la separación de sílice se insinúan en la escala de 50 a 100° C, pudiendo incluso reemplazarse la temperatura de 100° C por 50° C sin ningún inconveniente en la purificación. De ahí la ventaja de no regular estrictamente este factor que no afecta el rendimiento de la operación.

Filtración: en laboratorio hemos efectuado siempre esta filtración por papel Whatman No. 41, reteniéndose todo el barro y pasando una lejía perfectamente límpida y sin turbidez.

Efectuando una separación del barro mediante la centrifugación y usando como medio de retención una capa de papel secante, se han obtenido buenos resultados en forma análoga al uso del papel de filtro, con la ventaja de que por este último procedimiento se ha aumentado la velocidad de filtración.

Por otra parte, las pérdidas del ión sodio descienden ventajosamente cuando se usa la centrifugación; los lavajes se pueden efectuar a fondo. No es aconsejable la filtración por tela metálica, incluso con malla 200.

Agitación: por medio de estos ensayos se ha podido comprobar que operando a una velocidad de agitación regularmente acentuada se produce una rotura de los granos de barro formado, que al dividirse en partículas sumamente finas hacen difícil una sedimentación normal.

Trabajando con una agitación más bien moderada, la suficiente para evitar que el barro se deposite en el fondo durante el tratamiento, se ha conseguido, luego del tiempo empleado para la purificación, barro grueso fácilmente sedimentable.

Influencia del pH inicial: en general, dentro de los muchos ensayos realizados, no hubo dificultad con el pH del medio; sólo en un caso, en que el pH no alcanzaba el valor de 10, se pudieron comprobar dificultades en la

/precipitación de

precipitación de sílice y en la filtración del barro, debido al tamaño demasiado pequeño de las partículas formadas, dificultad que desapareció aumentando el pH hasta 10,3 mediante el agregado de soda cáustica. Puede asegurarse que dentro de la zona de pH 10 a 11, en la cual están justamente los líquidos negros, no habrá variaciones de importancia.

Variación del álcali activo: el aumento de álcali activo, de acuerdo con la cantidad de sílice precipitada, demuestra que la sílice no se presenta en el líquido negro bajo la forma simple de metasilicato de sodio (SiO_2. 2 NaOH) sino probablemente de 3 SiO_2. 2 NaOH.

Conclusiones

Es técnicamente factible la eliminación de sílice en los líquidos negros de trigo, mediante el uso de cal viva, precipitando la sílice al estado de silicato insoluble fácilmente filtrable.

El consumo de cal viva bruta será alrededor del 30 por ciento del NaOH útil recuperable, susceptible de bajar si se decidiera no extremar el grado de purificación.

Las pérdidas del álcali producidas por adherencia en el barro, serán del 10 al 15 por ciento y menor aún mediante lavaje con agua caliente en filtro al vacío, destinándose los líquidos de lavaje a la preparación de soluciones de álcali para lejiviar.

Los líquidos resultantes de este tratamiento, eliminada la sílice y elevado el pH, podrán ser concentrados sin peligro de provocar deposiciones sobre los tubos de los evaporadores y en el "cascada", podrán fundir sin dificultades en el "smelter", y no provoca molestias en el decantador Dorr por su pequeño porcentaje de silicato.

La pérdida de concentración en los líquidos es despreciable.

Recuperando los líquidos de trigo se lejiviará la paja por el proceso al sulfato con la consiguiente ventaja de lograrse superior aumento de la calidad de la celulosa obtenida, así como la disminución de los costos de líquido blanco en razón del aumento de producción.

/Actualmente, en

Actualmente, en las instalaciones de Capitán Bermúdez se está recuperando todo el líquido negro del tratamiento de la paja de trigo, tratándolas en caliente con cal viva en los mismos caustificadores que utilizamos para tratar el líquido verde de pino o eucalipto.

El líquido así tratado se lleva a un gran recipiente decantador de donde se saca el líquido claro decantado que pasa a continuación a evaporación y etapas restantes de la sección Recuperación líquidos negros.

Antes no se podía trabajar con líquido negro de trigo porque se cubrían los tubos de los evaporadores con una película cada vez más gruesa; en el "cascada" en contacto con los gases de combustión formaba un precipitado tal que impedía la marcha de todo organismo; en el "smelter" fundía mal debido al alto porcentaje de cenizas con alto tenor en sílice.

En cambio, en la actualidad, todos estos problemas han desaparecido con la gran ventaja de poder tratar la paja de trigo con líquidos blancos de cierta sulfidez.

3. Celulosa de la Caña Castilla o Caña Común (Orundo donax)

a) Características botánicas; cultivo y reproducción.

El Orundo donax tiene un rizoma grueso, tuberoso, revestido en las partes más jóvenes por escamas amarillentas, triangulares y secas que representan las vainas en miniatura de las hojas y rodean todo el rizoma. En la cara exterior están revestidas de abundantes y largos pelos blancos, brillantes, unicelulares, con paredes muy gruesas. Pelos similares se encuentran también en la parte externa de las vainas de las primeras hojas de los brotes.

El rizoma tiene numerosas raíces que nacen de todos sus costados, así como de los nudos y de los internudos del tallo mismo. Las partes que se dirigen hacia arriba están cubiertas en gran parte por vainas que a excepción de las primeras hojas provistas de vainas o láminas reducidas, se expanden en láminas lineales terminadas en punta.

Las vainas están constituídas por numerosas nervaduras paralelas que sobresalen y se tornan más evidentes cuando están secas. Estas nervaduras corresponden a haces fibrovasculares más robustas.

Las hojas, cuando son jóvenes, presentan pelos largos en la parte

/superior de

superior de la vaina. El tallo, que alcanza como altura promedio a los 3 y 4 metros desde el suelo, termina en la parte superior en una gran panoja cuyas numerosas ramas y ramitas forman un ramo tupido.

La caña es bastante común en la Europa mediterránea, Africa del Norte, Canarias, Siria, etc. En los países mediterráneos es muy cultivada lo mismo que en América del Sud. En Italia crece en las llanuras y en las partes más bajas de las montañas de toda la peninsula. En terrenos frescos, a lo largo de los ríos, en las sierras, contra el mar, etc., forman a menudo pequeños bosques espesos llamados cañaverales, que se asemejan en mucho a los bosques de gramíneas perennes de muchos países tropicales.

En realidad no deben considerarse como plantas espontáneas de Italia, sino originarias probablemente del Oriente.

Para la reproducción de la caña común (Orundo donax) se usa generalmente el método de la división de los rizomas. Con tal sistema se conservan los caracteres de las especies porque el órgano reproductivo forma parte integrante de la planta madre. Se debe tener presente que destinando a la reproducción los rizomas bien formados o de mediano tamaño se logrará más vigor y mayor desarrollo de las plantas que nacen, porque se alimentan directamente con los jugos del rizoma mismo.

En las plantaciones se emplean generalmente los rizomas que pesan de 500 a 1.000 gramos y se descartan los muy fraccionados que, por lo general, no alcanzan a los 100 gramos.

Ultimamente ha predominado el interés comercial en las plantaciones con un excesivo fraccionamiento de los rizomas que sin duda acarrearon muchos perjuicios en el cultivo de la caña y en su reproducción.

Otro sistema de reproducción de la caña común, que no se usa mucho, pero que en determinadas condiciones puede ser conveniente, es el de la reproducción a partir de trozos de tallos sumergidos en tierra. Pueden emplearse cañas enteras enterradas horizontalmente, trozos de tallos enterrados horizontalmente o trozos de tallos enterrados verticalmente.

El empleo de la caña de reproducción no es de práctica común ni tarea fácil. Primero, porque la elección de la caña debe ser hecha con el máximo cuidado en descartar las que tienen la yema o el brote ya desarrollado. Es necesario elegirlas cuando la yema es dura y con síntomas de desarrollarse.

/El terreno

El terreno para estos cultivos debe ser blando, muy bien abonado y fresco. Si no hay humedad suficiente será necesario regarlo.

En líneas generales, la caña común da muy buen rendimiento en cualquier terreno profundo, arenoso o no muy compacto, que contenga, además de los elementos minerales, una cantidad de humus y humedad. Son absolutamente inadecuados en cambio los terrenos de subsuelos muy compactos. No se deben usar terrenos excesivamente arenosos e inaptos para conservar la humedad necesaria.

Un terreno óptimo para el cultivo del Orundo donax debe cumplir con las siguientes condiciones:

Tener una capa activa o cultivable de una profundidad de 50 a 60 centímetros.

Ser blando por naturaleza o por trabajos y abonos agregados.

Ser rico en substancias orgánicas, nitrogenadas, de no muy lenta descomposición.

No debe ser muy seco ni excesivamente húmedo; la humedad óptima oscila entre 15 y 20 por ciento.

Por último, la caña común crece muy bien en las tierras del llano, ricas en calcio, potasa y substancias orgánicas en proceso de avanzada descomposición mientras que los terrenos recién abonados, ácidos o pobres en calcio son los menos aptos. La reacción ligeramente alcalina debida a la presencia de calcáreos, representa una característica favorable para los terrenos destinados al cultivo del Orundo donax, además del hecho de que esta alcalinidad produce una rápida descomposición de muchos residuos orgánicos de la misma planta (hojas, rizomas y raíces).

Estos residuos no deben acumularse sin descomponerse sino que deben sufrir una rápida descomposición y además encontrar en el suelo cantidades suficientes de cal para neutralizar los ácidos orgánicos que tienden a formarse.

Como datos estadísticos cabe agregar que en Italia, país donde se cultiva y utiliza mucho la caña común o Orundo donax, existen plantaciones que en total abarcan una superficie de 20.000 hectáreas que representan

/una producción

una producción de unos 5 millones de quintales o sea un rendimiento medio de 250 quintales de caña verde. El promedio anterior ha sido calculado admitiendo que una hectárea de terreno puede dar una producción anual de 50.000 cañas (estadística del año 1948 - 1950).

Al terminar el invierno las hojas de las cañas quedan amarillas y las más cercanas al suelo caen y sirven de abono para los nuevos brotes. En cambio, las hojas situadas en la parte superior del tallo quedan fuertemente adheridas a pesar de los intensos fríos, vientos y heladas de todo el invierno.

Llega entonces el momento del corte de la planta y de su panoja, ya sea a mano como con la caña de azúcar o mecánicamente con equipos no muy bien perfeccionados aún. Las plantas así cortadas son apiladas en grandes montones en donde se las estacionan a la intemperie hasta el momento de ser trasladadas a la fábrica. Durante este tiempo y bajo los efectos de las lluvias, rocíos, calores y fuerte sol, las plantas quedan completamente secas y muchas hojas por fermentación se pierden. Aún así, la planta conserva algunas hojas adheridas en los nudos y el tallo queda cubierto por una película llamada vaina, difícil de desprender a pesar del estacionamiento en condiciones desfavorables.

El problema fundamental consiste en obtener celulosa de resistencia y de buena calidad, con una materia prima tan heterogénea. Los análisis de las distintas partes de la planta dieron:

	tallos	vainas	hojas
Cenizas	3,80	16,90	20,60
Pentosanos	17,90	17,30	11,60
Ligninas (libres de cenizas)	20,30	15,30	8,80
Solubles en éter	0,29	0,99	2,15
Solubles en alcohol-benzol	6,95	5,70	14,30
Solubles en 1% NaOH	26,20	39,40	56,70
Celulosa Cross & Bevan	50,40	43,30	41,10

/En plantas

En plantas de otras zonas:

	tallos	vainas	hojas	panojas
Cenizas	3,90	13,10	18,20	8,95
Pentosanos	20,10	19,90	11,90	22,60
Ligninas (libres de cenizas)	17,30	13,50	10,30	12,40
Solubles en éter	0,53	1,51	4,60	2,10
Solubles en alcohol-benzol	10,70	7,35	12,90	8,12
Solubles en 1% NaOH	34,20	43,80	60,00	49,20
Celulosa Cross & Bevan	48,10	42,10	40,60	42,20

De los análisis expuestos se deduce que el tallo limpio puede dar celulosas con mayor rendimiento y menor consumos de reactivos. Hasta ahora no se ha establecido un sistema que permita quitarle las hojas y menos aún las vainas adheridas al tallo, por lo que es necesario usar los tallos con sus vainas y una porción reducida de hojas secas.

