

300618

1
201



UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

'EFECTO DEL ALMIDON CATIONICO
EN LA FABRICACION DE PAPEL
CON FIBRA DESTINTADA.'

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA
FELIPE AVILES CORDERO

DIRECTOR DE TESIS:
I.Q. ADOLFO OBAYA

MEXICO, D.F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	pag.
INDICE DE TABLAS	1
INDICE DE FIGURAS	3
INTRODUCCION	6
CAP. I ALMIDONES INTERNOS EN LA INDUSTRIA PAPELERA.	8
CAP. II QUIMICA IONICA EN LA FABRICACION DE PAPEL.	17
CAP. III DRENADO DINAMICO.	27
CAP. IV RETENCION DINAMICA.	30
CAP. V ESTUDIO DE QUIMICA IONICA.	34
CAP. VI RESULTADOS DE LA FASE EXPERIMENTAL: RETENCION Y DRENADO DINAMICO.	40
CAP. VII CONCLUSIONES.	60
BIBLIOGRAFIA.	64

INDICE DE TABLAS

	pag.
TABLA 01: COMPOSICION DEL ALMIDON	10
TABLA 02: PESO MOLECULAR DEL ALMIDON	10
TABLA 03: MATERIALES ANIONICOS	17
TABLA 04: MATERIALES CATIONICOS	18
TABLA 05: INTERPRETACION DE LA CTR	25
TABLA 06: RESULTADOS DE RETENCION DE PRIMER PASO	35
TABLA 07: RESULTADOS DE CTR (QUIMICA IONICA)	35
TABLA 08: RESULTADOS PRUEBA # 1 FASE EXPERIMENTAL	42
TABLA 09: RESULTADOS PRUEBA # 2 FASE EXPERIMENTAL	45
TABLA 10: RESULTADOS PRUEBA # 3 FASE EXPERIMENTAL	48
TABLA 11: RESULTADOS PRUEBA # 4 FASE EXPERIMENTAL	51

	pag.
TABLA 12: RESULTADOS PRUEBA # 5 FASE EXPERIMENTAL	54
TABLA 13: RESULTADOS PRUEBA # 6 FASE EXPERIMENTAL	57

INDICE DE FIGURAS

	pag.
FIGURA 01: FORMULA QUIMICA DEL ALMIDON	8
FIGURA 02: FORMULA QUIMICA DE LA CELULOSA	9
FIGURA 03: FORMULA QUIMICA DE LA AMILOPECTINA	9
FIGURA 04: FORMULA QUIMICA DEL ALMIDON CATIONICO	11
FIGURA 05: FORMULA QUIMICA DEL ALMIDON ANFOTERICO	12
FIGURA 06: ENLACES ENTRE LA FIBRA Y EL ALMIDON CATIONICO	12
FIGURA 07: ENLACES FIBRA-FIBRA	13
FIGURA 08: PUNTOS DE ADICION DEL ALMIDON CATIONICO	14
FIGURA 09: DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA MAQUINA DE PAPEL	19
FIGURA 10: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 1	43

	pag.
FIGURA 11: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 1	44
FIGURA 12: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 2	46
FIGURA 13: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 2	47
FIGURA 14: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 3	49
FIGURA 15: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 3	50
FIGURA 16: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 4	52
FIGURA 17: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 4	53
FIGURA 18: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 5	55
FIGURA 19: GRAFICAS DE RESULTADOS PRUEBA # 5	56

pag.

FIGURA 20: GRAFICAS DE RESULTADOS
PRUEBA # 6

58

FIGURA 21: GRAFICAS DE RESULTADOS
PRUEBA # 6

59

INTRODUCCION

En la industria papelera mexicana, debido a la necesidad tanto de abaratar los costos de fabricación del papel como a la tendencia mundial de disminuir el consumo de celulosa virgen proveniente de la madera, se están utilizando mayores cantidades tanto de fibra reciclada como de carga mineral, entre las fibras recicladas se encuentra la fibra destintada.