Esto trae aparejado durante la cocción con soda cáustica un inconveniente originado por las partes solubles en álcali, que dan a las pastas cocidas un aspecto gelatinoso que dificulta los lavajes. Además las hojas y vainas proporcionan fibras muy cortas o "fines" que se pierden en los lavajes y las depuraciones, con las consiguientes mermas en rendimiento de celulosa blanqueada.

En los laboratorios de Celulosa Argentina en Capitán Bermúdez, se han realizado estudios para observar la calidad, rendimientos y costos en celulosas blanqueadas que se podrían obtener de los tallos, de las hojas y de los tallos con hojas. Con los resultados definitivos, este laboratorio pudo orientar la elaboración en gran escala en la fábrica de celulosa instalada en el mismo sitio.

b) Ensayos realizados en laboratorio

Celulosa de las cañas sin vainas ni hojas. Se operó sobre una muestra promedio de las cañas almacenadas durante varios meses en las playas de la fábrica. Los tallos eran fuertes y rígidos, amarillo sucios, de un diámetro promedio de 15 a 20 milímetros revestidos en su mayoría de su vaina seca. Casi todos los tallos tenían hojas insertadas en los nudos, algunas de las cuales se desprendían fácilmente durante su transporte.

/Todos los

Todos los tallos fueron cortados en trozos de 50 a 80 milímetros en sentido transversal de la planta y sin separar los nudos que en cada tallo están distanciados de 200 a 400 milímetros. A su vez se separaron a mano las hojas y las vainas para cortarlos de inmediato en trozos del tamaño de los "chips" de madera.

Las condiciones para cada cocción y los resultados obtenidos en cada una se detallan en los cuadros 17 y 18.

Todas las pastas lejiviadas se dividieron en dos porciones: en una se hicieron todos los ensayos de resistencias y en la otra se trató dos veces con agua de cloro, baños alcalinos después de cada tratamiento con cloro y finalmente blanqueos con hipoclorito de calcio. También en las pastas blanqueadas se hicieron ensayos de resistencias.

Celulosa de las cañas con vainas y hojas. En estos ensayos se usaron las mismas muestras promedio, sin quitarles las vainas y hojas. Se prepararon y lejiviaron los trozos en las condiciones anteriores.

Cocciones No.	1	2	3
Cañas en trozos, gramos	2.000	2.000	2.000
Humedad de las cañas, %	12,0	12,0	12,0
Alcali activo/caña seca, %	18,0	20,0	16,0
Relación caña/solución	1:5	1:5	1:5
Temperatura máxima cocción, °C	145	145	145
Tiempo a temp. máxima, Hs.	4	4	4
Tiempo total de cocción, Hs.	5	5	5
Rendimiento desp. cocción, %	45,0	44,0	48,5
Número permanganato pasta cocida	26,6	23,0	30,0
Alcali activo residual (NaOH), g/l	1,28	1,50	0,90
Sólido seca en lejía residual "	134,2	154,0	125,0
Sílice en lejía residual "	4,4	5,6	3,0

También fueron divididas las pastas en dos porciones; las primeras para ensayos de resistencias y las otras para los ensayos de blanqueos con doble cloruración y correspondientes baños alcalinos, más blanqueo final con hipoclorito de calcio. En todas las pastas blanqueadas se hicieron ensayos de resistencias:

/Cocciones No.

Cocciones No.	1	2	3
a) Resistencias:			
Pastas lejiviadas			
Tiempos de Lampen (minutos)	58	50	65
Grado de engorde Sch. Rieg.	45	45	45
Longitud de rotura, metros	7.150	7.500	7.000
Desgarramiento, Elmendorff	34	38	32
Doble plegado	100	170	100
Celulosas blanqueadas			
Tiempos en Lampen (minutos)	30	45	54
Grado de engorde Sch. Rieg.	45	45	45
Longitud de rotura, metros	6.530	7.000	6.250
Desgarramiento, Elmendorff	30	35	30
Doble plegado	90	150	80
b) Rendimientos:			
Después de cocción/caña seca, %	45,0	44,0	48,5
Celulosa blanqu./caña seca, %	34,5	35,5	34,0
c) Consumos reactivos/cel. blanq.			
Alcali activo en cocción, %	52,10	56,3	47,0
Cloro total en cloruración, %	14,4	12,0	15,3
NaOH total en baño alcalino, %	3,8	3,5	3,95
Cloro activo en blanqueo, %	3,8	3,2	3,9

Celulosas de las hojas. Las hojas extraídas a mano de los tallos, fueron cortadas en trozos de 50 milímetros y tratadas en las siguientes formas:

Hojas secas en gramos	1.000
Humedad de las hojas, %	9,0
Alcali activo/hojas secas, %	10,0
Temperatura máx. cocción, °C	120
Tiempo a temp. máxima, Hs.	4
Tiempo total de cocción, Hs.	5
Relación caña/solución	1:5

La pasta obtenida después de la cocción era sumamente resbaladiza, difícil de exprimir y de lavar. En los lavajes se perdió bastante a través de los tamices de 60 y 80 mallas. Los resultados de la cocción dieron:

/Rendimiento después

Rendimiento después cocción, %	43,0
Número permanganato	25,4
Alcali activo residual (NaOH) g/l	vest.
Sólidos secos en lej. resid. "	120,0
Sílice en lejía residual "	2,6

La pasta obtenida fué tratada con cloro, neutralizada con NaOH y blanqueada con hipoclorito de calcio. Sobre la pasta blanqueada se hicieron ensayos de resistencia después de tratarlas en un molino Lampen hasta conseguir 45° Schopper-Riegler.

Resistencias y consumos de reactivos

a) Resistencias:	
Tiempo de Lampen (minutos)	60
Grado de engorde (Sch. Rieg.)	45
Longitud de rotura (metros)	2.800
Desgarramiento, Elmendorff	16
Doble plegado	2
b) Rendimientos:	
Después de cocción/caña seca, %	60,6
Celul. blanq./caña seca, %	26,1
c) Consumos reactivos/celulosa blanq.	
Alcali activo en cocción, %	38,3
Cloro total en clorurac, %	14,8
NaOH total en baño alc., %	2,9
Cloro activo en blanqueo, %	3,3

Conclusiones

De acuerdo a los análisis realizados sobre tallo, vaina y hojas, puede comprobarse de inmediato que la parte de la planta correspondiente a los tallos puede dar mejor y mayor cantidad de celulosa.

Lo ideal sería utilizar solamente el tallo, dejando las hojas en el campo como abono. Desgraciadamente no se puede hacerlo porque no se ha encontrado una máquina que corte la planta y la despoje de sus hojas al mismo tiempo.

Por ahora hay que conformarse con que la planta pierda gran parte de sus hojas en los meses de invierno y pierda otra parte después de cortada, en los meses de verano en que quedan almacenadas al ambiente.

/Se puede

Se puede lograr aplastarla y ventilarla para eliminarles las hojas y las vainas. Operando así se obtendrá mejor celulosa con menor costo. Los ensayos de laboratorio demuestran que se obtiene un 40 a 42 por ciento de celulosa blanca sobre tallos sin hojas, contra un 35 a 36 por ciento sobre tallos con hojas.

La mezcla de tallos con hojas presenta también el grave inconveniente de que la cocción no es uniforme. Es difícil exprimir y lavar la pasta cocida y las pérdidas de fibras cortas (fines) es relativamente grande.

Por otro lado, la obtención de celulosa de las hojas solas ha dado resultados muy pobres en rendimiento y resistencia.

La celulosa de la caña común u Orundo donax no presenta fibras demasiado largas sino un conjunto de fibras de distintas longitudes que, mezcladas con celulosas de fibras largas de maderas, pueden dar papeles blancos bien formados y con resistencias normales. Un recuento microscópico de la celulosa blanqueada del Orundo donax revela los siguientes porcentajes en largo y ancho de sus fibras.

Promedio de longitud milímetros	Promedio de ancho milímetros	Porcentaje en peso
0,26	0,0297	6,55
0,35	0,0265	7,24
0,447	0,0221	8,00
0,703	0,0221	25,42
1,154	0,0246	16,43
1,724	0,0255	13,10
2,164	0,0365	5,04
2,682	0,0399	4,55
3,94	0,0765	12,80

A base de los ensayos y resultados obtenidos en el laboratorio, se hicieron muchos ensayos en la sección Celulosa de la fábrica en Capitán Bermúdez. Los resultados fueron excelentes a pesar de haber usado las plantas con una parte de sus hojas.

Con la celulosa blanqueada se hizo una serie de ensayos sobre una máquina contínua moderna de 4,10 metros de ancho, a una velocidad de 150 a 180 metros por minuto. En esa máquina se obtuvieron diferentes papeles con

/distintas mezclas

distintas mezclas de pastas.

a) Papeles alisados y satinados con 100 por ciento celulosa blanqueada de caña común u Orundo donax

b) Papeles alisados y satinados con:

20	por ciento	kraft blanqueado
40	" "	trigo blanqueado
35	" "	caña común blanqueado
5	" "	recortes de máquina

c) Papeles alisados y satinados con:

30	por ciento	kraft blanqueado
30	" "	trigo blanqueado
35	" "	caña común u Orundo donax
5	" "	recortes de máquina

d) Papeles alisados y satinados con:

35	por ciento	kraft blanqueado
65	" "	caña común blanqueado
5	" "	recortes de máquina

c) Proceso al sulfito neutro de sodio.- El proceso al sulfito neutro de sodio, utilizable ventajosamente en los desechos agrícolas (especialmente paja de trigo, arroz, cebada, bagazo) es un tratamiento que se puede aplicar también para la caña común. Tratándose de materia prima mucho más compacta y leñosa que la paja de trigo, las cantidades respectivas de sulfito de sodio y de soda cáustica necesarias para su cocción normal y pareja son un poco superiores y los rendimientos mejoran en comparación con los demás procesos comunes.

Se han realizado diez ensayos, variando tiempos y concentraciones de reactivos, dentro de límites reducidos y manteniendo constante una temperatura de 170° C. Como materia prima se dispuso de un lote de cañas en buen estado de conservación, plantadas en Andino en septiembre de 1948, cortadas al año siguiente y enviadas a las playas de almacenaje el 31 de enero de 1950. Eran tallos fuertes, amarillentos y la mayor parte de las hojas se habían desprendido.

La muestra se pasó por un molino a martillos y luego por una zaranda; las partes gruesas fueron nuevamente molidas y se descartaron el polvo y las partes finas.

/Todos los

Todos los tratamientos se realizaron sobre 1000 gramos de caña triturada y, de acuerdo con los valores calculados, se añadió la lejía a la caña colocada dentro del lejiviador.

El tiempo necesario para llegar a la máxima temperatura fué de 1'30 horas y la relación de cocción de caña a solución, de 1 a 7, para obtener una impregnación pareja y cocciones uniformes.

La caña cocida, lavada y desfibrada durante 5 minutos, fué tratada dos veces con cloro, durante 60 minutos en cada etapa, sobre densidad de pasta al 4 por ciento. Después de cada cloruración y lavaje con agua, se dió el baño alcalino durante 45 minutos sobre pasta con 10 por ciento de densidad. Entre el primer baño alcalino y la segunda cloruración, se realizó la depuración en el plano con fisuras de 0,25 milímetros.

Finalmente el blanqueo se realizó con hipoclorito de calcio sobre pasta con 8 por ciento de densidad, pH en todo el blanqueo superior a 8 y la temperatura constante a 35° C.

Las celulosas blanqueadas fueron tratadas en las holandesitas TAPPI para ensayar luego sus resistencias. Todos los datos de resistencias se relacionan con el mismo grado de refinación, o sea 45° Schopper-Riegler.

Conclusiones

Con el tipo de cocción al sulfito neutro se han obtenido rendimientos superiores a los del proceso al sulfato. En pastas blanqueadas, se puede citar la cocción N° 8, con 14 por ciento de sulfito y 2,5 por ciento de hidrato de sodio, con un rendimiento final del 49,10 por ciento, con consumos de sulfito y soda, referidos a pasta blanqueada, en 25,1 y 4,4 por ciento.

También son interesantes las cocciones Nos. 3 y 9, con 46,9 y 47,0 por ciento de rendimiento en pasta blanqueada. En los ensayos con cocciones al sulfato, los rendimientos han alcanzado el 41,3 y 42,6 por ciento en muestras desprovistas de hojas.

Observando los cuadros de valores y datos números 19 y 20, se advierte que los primeros 6 ensayos se han realizado con cantidades altas en sulfito de sodio (18 a 20 por ciento); los rendimientos en pasta blanqueada han sido un poco bajos y los consumos de reactivos en las etapas de blanqueo, reducidos.

/Los cuatro

Los cuatro ensayos siguientes se orientaron hacia un consumo menor de sulfito de sodio y de soda cáustica para conseguir pastas más crudas, con número de permanganato de cerca de 15 a 20.

En el cuadro 20 se pueden observar tres ensayos (7, 8 y 9) en los cuales disminuye la cantidad de sulfito y la proporción de soda entre 2,0 y 2,5 por ciento para mantener las lejías finales con pH alrededor de 7,0 a 7,5. Así se obtienen pastas más crudas, con número de permanganato entre 12 y 19.

Observando la cocción 9 cuya lejía mantiene un pH de 7,9, se pensó disminuir 0,5 por ciento la cantidad de NaOH. La pasta resultante por medio de la cocción 10 obtenida tuvo olor a quemado y la lejía final un pH de 5,4. Los análisis de las pastas blanqueadas acusan un descenso en los porcentajes de alfa-celulosa y viscosidad.

La resistencia es sólo de 6000 metros para la longitud de rotura y los demás valores también se reducen proporcionalmente.

Con respecto a las demás cocciones se lograron resistencias con valores de 9000 a 9500 metros para la longitud rotura, mientras que en las cocciones al sulfato se obtuvieron solamente 6400 a 7100 metros.

Se puede afirmar que, en general, todas las resistencias son mayores cuando la pasta ha sido bien cocida (seis primeros ensayos) y descienden en los últimos cuando ha sido necesario usar mayores cantidades de cloro y de soda para obtener un blanco satisfactorio.

Cuadro 4

Temperatura °C	SiO_2 disuelta/SiO_2 total de la paja				
	5 % NaOH	7,5	10	15	20
20	8,3 %		9,8	11,3	13,9
50	47,2	71,2	68,9	74,4	
70	50,9	80,2	87,4	95,5	
100	25,0		83,9	88,5	88,7
115	21,3		80,0	90,2	79,8

Cuadro 1

RESULTADOS DE LA COCCIÓN DE PAJA DE TRIGO, AL SULFATO Y A LA SODA CAUSTICA, EN DIGESTOS DE 500 ml.

Relación de paja a sol.	Temp. máxima °C	& de álcali activo sobre paja seca																								
		8,0%					9,5%					11,0%					12,5%					14,0%				
		Rendim. %	$KMnO_4$	Lign. %	Ceniz. %	Visc. cP	Rendim. %	$KMnO_4$	Lign. %	Ceniz. %	Visc. cP	Rendim. %	$KMnO_4$	Lign. %	Ceniz. %	Visc. cP	Rendim. %	$KMnO_4$	Lign. %	Ceniz. %	Visc. cP	Rendim. %	$KMnO_4$	Lign. %	Ceniz. %	Visc. cP
		Cocciones al sulfato (líquido blanco)																								
1:3	100	66,8	27,0	10,3	6,2	13,7	64,8	25,1	10,0	4,7	14,8	62,2	23,5	9,39	3,6	15,4	60,2	22,6	8,91	3,4	18,2	58,4	21,8	8,7	2,7	19,2
1:3	115	66,5	27,1	-	7,6	-	64,5	24,7	-	7,2	-	63,5	23,7	-	7,0	-	59,8	23,1	-	7,0	-	58,8	22,8	-	6,8	-
1:3	130	66,2	32,2	13,1	7,8	19,4	64,0	30,9	11,6	7,7	20,5	60,7	26,0	9,7	6,1	20,5	58,9	23,5	8,8	6,1	20,5	56,2	23,2	7,0	4,3	23,9
1:3	145	64,9	32,3	11,0	9,8	-	62,2	30,2	9,6	9,0	-	61,3	30,2	9,5	7,9	-	58,2	28,0	7,6	7,9	-	56,4	25,3	6,4	7,9	-
1:3	160	63,5	39,9	12,7	8,4	34,2	62,0	32,3	11,3	8,5	36,4	61,8	32,8	10,1	8,9	39,9	58,6	32,8	9,3	8,9	31,9	54,6	25,5	8,3	8,9	37,6
		Cocciones con soda cáustica																								
1:3	100	70,7	24,6	10,8	7,2	11,4	69,3	23,9	10,6	5,1	11,4	67,7	22,6	10,8	6,4	11,4	63,2	21,1	8,5	3,7	13,6	61,6	18,8	8,2	3,1	15,9
1:3	115	70,6	24,1	10,6	8,2	13,7	67,9	24,8	10,0	6,5	13,7	63,8	20,6	8,2	7,8	14,8	61,8	10,6	7,3	5,3	19,4	58,8	17,6	6,7	4,2	19,4
1:3	130	67,5	23,1	10,7	8,5	13,7	65,7	21,6	10,6	6,6	15,4	63,2	20,7	8,3	6,4	17,1	70,9	18,1	7,2	4,6	19,4	57,5	15,8	6,1	3,1	26,2
1:3	145	66,6	26,8	11,5	8,4	19,4	70,0	29,6	11,6	9,0	20,0	62,8	22,3	9,4	7,2	25,1	60,7	20,8	8,1	4,8	29,6	58,0	16,8	6,1	4,0	36,5
1:3	160	68,4	43,1	14,9	8,2	16,0	66,1	38,3	13,2	10,2	16,3	63,8	36,9	11,0	9,1	20,5	62,2	30,5	10,2	8,5	20,6	58,1	27,5	9,7	8,0	21,7
1:5	100	67,9	40,1	16,2	6,7	18,2	64,5	33,7	17,3	3,8	21,6	61,7	30,2	15,6	3,5	24,7	61,1	27,5	13,3	3,0	25,0	59,4	25,4	12,8	2,4	25,1
1:5	115	66,5	23,1	9,6	8,8	13,7	64,3	22,0	8,7	5,8	14,3	60,4	19,5	7,6	3,0	16,0	58,8	18,0	6,8	2,6	16,0	58,1	17,7	6,8	2,5	16,0
1:5	130	66,5	24,1	8,8	8,1	13,6	64,1	20,8	8,0	5,6	14,8	60,2	20,2	7,0	3,1	15,2	56,6	16,9	6,0	1,7	20,5	55,0	15,0	5,4	1,5	25,0
1:5	145	64,3	26,6	9,7	9,5	16,2	61,6	23,0	7,6	10,1	18,4	58,6	19,1	6,4	8,1	20,5	54,8	15,9	5,4	4,1	28,8	54,0	13,5	4,4	3,3	30,8
1:5	160	62,3	29,3	15,0	9,6	24,2	59,9	24,6	10,4	11,0	26,1	58,2	20,9	8,5	10,2	28,6	56,2	18,7	5,3	7,9	39,2	57,3	14,3	7,2	5,3	50,2
1:4	115						65,9	25,7	11,8	5,8	15,9						60,4	20,1	8,1	2,6	20,7					
1:4	145						61,7	20,7	8,4	8,6	21,7						57,9	17,6	6,6	4,5	28,5					
1:6	115						64,1	24,3	8,2	4,1	17,8						59,0	19,3	7,9	2,4	21,7					
1:6	145						60,5	32,4	8,3	8,5	22,6						55,4	16,8	6,6	4,9	28,5					
1:7	115											59,3	21,0	8,4	2,4	21,7										
1:7	145											57,9	18,5	7,5	5,5	28,5										

Cuadro 2

RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS DE COCCION DE PAJA DE TRIGO Y BLANQUEO DE SU CELULOSA

Cocción			pasta lejiviada y depurada							celulosa blanqueada								resistencia pasta lejiviada 45° S-R				resistencia celulosa blanqueada 45° S-R			
Rel. paj/sl	alc. act. NaOH	tem. max. °C	Rend. %	$KMnO_4$	alc. libre NaOH	Ceniz. %	Visc. cP	Pent. %	Lign %	Rend. total/paja	Alfa cel. %	ceniza %	Visc. cP	Pent. %	Lign. %	Blanco Hunter %	No. ensayo	tiem. Lamp. min.	long rot. m.	Desg.	Dob. pleg	tiem. Lamp. min.	long rot. min.	Desg.	Dob. pleg.
1:4	9,0	110	68,1	20,0	2,4	7,1	14,8	22,0	9,0	41,4	73,3	3,5	15,8	24,7	3,4	79	4 A_1	3	6800	29	190	17	7700	31	600
1:4	11,0	110	61,2	19,1	3,5	4,0	18,2	21,4	8,1	41,9	71,1	1,3	12,5	24,6	1,4	80	4 A_2	3	6700	21	400	12	7500	25	1200
1:4	13,0	110	57,6	17,7	6,5	3,0	20,5	26,3	7,0	41,4	71,9	0,4	14,8	24,8	1,2	80	4 A_3	6	7400	26	265	16	8000	19	700
1:4	9,0	130	58,7	24,8	0,6	7,4	21,6	24,0	9,5	42,8	69,7	4,2	14,6	24,3	2,0	79	4 B_1	3	5300	33	110	17	7200	31	500
1:4	11,0	130	56,8	19,0	1,7	5,9	27,4	23,4	7,8	41,8	72,0	2,9	12,8	26,3	2,0	82	4 B_2	5	6600	20	135	15	7600	32	550
1:4	13,0	130	53,7	16,4	2,6	5,1	25,1	25,2	7,3	40,6	71,3	1,7	12,8	23,2	1,9	82	4 B_3	6	6700	31	260	17	7200	34	700
1:4	9,0	150	56,5	26,1	vest.	6,8	29,6	23,5	9,4	40,7	72,7	4,3	15,2	21,5	6,6	83	4 C_1	10	6700	17	150	20	7100	25	450
1:4	11,0	150	52,4	20,0	0,48	6,2	15,8	20,6	8,3	38,3	74,1	3,9	14,5	20,8	7,3	84	4 C_2	18	6300	30	210	21	6800	27	240
1:4	13,0	150	55,0	16,1	1,93	5,7	38,8	23,9	7,1	40,1	74,3	2,2	14,5	22,5	8,0	83	4 C_3	9	6600	28	290	13	6700	26	135
1:3	11,0	110	61,0	19,1	4,5	4,8	17,1	23,1	8,5	41,3	72,3	1,7	14,8	24,6	1,5	80	3 A_2	2	6500	16	300	16	7400	37	730
1:4	11,0	110	61,2	19,1	3,5	4,0	18,2	21,4	8,1	41,9	71,1	1,2	12,5	24,6	1,4	80	4 A_2	3	6700	21	400	12	7500	25	1200
1:5	11,0	110	58,6	18,2	2,8	3,7	19,4	23,9	8,0	40,8	74,4	0,5	13,7	24,8	1,6	82	5 A_2	4	7200	29	250	13	7700	19	600
1:3	11,0	130	55,1	19,6	2,2	9,1	22,8	22,7	8,4	39,6	72,5	4,8	13,0	25,0	2,3	81	3 B_2	5	6150	26	180	16	6600	35	400
1:4	11,0	130	56,8	19,1	1,8	5,9	27,4	23,4	7,8	41,8	72,0	2,9	12,8	26,3	2,0	82	4 B_2	5	6600	20	135	15	7600	32	550
1:5	11,0	130	56,1	20,6	1,8	5,5	25,1	23,5	7,9	42,5	72,3	2,1	12,5	22,1	2,4	81	5 B_2	7	6200	32	150	13	7000	25	480
1:3	11,0	150	57,9	24,9	0,9	7,6	27,3	23,7	9,6	41,3	73,1	4,6	15,2	22,0	7,8	81	3 C_2	9	6600	20	300	16	7200	30	540
1:4	11,0	150	52,4	20,0	0,5	6,2	15,8	20,6	8,3	38,3	74,1	4,0	14,5	20,8	7,3	84	4 C_2	18	6300	30	210	21	6800	27	240
1:5	11,0	150	54,1	21,0	0,3	6,9	34,2	22,5	8,0	40,7	73,8	3,9	13,0	22,0	7,4	81	5 C_2	10	6060	32	150	14	6600	24	320