Al agregar una mayor cantidad tanto de fibra reciclada como de carga mineral, se disminuyen tanto las resistencias del papel producido como otras variables del proceso, tales como la retención de primer paso, la cual disminuye debido a la mayor cantidad de finos (fibra muy corta) en el sistema.

Para poder recuperar las características perdidas en el papel por el consumo de fibra reciclada se utilizan diferentes sustancias químicas, entre las cuales se encuentran los almidones catiónicos de uso interno en la masa, y que tienen efecto tanto en las resistencias del papel como en la retención de primer paso y mejor formación de la hoja.

Este tipo de productos ha demostrado ser muy eficaz debido a que la molécula del almidón es un isómero de la celulosa, teniendo esta una carga de naturaleza aniónica y el almidón es modificado químicamente para otorgarle una carga catiónica por lo que genera enlaces iónicos

con la fibra, siendo este tipo de enlaces de mayor resistencia que los enlaces por puente de hidrógeno que se generan entre fibra y fibra, provocando a su vez una floculación de finos (unión de finos para generar una fibra mas larga) lo que produce una mejoría en la retención de primer paso.

El objetivo de este trabajo es el de verificar la reactividad de la fibra reciclada con un almidón catiónico por medio de diferentes pruebas a nivel laboratorio (CTR, Drenado Dinámico y Retención Dinámica), la fibra que se utilizará será fibra destintada por lavado. Si se comprueba la reactividad del almidón con la fibra, al utilizar ambos se mejorarían las características del papel producido, disminuyendo el costo de producción debido al menor precio de la fibra destintada comparado con fibra virgen. También se observará si el almidón contribuye a mantener las resistencias del papel al agregar diferentes cantidades de carga mineral, ya que éstas disminuyen las resistencias del papel y si se mantienen se podría reducir más el costo de fabricación del papel. Además de que al agregar carga mineral se mejoran características ópticas del papel, tales como: Blancura y Opacidad.

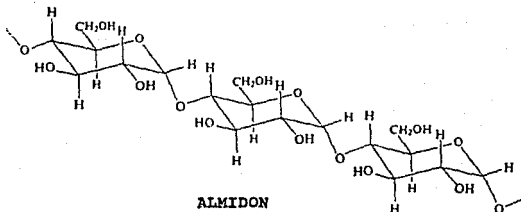
CAPITULO I

ALMIDONES INTERNOS EN LA INDUSTRIA PAPELERA

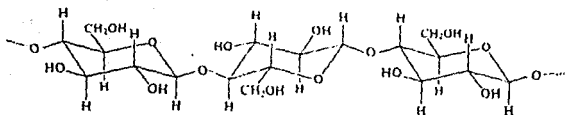
El almidón es una molécula perteneciente a la familia de los carbohidratos, llamados así por tener átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.

La estructura química unitaria del almidón forma un hexágono con 6 átomos de carbono, 5 de oxígeno y 12 de hidrógeno.

Sin embargo esta estructura no existe en esta forma libre en la naturaleza, ya que el almidón forma un polímero (muchas estructuras unidas entre si) natural con fórmula condensada de $(C_6H_{10}O_5)_n$, donde n es el número de unidades en la cadena, variando entre 270 a 3800 (Figura 1).

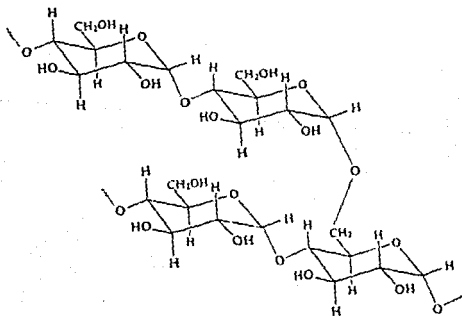


La diferencia entre el almidón y la celulosa es la posición del grupo metahidroxilo (CH_2OH), (debido esto a la configuración de la unión glicosídica) que es dentro de la molécula el grupo más reactivo por ser el más alejado de la figura hexagonal (Figura 2).