Cuadro 3

ENSAYOS DE SOLUBILIZACION DE LA SILICE

Temperatura °C	Tiempo mins.	% NaOH/ paja seca	Rendim. desp. cocción %	SiO_2 dis/ paja %	SiO_2 dis/ SiO_2 tot. %	Relación paja /sol.
20	60	5	94,0	0,38	8,3	1:8
		10	92,5	0,45	9,8	
		15	90,8	0,52	11,3	
		20	90,3	0,64	13,9	
50	60	5	87,6	2,17	47,2	1:8
		7,5	84,2	3,48	71,2	
		10	86,6	3,17	68,9	
		15	79,3	3,42	74,4	
70	60	5	84,9	2,34	50,9	1:8
		7,5	81,1	3,69	80,2	
		10	74,5	4,02	87,4	
		15	71,6	4,40	95,6	
100	60	0	94,7	0,32	7,0	1:8
		5	81,5	1,15	25,0	
		10	68,2	3,86	83,9	
		15	60,5	4,01	88,5	
		20	57,1	4,08	88,7	
115	60	0	94,0	0,36	7,8	1:8
		5	81,5	0,98	21,3	
		10	68,2	3,68	80,0	
		15	61,4	4,15	90,2	
		20	58,8	3,65	79,8	

Cuadro 4

Temperatura °C	SiO_2 disuelta/SiO_2 total de la paja				
	5 % NaOH	7,5	10	15	20
20	8,3 %		9,8	11,3	13,9
50	47,2	71,2	68,9	74,4	
70	50,9	80,2	87,4	95,5	
100	25,0		83,9	88,5	88,7
115	21,3		80,0	90,2	79,8

Cuadro 5
SOLUBILIZACION DE LA SiO_2 VARIANDO LOS TIEMPOS DE PRECOCCION

Temperatura º C	Tiempo min.	% NaOH/ paja seca	Rendimiento en cocción %	SiO_2 disuelta/ paja %	SiO_2 disuelta/ SiO_2 tot. %	Relación paja/ sol.
	24		89,0	1,79	38,9	
	40		86,3	2,17	47,2	
50		7,5				1:8
	70		85,5	2,56	55,6	
	120		83,2	2,64	57,4	
	10		84,8	2,55	55,2	
	20		79,5	3,32	72,2	
70		10,0				1:8
	40		76,2	3,80	82,7	
	90		74,2	3,75	81,6	
	10		81,2	2,56	55,7	
	20		78,7	2,30	60,9	
100		7,5				1:8
	40		75,1	2,60	56,6	
	90		72,8	1,91	41,5	

Cuadro 6

LEJIVIACION EN DOS ETAPAS, CON CANTIDADES IGUALES DE NaOH

No.		Temperatura °C	Tiempo min.	NaOH /paja %	Rel. paja /sol.	Rendimiento %	SiO_2 dis. /paja %	SiO_2 dis. /SiO_2 tot.	SiO_2 tot. dis. %	pH
1				1		90,4	0,28	6,0		7,4
	pre-coc.									
2				2		89,9	0,31	6,7		6,8
		100	60		1:5					
3				3		86,8	0,33	7,2		6,8
4				4		84,8	0,56	12,2		7,0
5				1		90,8	0,21	4,5	10,9	7,6
6				2		91,0	0,26	5,6	14,0	8,3
	cocción	100	60		1:5					
7				3		88,6	1,36	29,5	37,6	10,0
8				4		84,8	2,73	59,3	73,0	10,2
1				1		87,0	0,49	10,6		7,1
	pre-coc.	100	180		1:5					
2				2		81,0	0,53	11,5		7,6
3				3		76,6	0,58	12,6		7,4
4				4		67,5	0,56	12,0		7,6
5				1		83,5	0,29	6,3	17,3	7,8
6				2		70,3	0,82	17,8	30,0	10,0
	cocción	100	180		1:5					
7				3		63,2	1,59	36,7	50,0	10,3
8				4		56,8	3,5	76,0	88,0	11,1
1				1		90,4	0,28	6,0		7,4
	pre-coc.	100	60		1:5					
2				2		89,9	0,31	6,7		6,8
3				3		86,8	0,33	7,2		6,8
4				4		84,4	0,55	12,2		7,0
5				1		85,6	0,26	6,0	12,0	6,6
6				2		80,1	0,24	6,9	13,6	7,8
	cocción	120	180		1:5					
7				3		69,3	0,38	8,6	15,8	9,8
8				4		65,3	1,12	24,9	37,1	10,1

Cuadro 7

CANTIDADES DE SiO_2 DISUELTAS, A DIFERENTES pH DE LA LEJIA RESIDUAL

N°	Temperatura ° C	% NaOH/ paja seca	Tiempo min.	SiO_2 en lejía residual g/l	Relación paja/sol.	pH
1			15	6,3		
2			30	5,7		
	90	8.0			1:6	
3			60	2,4		
4			180	2,0		
1			15	7,3		
2			30	5,3		
	100	8.0			1:6	
3			60	4,2		
4			180	2,1		
1			15	10,5		
2			30	8,4		
	90	10,0			1:6	
3			60	7,3		
4			180	5,4		
1			15	8,8		
2			30	11,3		
	100	10.0			1:6	
3			60	8,7		
4			180	6,3		
1			15	5,5		
2			30	8,6		
	90	8.0			1:8	
3			60	4,3		
4			180	2,5		

Cuadro 8

RESULTADOS DE LA PRECOCCION O PRIMERA ETAPA EN LAS COCCIONES DE PAJA DE TRIGO EN DOS ETAPAS CON NaOH

Lejiviadores		1	2	3	4	5	6
1) Lejía residual de pre-cocción a Recuperación							
NaOH/paja en pre-cocción		0	2	4	6	8	10
NaOH libre	g/l	-	-	0,24	1,20	2,16	2,96
Sólidos secos	"	16,27	26,17	45,45	62,13	77,40	87,48
Lejía:							
cenizas	"	5,70	9,64	13,81	19,76	27,47	32,15
SiO_2 en lejía	"	0,66	0,88	1,13	4,65	10,89	11,85
2) Lejía residual de cocción							
NaOH/paja en cocción		10	8	6	4	2	0
solidos secos	g/l	91,02	91,40	76,95	66,52	58,25	46,60
cenizas	"	31,43	32,78	28,61	24,95	20,83	15,58
SiO_2 en lejía	"	7,94	11,10	9,90	7,83	4,19	1,83
NaOH libre	"	3,36	2,80	2,64	2,32	2,24	1,04
3) Paja trigo después de la cocción							
No. permanganato		23,9	22,8	21,3	20,0	20,6	21,2
cenizas	%	3,74	3,02	2,54	2,90	3,35	4,35
pentosanos	"	23,04	22,80	22,90	22,77	22,55	22,56
ligninas (sin cenizas)	%	8,06	8,35	7,94	8,50	8,29	8,05
SiO_2 en cenizas	"	82,5	90,1	70,8	78,9	85,3	79,0
rendimiento después cocción	%	63,0	60,0	60,0	60,7	60,0	61,7

Cuadro 9

TENOR DE SiO_2, SOLIDOS SECOS Y CENIZAS EN LA LEJIA RESIDUAL OBTENIDA EN LA PRECOCCION, DURANTE LAS COCCIONES DE LA PAJA DE TRIGO EN DOS ETAPAS CON NaOH

		4% NaOH en precocción 5% NaOH en cocción			4% NaOH en precocción 7% NaOH en cocción		
		1	2	3	1	2	3
Lejía residual de precocción que va a Recuperación							
SiO_2	g/l	0,75	1,35	0,70		2,36	1,89
sólidos secos	"	34,60	52,80	92,60		104,50	111,90
cenizas	"	8,10	13,30	22,20		23,70	28,20
Lejía residual de la cocción que es usada en precocción							
SiO_2	g/l	2,38	6,03	7,34	5,20	16,80	19,00
sólidos secos	"	70,70	74,40	96,30	72,40	97,20	111,00
cenizas	"	18,34	19,80	27,60	25,20	36,60	43,90
Rend. desp. cocción %		69,90	67,30	70,80		75,90	
Rend. desp. blanq. pasta blanq/paja	"	44,00 a 45,00 %			43,80	42,70	43,00

Cuadro 10

COCCIONES DE LA PAJA DE TRIGO EN DOS ETAPAS, AL SULFATO. ENSAYOS DE LA SERIE B.

		4 % álcali activo en precocción 5 % álcali activo en cocción				
		1	2	3	4	5
Precocción						
álcali activo/paja	%	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
tiempo hasta 100° C	mín.	30	30	30	30	30
tiempo a temp. constante	"	30	30	30	30	30
Lejía residual de precocción que va a Recuperación						
sólidos secos	g/l	46,7	107,0	122,6	110,0	126,4
cenizas	"	15,1	30,0	27,0	38,2	43,20
sílico en lejía	"	0,91	1,58	0,93	0,60	1,30
Cocción						
álcali activo/paja	%	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
tiempo hasta 115/120° C	mín.	30	30	30	30	30
tiempo a temp. constante	"	180	180	180	180	180
temp. máxima cocción	° C	115/120	115/120	115/120	115/120	115/120
Lejía residual desp. Cocción a Precocción						
sólidos secos	g/l	77,0	110,0	104,2	107,8	115,3
cenizas	"	25,0	37,3	28,6	39,7	40,7
SiO_2 en lejías	"	3,6	3,4	6,3	7,3	9,0
Rendimiento desp. cocción	%	69,2	70,2	71,5	69,5	70,5

Cuadro 11

COCCIONES DE LA PAJA DE TRIGO EN DOS ETAPAS, AL SULFATO. ENSAYOS DE LA SERIE C.

		4% álcali activo en precocción 5% álcali activo en cocción				
		6	7	8	9	10
Precocción						
álcali activo/paja	%	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
tiempo hasta 100 o C	mín.	30	30	30	30	30
tiempo a temp. constante	"	30	30	30	30	30
Lejía residual de precocción que va a Recuperación						
sólidos secos	g/l	55,8	105,7	119,5	-	128,9
cenizas	"	19,6	26,8	30,5	37,8	55,6
SiO_2 en lejía	"	0,77	1,18	1,24	1,04	0,61
Cocción						
álcali activo/paja	%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
tiempo hasta 115/120° C	mín.	30	30	30	30	30
tiempo a temp. const.	"	180	180	180	180	180
temperatura máx. cocción o C		115/120	115/120	115/120	115/120	115/120
Lejía residual desp. cocción a Precocción						
sólidos secos	g/l	96,9	118,1	129,8	-	134,7
cenizas	"	34,3	39,5	48,9	-	-
SiO_2 en lejías	"	5,07	8,74	10,7	10,9	11,5
Rendimiento desp. cocción	%	67,5	67,5	-	68,6	66,4

Cuadro 12

RESULTADOS DE LAS COCCIONES CON SULFITO MAS CARBONATO O HIDRATO

Serie	Cocción No.	Cocción				Análisis pastas				Análisis lejías		
		Na_2SO_3 /paja	Na_2CO_3 /paja	Temperatura °C	Tiempo Hs.	Rend. %	Pentos. %	Lignin. %	$KMnO_4$	pH antes cocción	pH desp. cocción	SiO_2 g/l
A	1	8,0	-	155/160	3	70,9	17,8	14,0	24,5	9,4	5,0	0,70
	2	8,0	2,0	155/160	3	69,3	19,2	11,7	24,3	10,4	6,2	0,95
	3	8,0	4,0	155/160	3	66,1	19,3	9,6	17,2	10,4	7,1	0,90
	4	8,0	6,0	155/160	3	64,3	19,0	8,4	15,8	10,5	7,2	0,82
	5	8,0	8,0	155/160	3	63,3	19,3	6,2	15,9	10,5	8,0	0,64
B	1	8,0	-	170	3	59,8	9,6	12,0	26,0	9,4	4,2	1,12
	2	8,0	2,0	170	3	61,5	13,9	9,5	27,1	10,4	4,8	0,85
	3	8,0	4,0	170	3	62,5	17,1	7,6	19,7	10,4	6,4	0,79
	4	8,0	6,0	170	3	61,8	17,5	7,0	18,5	10,5	7,2	0,56
	5	8,0	8,0	170	3	60,5	15,9	10,5	24,3	10,5	7,1	0,82
C	1	8,0	-	155/160	5	67,1	14,6	13,1	34,7	9,4	4,3	0,83
	2	8,0	2,0	155/160	5	69,9	17,2	12,2	34,4	10,4	4,8	0,69
	3	8.0	4,0	155/160	5	68,0	18,4	10,3	31,9	10,4	6,1	0,57
	4	8,0	6,0	155/160	5	67,1	18,4	9,0	25,0	10,5	6,9	0,39
	5	8,0	8,0	155/160	5	66,5	19,3	10,5	29,4	10.5	7,2	0,75
D	1	8,0	-	170	5	64,3	14,1	14,1	44,0	9,4	3,6	0,84
	2	8,0	2,0	170	5	63,9	10,4	14,4	49,6	10,4	4,0	0,84
	3	8,0	4,0	170	5	66,1	8,6	16,3	51,6	10,4	4,6	0,57
	4	8,0	6,0	170	5	67,4	16,7	12,8	43,8	10,5	6,2	0,45
	5	8,0	8,0	170	5	69,9	16,7	13,9	41,4	10,5	6,9	0,50