CELULOSA
 Figura 2 (REF. 13)

El almidón como tal puede provenir de varias fuentes, tales como maíz, papa, tapioca y otros vegetales. El almidón está formado por dos tipos de moléculas, una lineal llamada amilosa ($n = 400$ a 1200), que es poco reactiva y una cadena altamente reactiva por ser ramificada llamada amilopectina ($n = 2000$ a 5500) (Figura 3).



AMILOPECTINA
 Figura 3 (REF. 13)

Genéticamente se ha desarrollado un híbrido del maíz llamado "waxy", del cual se obtiene el almidón catiónico más reactivo para la fabricación de papel.

La cantidad tanto de amilosa como de amilopectina del almidón varía de la fuente de la cual provenga:

T A B L A 1
COMPOSICION DEL ALMIDON

<u>FUENTE DE ALMIDON</u>	<u>% AMILOPECTINA</u>	<u>% AMILOSA</u>
MAIZ WAXY	99 - 100	0 - 1
TAPIOCA	82 - 80	18 - 20
PAPA	77 - 82	18 - 23
TRIGO	75 - 70	25 - 30
MAIZ	80 - 64	20 - 36

Estos diferentes porcentajes en el contenido de Amilopectina provocan que otras propiedades sean diferentes, tal es el caso del peso molecular:

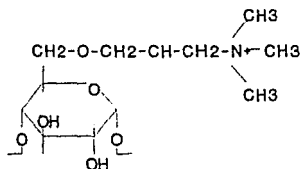
T A B L A 2
PESO MOLECULAR DEL ALMIDON

<u>FUENTE DEL ALMIDON</u>	<u>PESO MOLECULAR PROMEDIO</u>
MAIZ WAXY	324,000,000
TAPIOCA	2,916,000
PAPA	2,268,000
TRIGO	486,000
MAIZ	486,000

Un almidón base, al contener un mayor porcentaje de amilopectina y ser convertido químicamente a un almidón catiónico, es más reactivo con la fibra celulósica por tener mayores puntos de reacción por la mayor ramificación en la amilopectina.

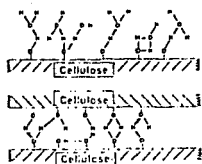
Existen dos tipos de modificaciones químicas para almidones internos:

1) **CATIONICA** El almidón base reacciona con un amina terciaria o cuaternaria para generar el almidón catiónico (Figura 4). La diferencia entre el generado por una amina terciaria o cuaternaria radica en que a un pH alcalino el proveniente de la amina terciaria se retrograda a almidón base desapareciendo el enlace catiónico.



ALMIDON CATIONICO
Figura 4

2) **ANFOTERICA** Se obtiene por medio de una fosforilación de un almidón catiónico para adicionar un grupo aniónico, el cual permite mayores dosificaciones sin que el sistema se sobrecationice. Los almidones anfotéricos (Figura 5) son muy efectivos en presencia de sulfato de aluminio, el cual funciona como un cationizante.



ENLACES FIBRA-FIBRA
Figura 7 (REF. 11)

Dependiendo del punto de adición del almidón catiónico este puede ser enfocado ya sea para resistencias, o bien para retención y drenado (Figura 8). Si se le da un mayor tiempo de residencia (consistencia alta de la pasta) al almidón, se incrementarán las resistencias y a un menor tiempo de residencia (consistencia baja) se obtiene un mayor efecto en la retención y el drenado; esto es básicamente debido a que al tener un mayor tiempo de residencia el almidón reacciona con la fibra, teniendo tiempo para crear enlaces, y a un menor tiempo de residencia el efecto es la floculación de finos, los cuales al aumentar de tamaño se retienen sobre la tela de formación. Para poder obtener ambos beneficios se puede dosificar el almidón en ambos puntos de adición.