Cuadro 13 (continuación)

RESULTADOS DE LAS COCCIONES CON SULFITO MAS CARBONATO O HIDRATO

Serie	Cocción No.	Cocción Na_2SO_4 /paja	Cocción NaOH /paja	Cocción Temperatura o C	Cocción Tiempo Hs	Análisis pastas Rend. %	Análisis pastas Pentos. %	Análisis pastas Lignin. %	Análisis pastas $KMnO_4$	Análisis lejías pH antes cocción	Análisis lejías pH desp. cocción	Análisis lejías SiO_2 g/l
E	1	8,0	1	155/160	3	69,1	17,3	10,2	24,1	11,1	5,4	0,58
	2	8,0	2	155/160	3	66,1	17,5	7,5	23,1	11,1	6,5	
	3	8,0	4	155/160	3	62,0	18,4	5,4	14,3	11,1	7,4	0,65
	4	8,0	6	155/160	3	59,1	18,3	4,5	10,0	11,1	8,6	
	5	8,0	8	155/160	3	57,2	19,7	3,8	8,5	11,1	9,1	0,71
F	1	8,0	1	170	3	60,8	14,0	7,5	27,5	11,0	4,8	
	2	8,0	2	170	3	60,8	17,2	8,5	18,5	11,0	5,5	0,75
	3	8,0	4	170	3	60,3	17,4	5,4	14,6	11,0	6,0	0,65
	4	8,0	6	170	3	58,9	17,9	4,8	13,0	11,0	7,8	0,64
	5	8,0	8	170	3	56,3	18,4	3,7	10,0	11,0	9,1	0,38
G	1	8,0	1	155/160	5	65,3	15,3	10,4	29,2	11,0	4,9	0,40
	2	8,0	2	155/160	5	64,3	17,0	7,8	22,2	11,0	5,6	0,55
	3	8,0	4	155/160	5	63,1	18,4	6,2	15,3	11,0	6,9	2,14
	4	8,0	6	155/160	5	60,5	18,8	6,1	14,6	11,0	8,0	2,17
	5	8,0	8	155/160	5	58,1	18,8	4,9	14,0	11,0	8,6	2,20
H	1	8,0	1	170	5	61,0	12,5	8,8	31,0	11,0	4,5	0,40
	2	8,0	2	170	5	61,6	16,9	5,9	21,0	11,0	6,7	0,93
	3	8,0	4	170	5	58,0	17,5	4,9	14,6	11,0	8,5	0,60
	4	8,0	6	170	5	54,2	18,2	2,9	9,9	11,0	9,4	0,88

Cuadro 14

RESULTADOS OBTENIDOS EN PASTAS LEJIVIADAS Y BLANQUEADAS AL SULFITO NEUTRO

	Condiciones cocción				Rendimiento		Pasta después de cocción					Celulosa blanqueada				
Ensayo	Na_2SO_3 %	NaOH %	Temperatura °C	Tiempo Hs.	Pasta codida %	Blanqueo/paja %	Ligninas %	Cenizas %	Sílice %	Pentosanos %	$KMnO_4$	Alfa celulosa %	Ligninas %	Cenizas %	Pentosanos %	Brightness %
I	8,0	3,0	155/160	3	62,5	51,2	5,6	8,6	8,1		13,1	63,3	2,17	8,4	17,0	
I_1	8,0	3,0	155/160	3	62,9	57,3	5,6	8,6	8,1		13,4		2,9	8,6		
I_2	8,0	3,0	155/160	3	63,0	51,6	5,6	8,6	8,1		13,4		2,7	9,5		
I_3	8,0	3,0	155/160	3	63,0	51,1	5,6	8,6	8,1		13,4		2,0	8,6		
J	8,0	1,0	155/160	3	69,3	49,9	9,6	9,6	8,5	18,0	29,0	70,0	1,4	8,7	16,7	72,6
K	8,0	1,0	170	3	60,1	49,9	8,5	9,1	8,5	14,8	33,0		1,9	8,9	14,5	73,0
L	8,0	3,0	170	3	60,7	49,9	6,1	9,8	9,4	16,9	28,0	70,0	2,26	8,9	15,1	73,8
M	8,0	1,0	155/160	5	65,4	48,4	6,9	9,1	8,3		32,4	68,5	2,5	8,6	14,6	74,5
N	8,0	3,0	155/160	5	65,1	49,5	9,7	9,7	8,8	18,0	15,0	70,3	1,85	8,8	16,4	74,0
O	8,0	1,0	155/160	2	69,8	48,6	10,0	7,6	5,9	25,6	20,0	67,5	1,10	6,3	19,3	70,0

Cuadro 15

Resultado de los ensayos para precipitar la sílice al estado de silicatos insolubles, utilizando como purificadores yeso y cal dolomítica

Cal gr.	Tiempo mínimo	Sólidos secos g/l	NaOH útil g/l	NaOH útil %/sólidos secos	Densidad o Bé	Pérdida NaOH útil seg/lavaje %	Cal dolomítica % NaOH útil inic. %	pH	Rendimien. purificac. %	álcali activo g/l	SiO_2 g/l	SiO_2 % sólidos secos	Nat. Org. g/l	Barro resultante - sin lavaje: SiO_2 %	CaO %	MgO %	Pérdida al rojo %	Peso precipt. Seco gr.	Peso precipt. húmedo gr.
0	0	69,5	17,5	25,17	5,3	-	-	10,7	-	2,24	5,88	8,46	35,8						
6	60	66,7	17,3	25,9	5,1	8,2	34,3	11,6	71,0	3,28	1,84	2,75	37,3	26,80	26,30	10,7	34,77	15,0	52,0
6	15	66,8	17,3	25,8	5,2	6,6	34,3	11,6	62,0	3,28	2,34	3,50	36,9	20,97	26,60	10,9	39,95	13,0	38,5
9	60	63,5	15,5	24,3	5,0	20,9	51,4	11,8	96,0	4,00	0,26	0,41	37,4	26,30	23,10	10,3	39,00	24,2	98,0
9	15	64,4	17,3	26,9	5,1	8,7	51,4	11,8	79,0	4,00	1,32	2,04	35,5	21,00	27,10	12,9	37,61	21,0	66,0
12	60	62,6	15,9	25,5	4,9	21,5	68,6	12,0	98,0	5,60	0,15	0,24	36,3	18,51	26,60	9,2	44,32	29,5	108,0
12	15	63,4	15,6	24,5	5,0	22,1	68,6	12,0	95,0	5,60	0,30	0,47	37,2	18,42	25,50	10,8	44,03	28,0	105,0

Cuadro 16

Resultados de los ensayos para precipitar la sílice al estado de silicatos insolubles, utilizando como purificador la cal viva

Cal gr.	Tiempo mínimo	Sólidos secos g/l	NaOH útil g/l	NaOH útil %/sólidos secos	Densidad o Bé	Pérdida NaOH útil seg/lavaj. %	Cal viva % NaOH útil inic. %	pH	Rendimien. purificac. %	álcali activo g/l	SiO_2 g/l	SiO_2 % sól. seco	Mat. Org. g/l	Barro resultante sin lavajes: SiO_2 %	CaO %	MgO %	Pérdida al rojo %	Peso precipt. seco gr.	Peso precipt. Húmedo gr.
0	0	108,4	26,46	24,41	8,0	-	-	10,7	-	2,40	6,60	6,09	64,8						
6	60	108,2	24,74	24,19	7,6	22,8	22,6	11,9	88,0	4,00	0,97	0,94	65,9	18,90	18,20	vest.	61,01	27,0	136,0
6	15	101,5	25,91	25,69	7,5	9,4	22,6	11,9	76,0	4,00	1,70	1,68	62,8	24,40	25,20	"	48,53	20,0	71,0
9	60	100,2	22,78	22,72	7,5	24,6	34,0	12,4	96,0	6,00	8,29	0,28	66,6	19,30	37,16	"	43,08	31,5	108,5
9	15	98,8												-	-	-	-	-	-
12	60	99,1	22,36	22,57	7,3	32,0	45,3	12,4	97,0	6,56	0,22	0,22	65,9	14,37	22,96	vest.	61,12	42,5	177,0
12	15	97,7	24,01	24,57	7,2	27,0	45,3	12,4	96,0	6,96	0,26	0,26	62,8	14,97	24,36	"	59,05	40,5	179,5

Cuadro 17

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL TRATAMIENTO DE LA CAÑA COMUN (OVUNDO DONAX), SIN VAINAS NI HOJAS

COCCIONES No.		1	2	3	4	5
Caña seca	gr.	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Cont. agua de la caña	%	12,5	10,9	10,2	12,0	12,3
Alcali activo/caña seca	"	18,0	22,0	23,0	20,4	18,0
Relación caña/solución		1:4,5	1:4,5	1:4,5	1:5	1:5
Temperatura máxima cocción	°C.	145	145	145	145	145
Tiempo a temperatura máxima	Hs.	5	5½	5½	4	4
Tiempo total de cocción	"	6	6½	6½	5	5
RENDIMIENTO EN COCCION		51,0	44,2	48,0	45,4	48,0
No. permanganato pasta cocida		40,6	12,0	19,5	19,0	31,0
Alcali activo residual (NaOH)	g/l	15,0	17,9	23,7	3,3	1,76
Sólido seco en lejía residual	"	157,3	197,0	189,0	165,8	130,8
Sílice en lejía residual	"				5,3	1,4

Cuadro 18

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL TRATAMIENTO DE LA CAÑA COMUN (OVUNDC DONAX), SIN VAINAS NI HOJAS

COCCIONES No.		1	2	3	4	5
a) RESISTENCIAS						
Pastas lejiviadas						
tiempos en Lampen	mín.	39	35	43		
grado engorde Schepper-Riegl.		45	45	45		
longitud rotura	m.	7000	7000	7000		
desgarramiento Elmendorff		43	33	41		
doble plegado		370	130	300		
Celulosas blanqueadas						
tiempos en Lampen	mín.	30	36	40	55	52
grado engorde Schopper-Riegl.		45	45	45	45	45
longitud rotura	m.	6500	6300	6800	6800	6600
desgarramiento Elmendorff		38	25	40	37	32
doble plegado		300	250	320	230	200
b) RENDIMIENTOS						
después cocción/caña seca	%	51,0	44,2	48,0	45,4	48,0
celulosa blanq/caña seca	"	45,0	40,7	43,0	41,3	42,6
c) CONSUMOS REACT./CELUL.BLANC.						
álcali activo en cocción	%	34,8	47,2	47,1	49,3	42,2
cloro total en clorurac.	"	17,5	5,2	11,0	8,2	15,6
NaOH total en baño alc.	"	2,9	1,0	2,0	2,0	3,9
cloro activo en blanqueo	"	1,4	0,8	0,5	1,2	1,9

Cuadro 19

PROCESO AL SULFITO NEUTRO DE SODIO APLICADO A LA CAÑA COMUN (Orundo donax)