La reacción del almidón con la celulosa en consistencia alta se genera gracias al trabajo de refinación (tratamiento mecánico de las fibras) que se realizó con la fibra. El trabajo mecánico que efectúan los refinadores consiste en desarrollar la fibra, esto se podría dividir en: corte, fibrilación e hidratación.

PUNTOS DE ADICION ALMIDON CATIONICO

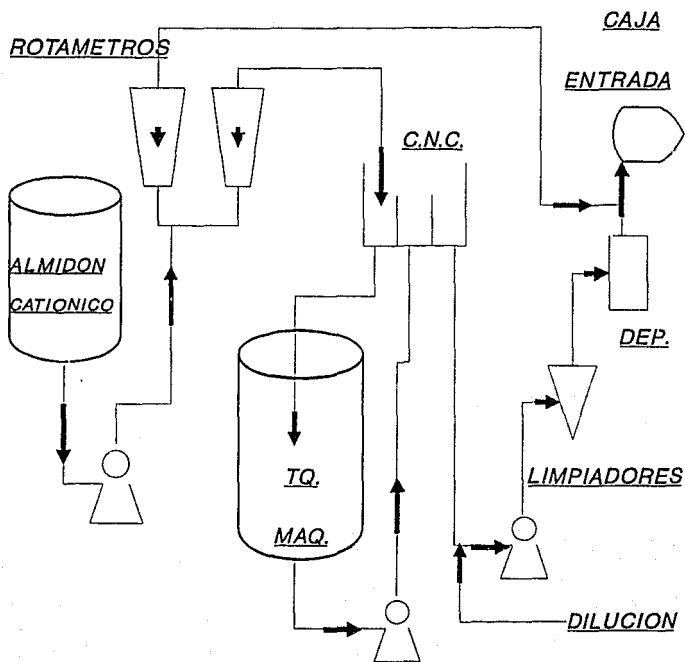


FIGURA 8

a) HIDRATACION DE LA FIBRA.-

Esta se lleva a cabo por ciertos enlaces llamados puentes de hidrógeno, por lo tanto al secarse la fibra esta se vuelve muy quebradiza. Estos enlaces son débiles y se ilustraron en la Figura 7.

b) CORTE DE LA FIBRA.-

Mecánicamente se rompen los enlaces de oxígeno haciendo las cadenas de la celulosa más pequeñas, normalmente una fibra virgen tiene cadenas entre 1,000 y 5,000 unidades de glucosa.

c) FIBRILACION DE LA FIBRA.-

Esto es darle un tratamiento para ramificar la fibra, permitirle a la misma una mayor reactividad, darle a la fibra una superficie de enlace mayor, químicamente dejar a la fibra más iónica con oxígenos cargados negativamente para reaccionar ya sea con encolantes o almidones.

Al conocer los factores que intervienen en la refinación y también conocer la estructura química de ambos polímeros naturales podemos explicar con mayor claridad el trabajo de interactuación para darle al papel o cartón la resistencia interna.

Para ejemplificar mejor esto, al hidratar la fibra los enlaces químicos observados son débiles, sin embargo, los enlaces químicos cuando interactúan el almidón y la fibra son más fuertes ya que son de carácter iónico, esto permite aumentar las resistencias internas sin tener que aumentar el aspecto refinación. Para llevar a cabo lo

anterior el tiempo de residencia del almidón es muy importante, por lo que el almidón catiónico se adiciona ya sea en el tanque máquina o en la caja de nivel constante, siempre después de refinación para evitar romper la molécula.

En la adición de un segundo punto que es en consistencia baja, después del depurador, antes de la caja de entrada, el objetivo principal es incrementar la retención de primer paso y el drenado en la mesa de formación. Esto se logra por la creación de acumulaciones de finos y carga mineral llamados microflocs flexibles los cuales se forman también por medio de enlaces iónicos.

El almidón en consistencia baja genera una formación más ordenada de la pasta, lo que provoca una mejor formación del papel.