Ensayos No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COCCION										
Sulf.sodio anh./caña seca %	18,0	20,0	20,0	20,0	18,0	18,0	16,0	14,0	12,0	12,0
hidrato sódico/caña seca "	3,5	3,5	3,0	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	1,5
temp. máxima de cocción °C	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
tiempo a temp. máxima Hs.	2 1/2	2 1/2	2	2	2	3	3	3	3	3
tiempo total de cocción "	4	4	3 1/2	3 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2
relación caña seca/solución	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7	1:7
RESULTADOS DE LA COCCION										
número de permanganato	14,5	13,8	14,3	13,2	14,1	14,0	12,4	16,3	19,0	20,6
pH en lejía residual	8,2	8,6	8,6	8,1	7,3	7,4	7,3	7,5	7,9	5,4
sólid.secos en lej.residual g/l	88,7	95,2	93,6	93,7	88,8	87,8	86,7	81,8	69,5	70,7
sílico en lejía residual "	0,37	0,18	0,4	0,46	0,12	0,3	0,4	0,6	0,4	0,36
rendimiento después conción %	56,8	55,2	56,9	57,7	58,9	58,4	58,5	60,9	61,5	60,9
a) RENDIMIENTOS										
después de la cocción %	56,8	55,8	56,9	57,7	58,9	56,4	58,5	60,9	61,5	60,9
celulosa blanq./caña seca "	43,8	45,0	46,9	46,3	46,2	46,7	43,8	49,1	47,0	47,2
b) ANALISIS PASTA BLANQUEADA										
alfa-celulosa %	79,8	80,8	80,4	81,5	78,8	79,9	77,47	77,3	78,1	75,3
lignina sin cenizas "	0,63	0,50	0,37	0,85	0,76	0,53	0,79	0,48	1,18	0,54
cenizas "	2,43	2,00	2,76	2,64	2,56	2,17	2,01	2,11	2,16	2,63
viscosidad cP	21,1	36,2	36,2	63,0	52,2	67,8	31,0	31,8	35,2	17,2
número de cobre %	1,38	1,12	1,12	0,95	0,99	0,74	1,36	1,38	1,21	2,92
c) CONSUMOS REACT./CELULOSA BLANQUEADA										
sulfito de sodio anhidro %	36,1	39,1	37,5	38,0	33,8	33,1	32,1	25,1	22,4	22,3
soda cáustica en cocción "	6,9	6,8	5,6	4,7	4,6	3,6	5,0	4,4	3,7	2,8
cloro total en clorurac. "	3,8	2,3	2,8	1,9	4,1	5,9	6,7	8,7	9,0	11,2
soda cáustic. en baño alc. "	1,3	0,7	0,6	0,8	0,9	1,5	1,2	1,3	1,8	2,2
cloro activo en blanqueo "	1,9	2,2	2,4	2,3	1,8	1,1	1,7	1,1	2,2	1,8
d) RESISTENCIA CELULOSA BLANQUEADA										
grado de engorde Schopper-Riegl.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
longitud rotura m.	9500	9500	9300	9000	9100	9100	7465	8000	7730	6000
desgarramiento Elmendorff	30	28	30	33	28	31	27,5	32	27	17
doble plegado	220	335	350	230	280	220	175	130	175	18

GRAFICO 1

Solubilización de la sílice de la paja de trigo, en función de la temperatura y cantidad de NaOH. Tiempo cocción en todos los casos: 60 minutos.

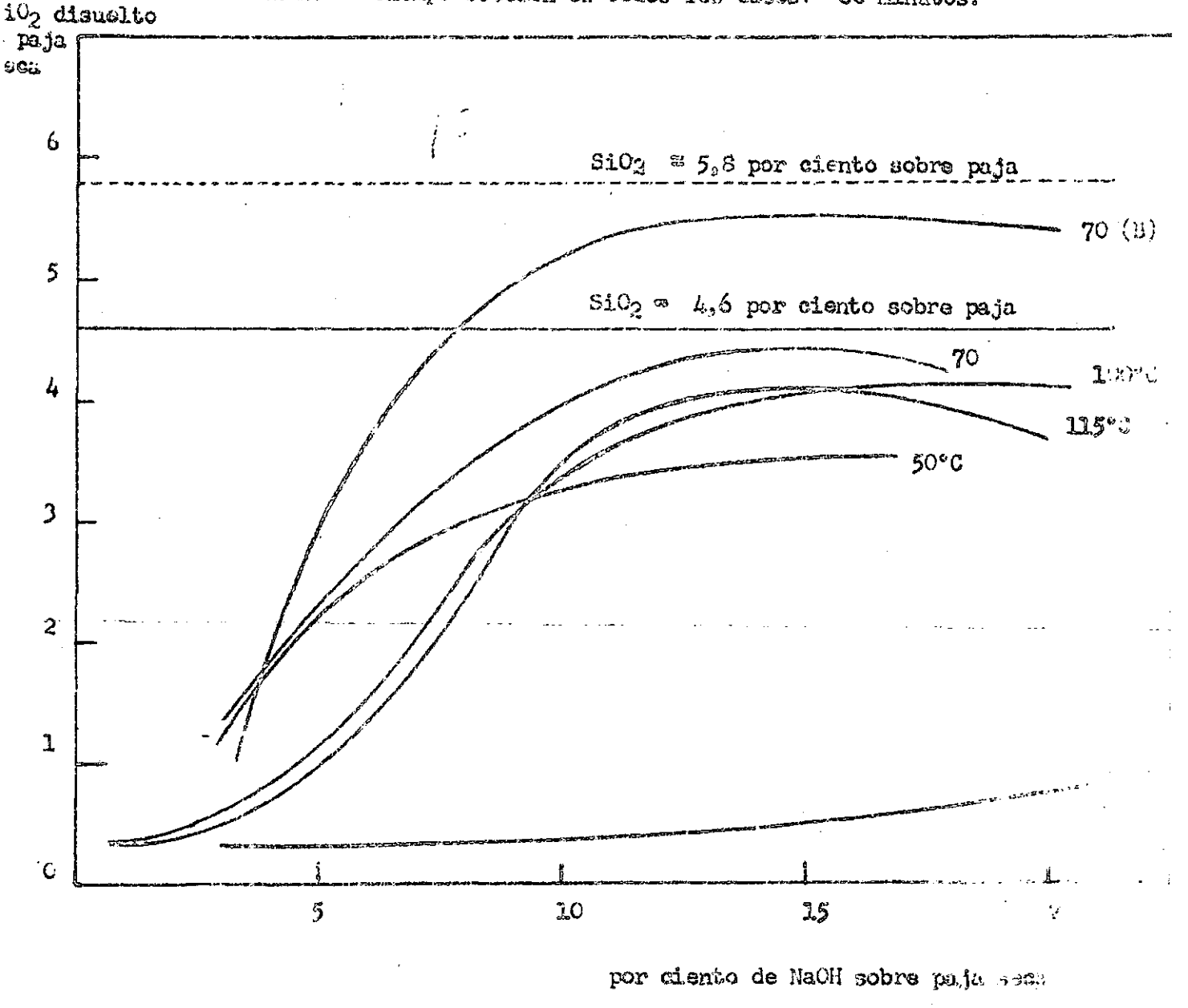


GRAFICO 2

Solubilización de SiO_2 de la paja de trigo en función del tiempo de cocción

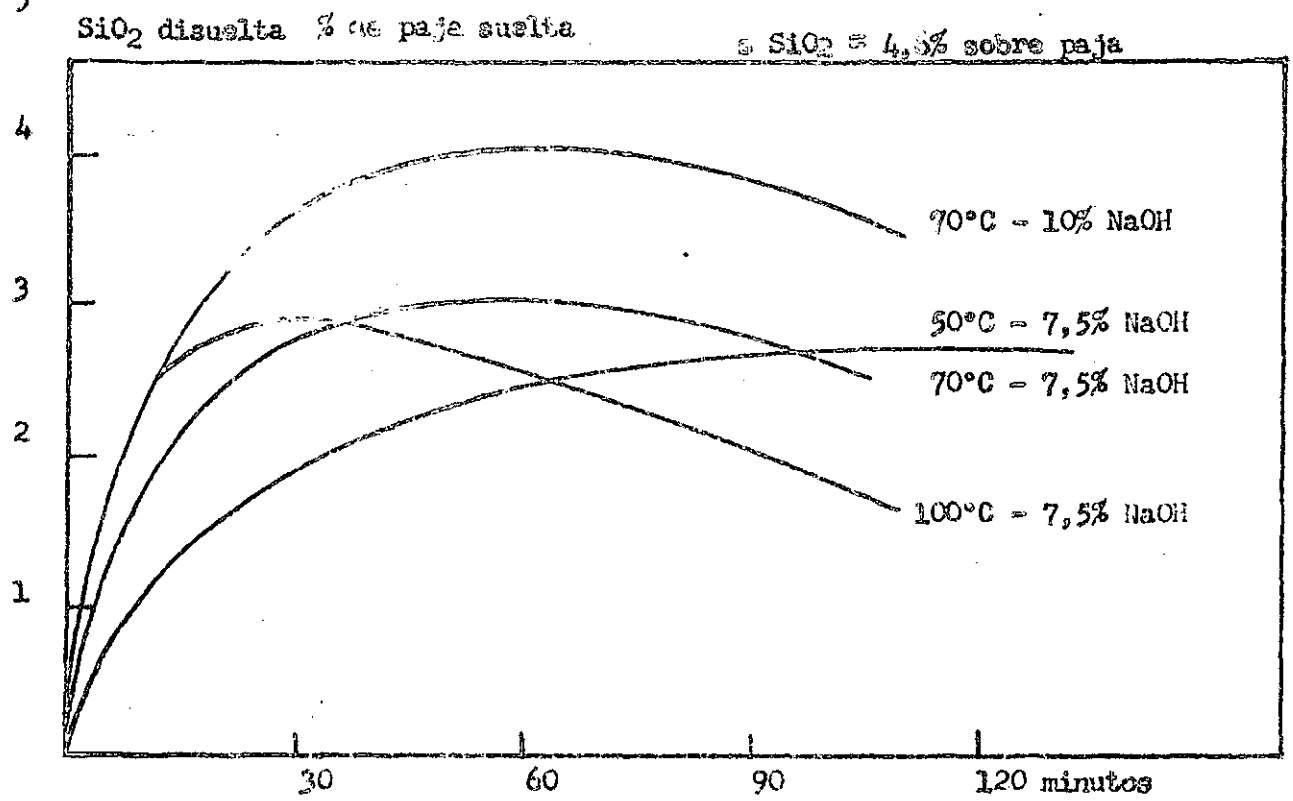


GRAFICO 3

Pérdidas en rendimiento en función del tiempo. 7,5% NaOH sobre paja constantes

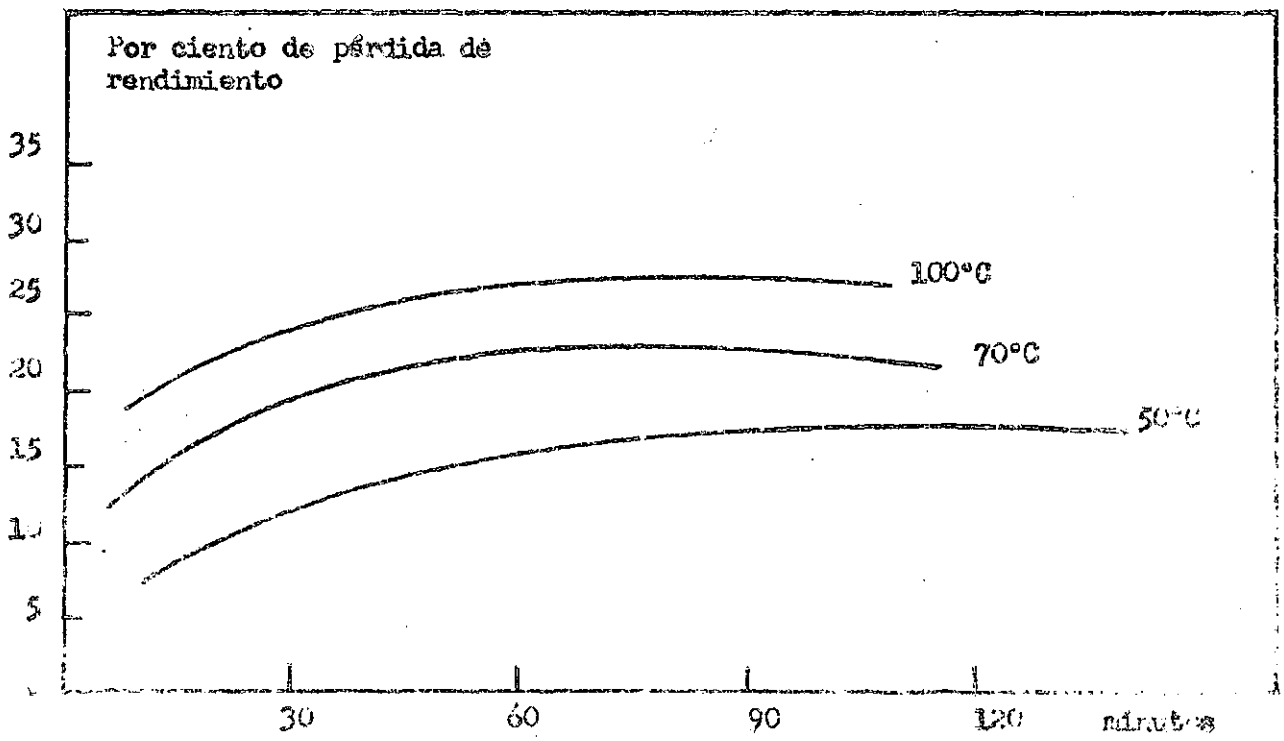


GRAFICO 4

Influencia de la temperatura, álcali y tiempo sobre la solubilización de la sílice en paja de trigo