CAPITULO II

QUIMICA IONICA EN LA FABRICACION DE PAPEL

Durante el proceso de fabricación de papel la fibra celulósica reacciona con diferentes tipos de aditivos químicos los cuales son utilizados para mejorar o facilitar la operación de la máquina o bien para darle ciertas características finales al papel producido.

Se considera química iónica a la interacción de cargas en superficies de sólidos, coloides y moléculas en solución, las condiciones de equilibrio que resultan de la interacción de ingredientes, aditivos y proceso es lo que nos da como resultado la química iónica de la parte húmeda en la fabricación del papel.

La naturaleza iónica de los aditivos que se emplean modifican la química iónica de una máquina de papel siendo los más empleados los siguientes:

T A B L A 3

MATERIALES ANIONICOS

FIBRAS Y FINOS

RESINA PARA RESISTENCIA EN SECO*

CARBONATO DE CALCIO GROUND

BIOXIDO DE TITANIO

CAOLIN

AGENTE DE RETENCION*

DISPERSANTES DE PITCH

BREA

T A B L A 4

MATERIALES CATIONICOS

SULFATO DE ALUMINIO

ALMIDON CATIONICO

AGENTE DE RETENCION*

RESINA PARA RESISTENCIA EN SECO*

RESINA PARA RESISTENCIA HUMEDA

ENCOLANTE SINTETICO

BREA REFORZADA

CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO

* Pueden ser aniónicos o catiónicos.

La importancia del conocimiento de la química iónica en una papelera radica en que al tener un sistema ionicamente balanceado se obtienen mayores beneficios de los aditivos empleados con un menor consumo de ellos así como también se esperan obtener las siguientes mejoras:

El papel se fabrica mediante un proceso de filtración a través de una tela de formación, a la cual se deposita la mezcla fibrosa con aditivos, la cual viene con un alto contenido de agua (mayor del 90%), al agua que se filtra se le denomina drenado y mientras mayor sea este, menor contenido de agua tendrá el papel para la siguiente etapa de fabricación (Figura 9) y a mayores velocidades se podrá operar la máquina de papel, ya que la humedad a la que llega a los secadores es fundamental para la velocidad de éstos, a una mayor humedad se disminuye la velocidad de los secadores para dar un mayor