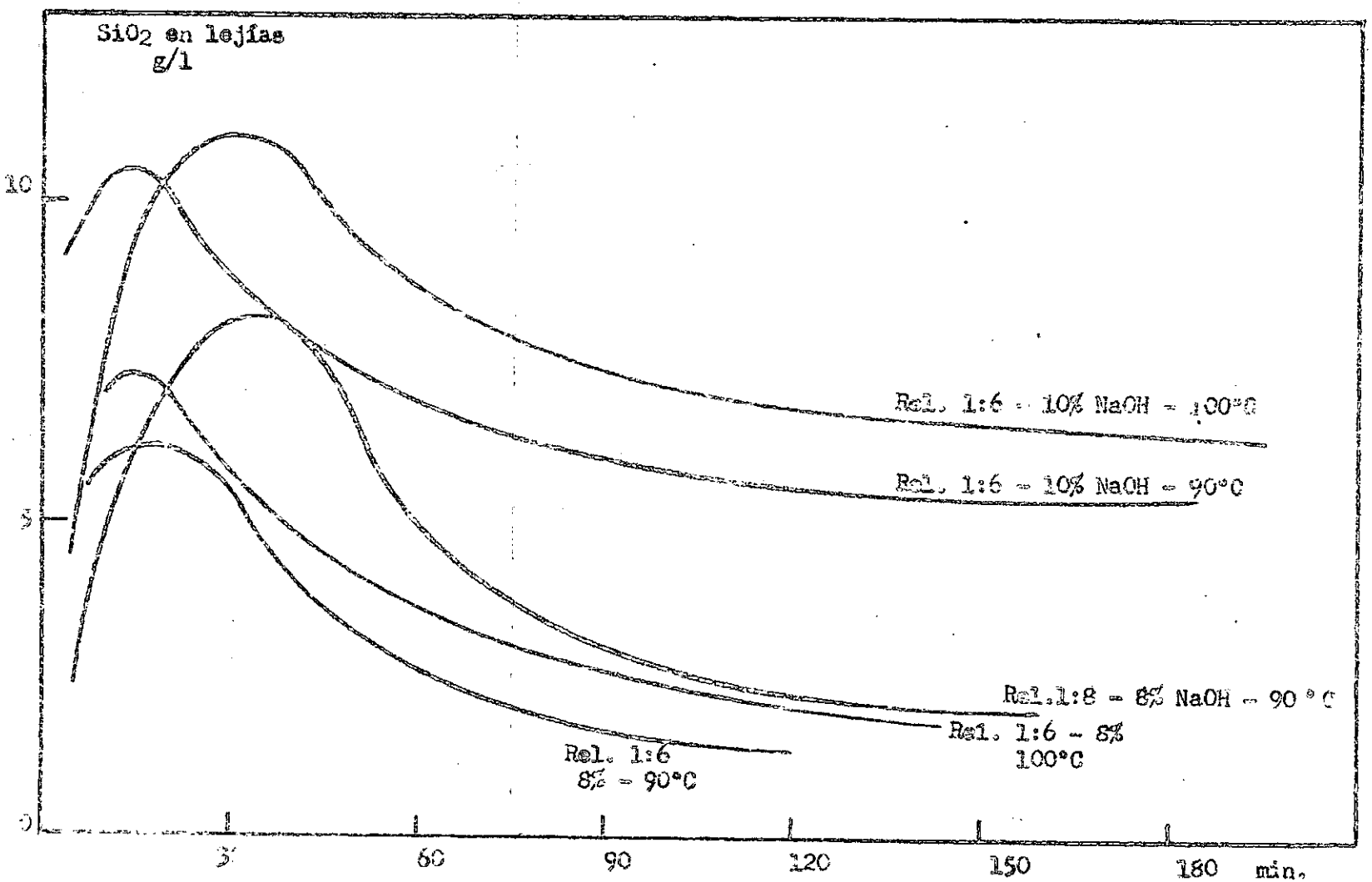


GRAFICO 5

Cocciones al sulfato: influencia de la sulfidez sobre la sílice de la paja de trigo