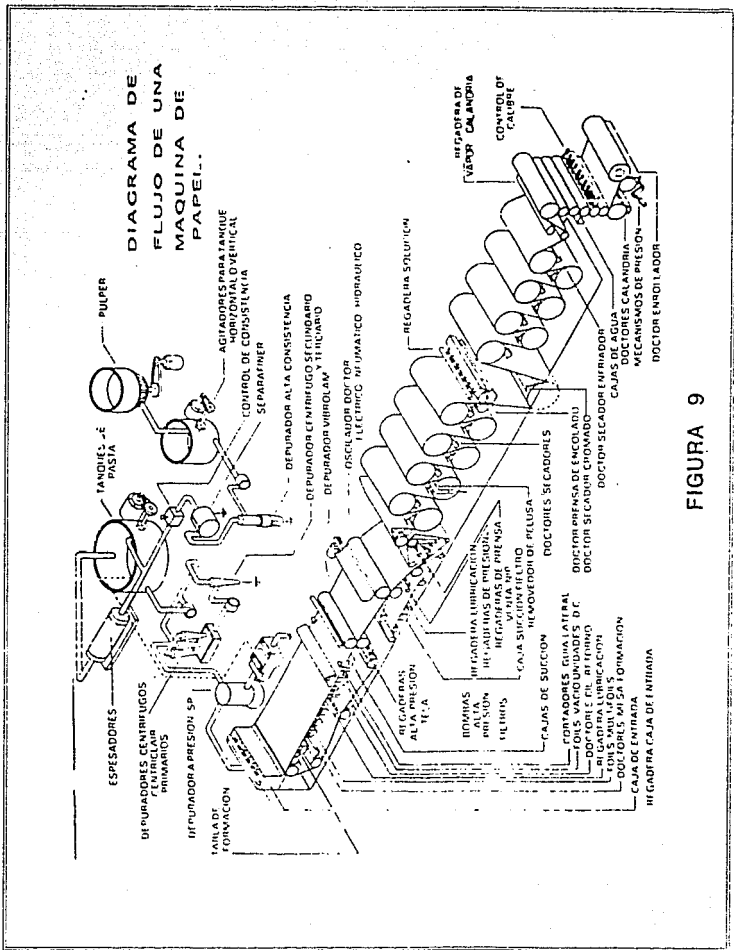


FIGURA 9

tiempo de contacto entre el papel y los secadores, y así evaporar una mayor cantidad de agua.

El agua que se drena a través de la tela de formación tiene un determinado contenido de pasta (mezcla fibrosa con aditivos) ya que ésta no se retiene en un 100% en la tela; al porcentaje de pasta que se retiene sobre la tela de formación, se le denomina retención de primer paso y mientras mayor sea ésta, mejores rendimientos se obtienen durante el proceso.

Al estar balanceado ionicamente un sistema se obtienen mayores valores, tanto en la retención de primer paso como de drenado pudiéndose incrementar la producción de la máquina debido a que el papel llega con menor humedad a la sección de secadores, pudiéndose aumentar la velocidad de estos. También se mejoran características ópticas en el papel producido, así como su resistencia, se estabiliza el encolado (resistencia al agua), se mantiene un sistema más limpio y se reduce la emisión de contaminantes al efluente obteniéndose también ahorros económicos y mejoras en la calidad del papel producido.

La ionicidad de un sistema depende básicamente del adecuado uso de aditivos catiónicos, ya que al ser las fibras celulósicas aniónicas, un exceso en el uso de estos aditivos puede provocar una cationización de la pasta, lo que provoca una pérdida en las resistencias del papel y menores valores tanto de retención como de

drenado. Para conocer la naturaleza iónica de una mezcla fibrosa se cuenta principalmente con dos métodos:

a) TITULACION COLOIDAL (CTR)

b) POTENCIAL ZETA

TITULACION COLOIDAL

La utilización de este método en la química del papel involucra dos fenómenos:

- a) Reacción de neutralización entre polielectrolitos catiónicos y aniónicos.
- b) Absorción iónica.

Es decir una reacción de neutralización se lleva a cabo entre polielectrolitos de carga contraria de una manera estequiométrica.

El reactivo TBO (Toluidine Blue O) tiene la propiedad de que en presencia de cationes tiene una coloración azul, mientras que con cargas aniónicas presenta un color lila por lo que funciona como un buen indicador para realizar una titulación de cargas eléctricas.

Los reactivos utilizados para la titulación son los siguientes:

- a) Polielectrolito aniónico (PVSAK) Poly(vinyl sulfuric acid) potassium salt.
- b) Polielectrolito catiónico (DDPM) 1,5 Dimethyl-1,5 Diazaundecamethylene Polymethbromide.

Estos reactivos a una misma concentración (0.001 N) se neutralizan ionicamente de manera estequiométrica.

El procedimiento para realizar la titulación es obtener una muestra de 50 mls. de pasta del lugar de donde se necesite evaluar y se siguen los siguientes pasos:

1.- Se afora la muestra a 500 mls. con agua destilada.

2.- Se toman cuatro alicuotas de 100 mls. cada una y se distinguen de la siguiente manera:

- 1) DDPM muestra
- 2) DDPM blanco
- 3) PVSAK muestra
- 4) PVSAK blanco

3.- Adicionar 10 mls. de DDPM a la alicuota DDPM muestra.

4.- Adicionar 10 mls. de PVSAK a la alicuota PVSAK muestra.

5.- Filtrar a través de filtros de membrana de 1.2 micras la alicuota DDPM blanco.

6.- Filtrar con los mismos filtros el PVSAK blanco.

7.- Adicionar 10 mls. de DDPM al DDPM blanco.

8.- Agregar 10 mls. de PVSAK al PVSAK blanco.

9.- Filtrar el DDPM muestra a través de los filtros de 1.2 micras.

10.- Filtrar el PVSAK por medio de los filtros de 1.2 micras.

11.- Agregar 5 gotas del indicador TBO a cada una de las alicuotas, las marcadas como DDPM deben tener una coloración azul y las marcadas como PVSAK una coloración lila.

12.- Se inicia la titulación con el reactivo contrario, las marcadas como DDPM se titulan con PVSAC hasta el cambio de azul a lila y las marcadas como PVSAC se titulan con DDPM hasta el vire de lila a azul. La titulación debe seguir el siguiente orden:

- 1) DDPM blanco
- 2) DDPM muestra
- 3) PVSAC blanco
- 4) PVSAC muestra

anotándose en cada caso el número de mls. utilizados.

La demanda catiónica se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$DC = \text{DDPM blanco} - \text{DDPM muestra}$$

La demanda aniónica se obtiene de la siguiente manera:

$$DA = \text{PVSAC blanco} - \text{PVSAC muestra}$$

El rango de titulación coloidal es el resultado de dividir la demanda aniónica entre la demanda catiónica:

$$CTR = DA / DC$$

CTR = Rango de Titulación Coloidal.

DA = Demanda Aniónica.

DC = Demanda Catiónica.

De acuerdo al valor obtenido la CTR se interpreta de la siguiente manera:

T A B L A 5
INTERPRETACION DE LA CTR

RELACION (CTR)	CALIFICATIVO	COMENTARIO
0.01 A 0.30	ALTAMENTE ANIONICO	ACEPTA GRANDES CANTIDADES DE MATERIALES CATIONICOS.
0.31 A 0.75	MODERADAMENTE ANIONICO	
0.76 A 0.99	LIGERAMENTE ANIONICO	
1.0	NEUTRAL	SISTEMA BALANCEADO.
1.01 A 1.35	LIGERAMENTE CATIONICO	INICIA SOBRECATIONIZACION DEL SISTEMA.
1.36 A 2.50	MODERADAMENTE CATIONICO	
2.51 A 10.0	ALTAMENTE CATIONICO	

Por ejemplo de un sistema se midió la química iónica y se obtuvieron los siguientes resultados:

	mls. usados para el vire
DDPM blanco	9.6
DDPM muestra	4.4
PVSAK blanco	10.8
PVSAK muestra	9.5

$$DC = 9.6 - 4.4$$

$$DC = 5.2$$

$$DA = 10.8 - 9.5$$

$$DA = 1.3$$

$$CTR = 1.3 / 5.2$$

$$CTR = 0.250$$

Por lo tanto el sistema es altamente aniónico.

POTENCIAL ZETA

Este método se basa en la movilidad electroforética la cual se mide en mVolts y se utiliza un equipo dotado con un microscopio, un cátodo y un ánodo, se coloca la muestra y se adiciona una determinada carga eléctrica y la dirección en la cual las partículas se movilizan es el tipo de carga que tiene la muestra. Por ejemplo, si la muestra se dirige hacia el cátodo, la muestra es aniónica y el potencial zeta dará una lectura negativa.

El mismo aparato proporciona la medición en mVolts, la muestra que se utiliza es menor a 1 mls. y debe adicionarse filtrada, para que las partículas más pequeñas puedan moverse y medir la carga eléctrica en mVolts.

Los resultados se interpretan de la siguiente manera:

PZ < 0 SISTEMA ANIONICO

PZ = 0 SISTEMA NEUTRO

PZ > 0 SISTEMA CATIONICO

CAPITULO III

DRENADO DINAMICO

El objetivo de esta prueba es el simular la etapa de formación en cuanto a drenado, obteniendose valores en mililitros/segundo. En esta evaluación se verifica la reactividad de una mezcla fibrosa con un almidón catiónico, en este caso se utilizará un almidón catiónico proveniente de "WAXY".