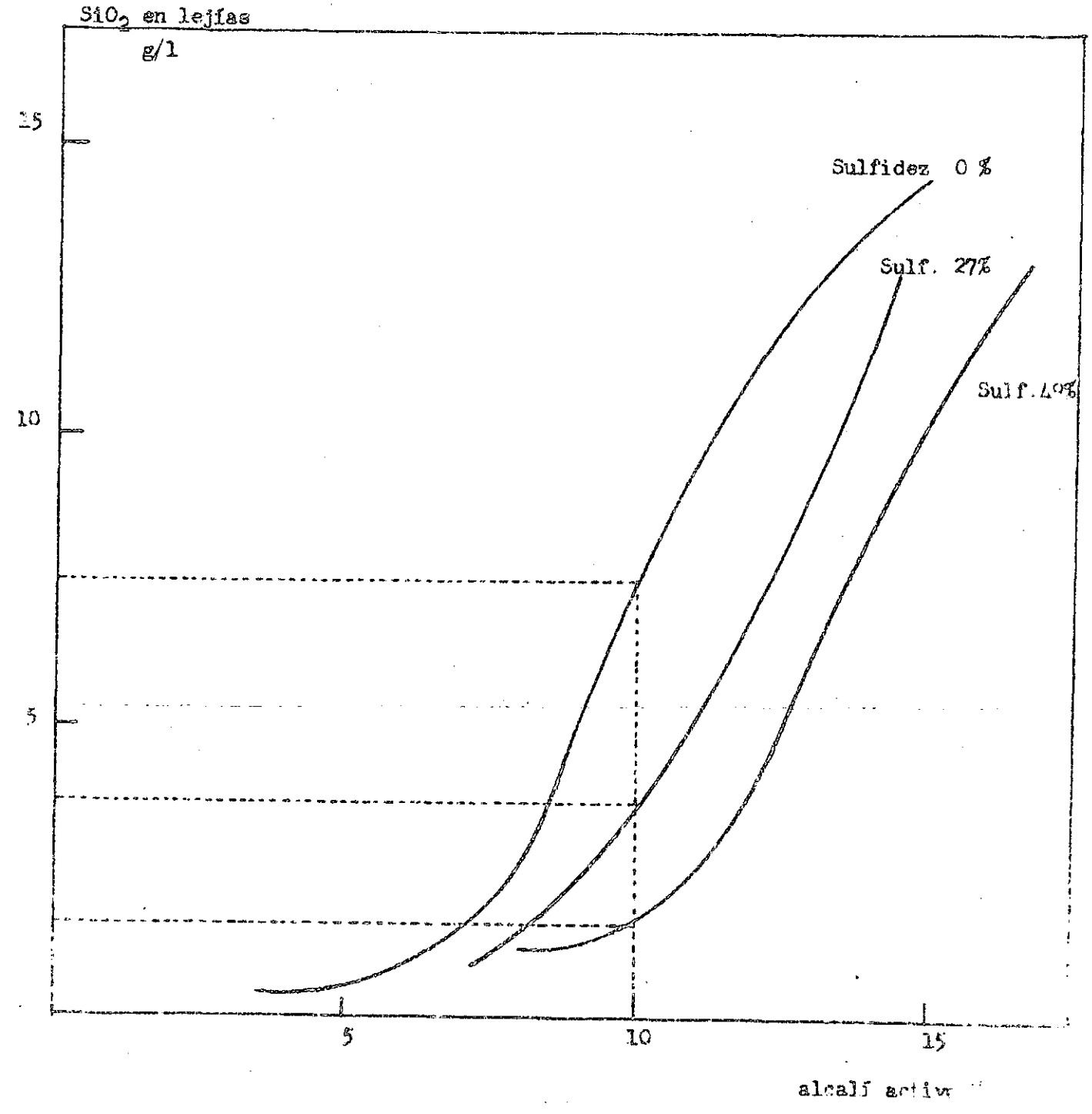


GRAFICO 4-4

Cocciones de trigo al sulfato en lejiviadores de 500 cc. Series 1 y 2

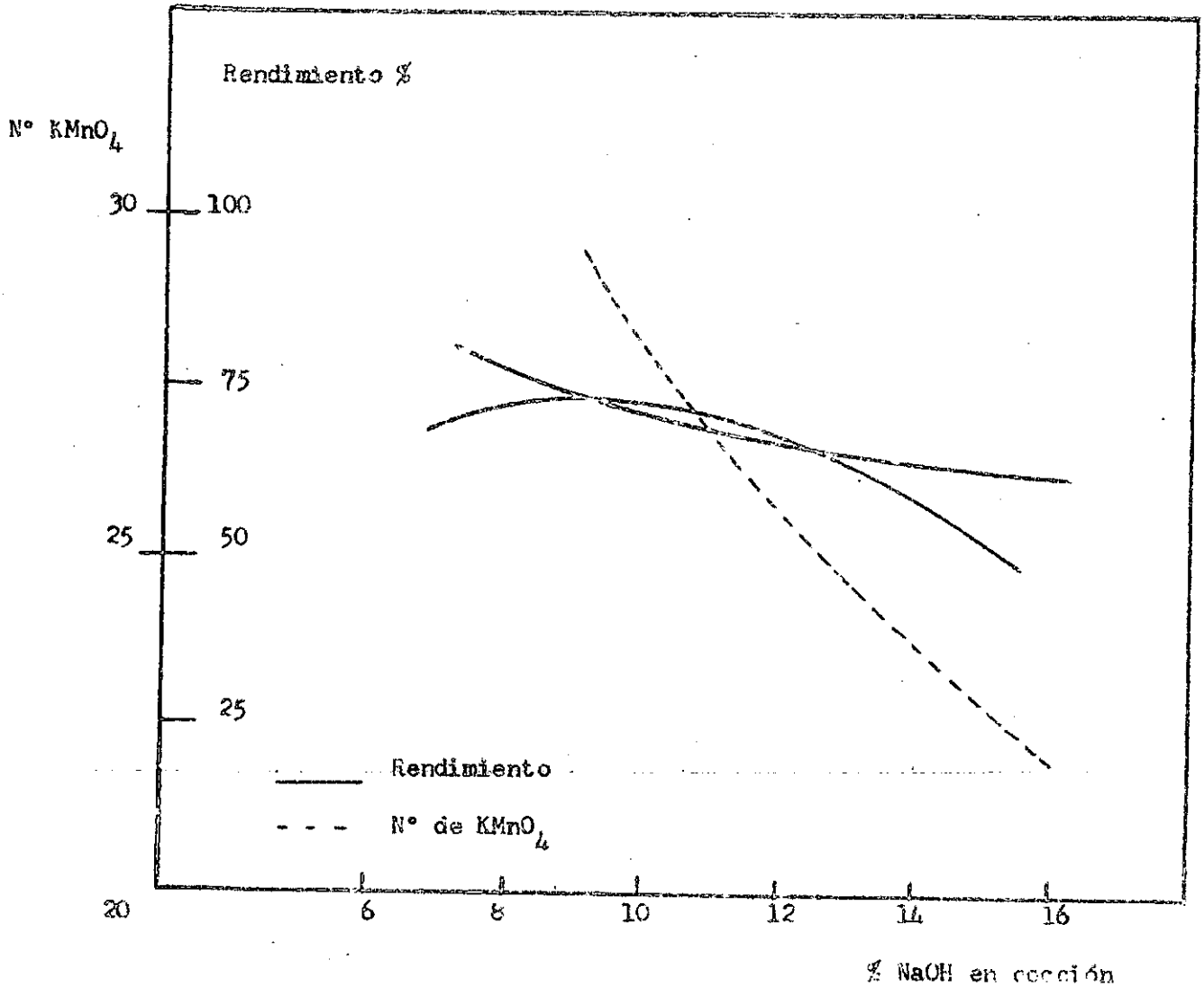
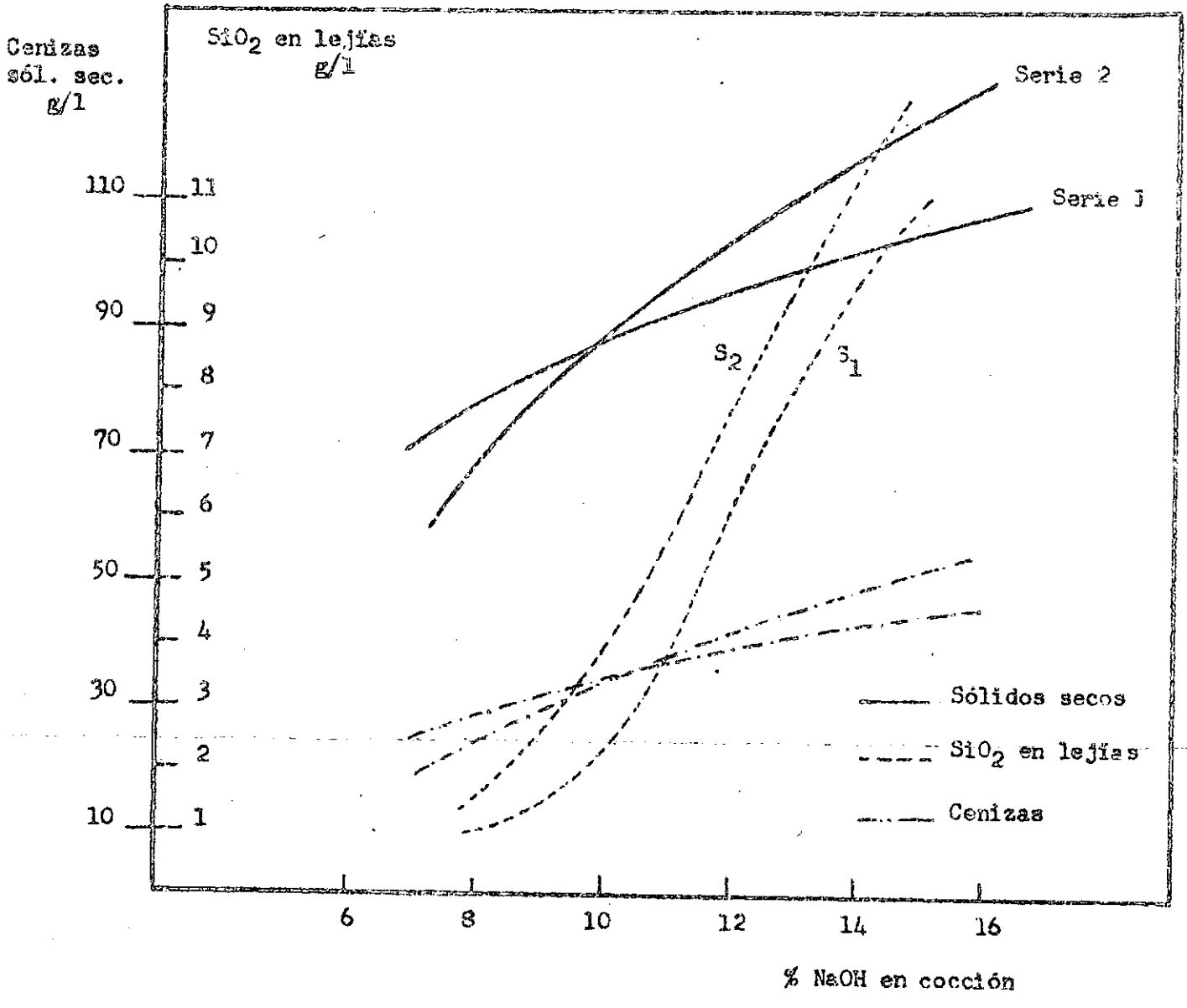
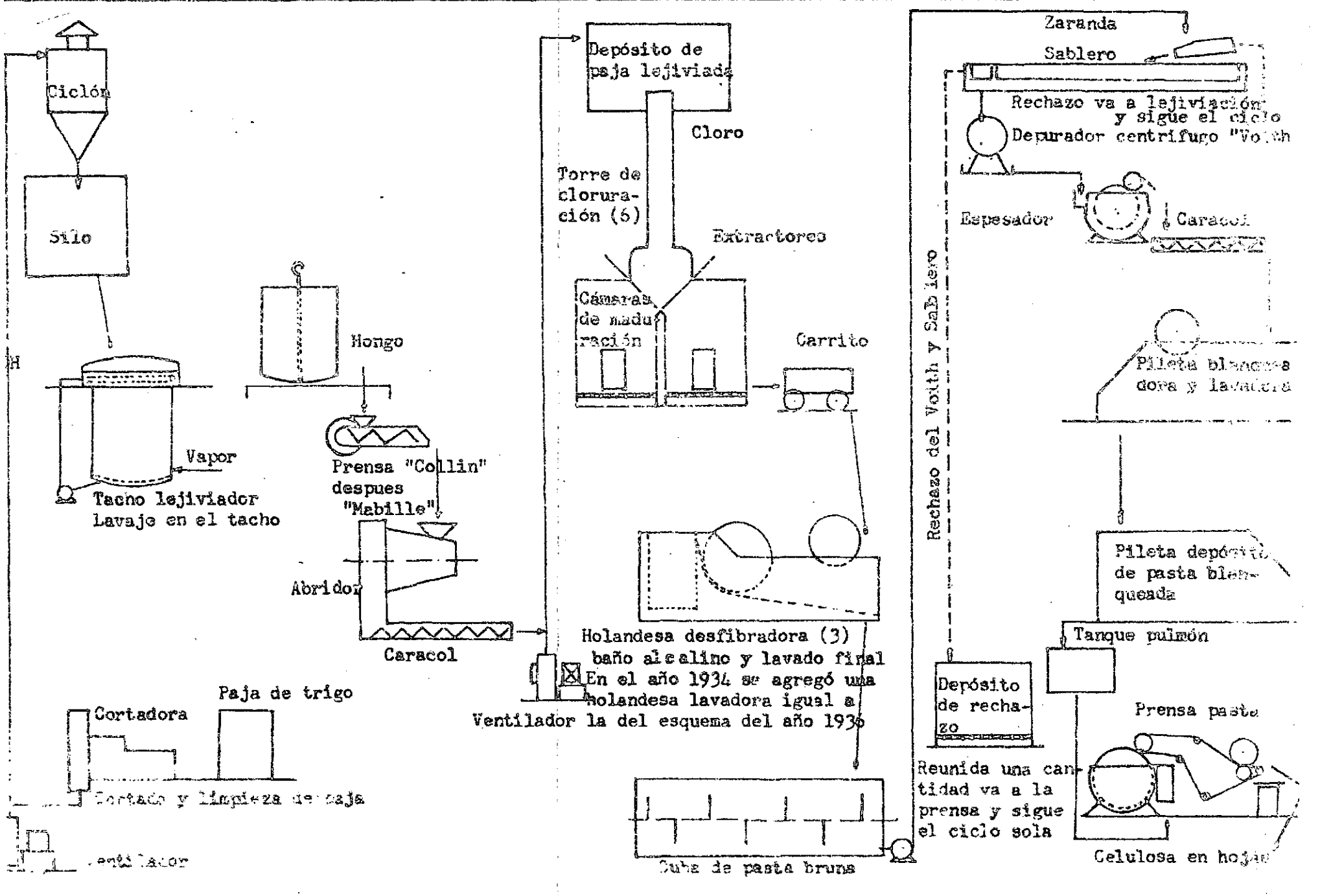


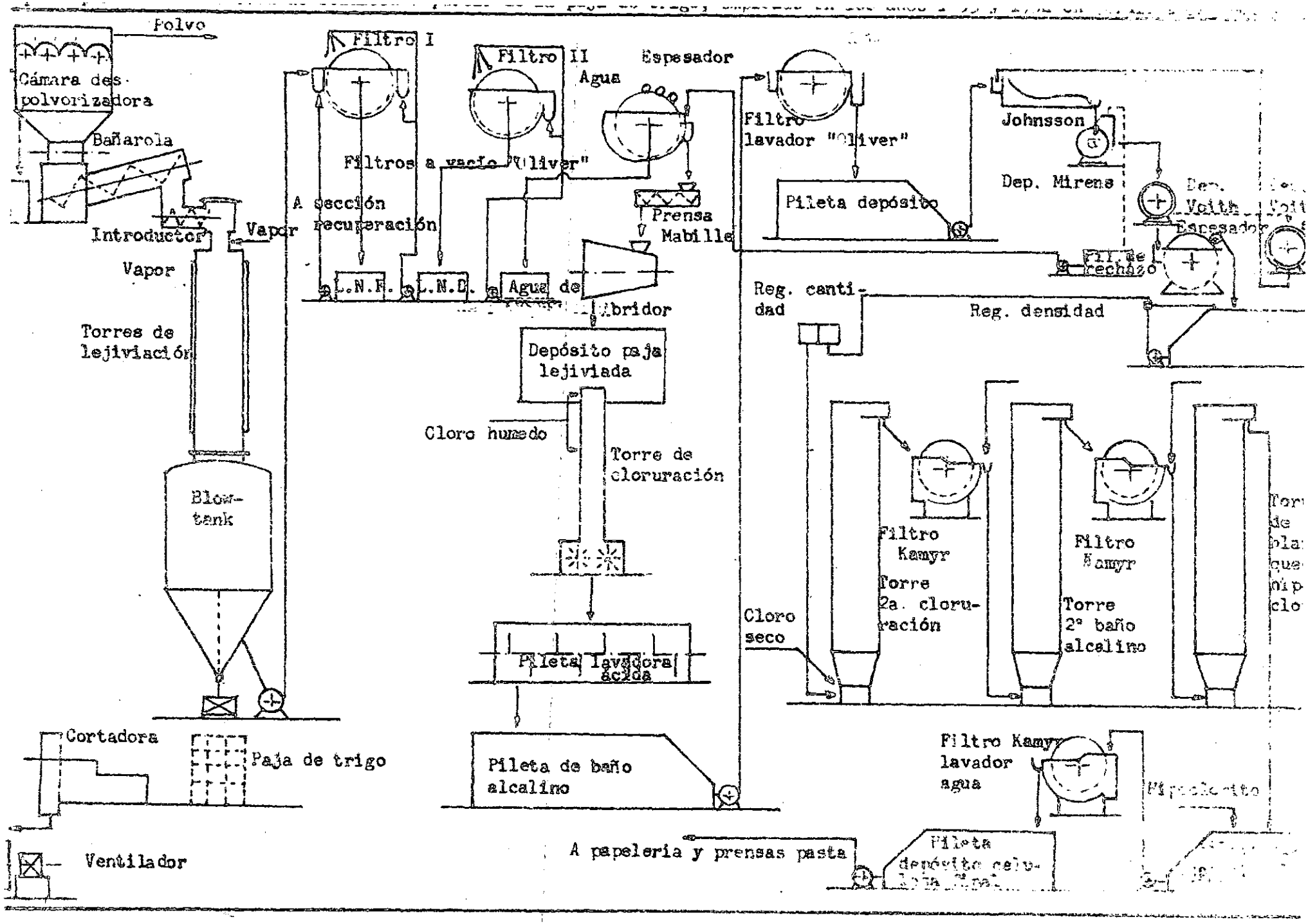
GRAFICO 6-B

Cocciones de trigo al sulfato en lejiviadores de 500 cc. Series 1 y 2



Esquema para la elaboración de celulosa a partir de la paja de trigo, empleado de 1931 a 1935




Polvo
Cámara des-
polvorizadora
Bañarola
Introductor
Vapor
Vapor
Torres de
lejiviación
Blow-
tank
Cortadora
Paja de trigo
Ventilador
Filtro I
Filtro II
Agua
Espesador
Filtros a vacío "Oliver"
A sección
recuperación
L.N.F.
L.N.C.
Agua de
Prensa
Mabille
Abridor
Depósito paja
lejiviada
Cloro humedo
Torre de
cloruración
Pileta lavadora
ácida
Pileta de baño
alcalino
Filtro
lavador "Oliver"
Pileta depósito
Johnsson
Dep. Mirens
Dep.
Voith
Espesador
Fil. de
rechazo
Reg. canti-
dad
Reg. densidad
Filtro
Kamyr
Torre
2a. cloru-
ración
Cloro
seco
Filtro
Kamyr
Torre
2º baño
alcalino
Filtro Kamyr
lavador
agua
A papeleria y prensas pasta
Pileta
depósito celu-