Para la realización de un estudio de drenado dinámico se necesita un equipo "Britt Jar", en el cual se mide el tiempo que tarda en drenar un litro de pasta. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1) Se arma la jarra "Britt Jar", la cual debe de tener mediciones de 1,2 y 2.5 lts. y una malla con una abertura de 200 mesh (76 μ m de diámetro), para que la pasta se filtre através de ella, así como un motor de velocidad variable conectado a un agitador, el cual debe de tener una velocidad de 600 rpm.
- 2) Se obtiene la consistencia de la pasta a evaluar, preferentemente a la consistencia que se maneja en la caja de entrada, o una de 5 gr/lts.
- 3) Una vez conocida la consistencia de la pasta se adicionan 2.5 lts. de agua destilada a la jarra y se le agrega una cantidad conocida de pasta, se agita por 20 seg. Posteriormente se retira el tapón de la jarra y se mide el tiempo que se tarda en drenar de la marca de 2 a 1 lts.

Primeramente se obtiene un testigo con pasta sin almidón, se recomienda que el tiempo de drenado sea entre 30 y 40 seg., por lo que si este tiempo es mayor o menor se varía la cantidad de pasta que se adiciona, generalmente se inicia con 200 mls. de pasta y dependiendo del tiempo de drenado se incrementa o disminuye dicha cantidad, que es la misma que será utilizada con el almidón.

Una vez obtenida la cantidad de pasta a utilizar por medio del testigo se calcula la dosificación de almidón catiónico, de la siguiente manera:

Consistencia (gr/lt) * Cantidad de pasta (lts) * (1 Kg/1000 gr) *
Dosificación de almidón (Kg/Ton) * (1 Ton/1000 Kg) * (1/Concentración
del almidón (lts/gr)) * (1000 mls/lts) * (1000 gr/Kg) = mls. de
almidón a utilizar.

Simplificando:

mls. de Almidón = $\frac{\text{Consist. pasta} * \text{Cantidad de Pasta} * \text{Dosif. Alm.}}{\text{Concentración de Almidón} * 1000}$

Por ejemplo:

Consistencia	5.0 gr/lts.
Cantidad de Pasta	150 mls.
Dosificación de Almidón	5 Kg/Ton.
Concentración de Almidón	4 gr/lts.

$$\begin{aligned}\text{mls. de Almidón} &= (5 \cdot 150 \cdot 5) / (4 \cdot 1000) \\ &= 0.94 \text{ mls.}\end{aligned}$$

Por lo que se adicionarían 0.94 mls de almidón catiónico a la Britt Jar para dosificar 5 Kg/Ton. a una muestra de pasta de 150 mls. con una consistencia de 5 gr/lts.

Al hacer el experimento dosificando almidón se agita primero la pasta sin almidón durante 20 seg., se agrega el almidón y se agita por otros 20 seg., procediendo después a realizar la medición del tiempo de drenado.

Los resultados de esta prueba deben de presentarse en mls/seg. que representa la velocidad de drenado, lo cual se realiza por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad de Drenado} = 1000 \text{ mls.} / \text{segundos medidos}$$

Por ejemplo, si una muestra demoró 32 seg.:

$$\text{Velocidad de Drenado} = (1000/32) = 31.25 \text{ mls/seg.}$$

CAPITULO IV
RETENCION DINAMICA

La Retención Dinámica tiene como finalidad simular una caja de entrada controlando la agitación, simulando así, la turbulencia que existe en la caja de entrada de una máquina de papel.

En esta prueba se pueden obtener valores de retención de primer paso, así como de retención de carga mineral y además se pueden formar hojas con la pasta utilizada para evaluar diferentes características de calidad. Las características que serán evaluadas son las siguientes:

- a) PESO BASE
- b) BLANCURA
- c) OPACIDAD
- d) TENSION
- e) ELONGACION
- f) CENIZAS
- g) RETENCION DE PRIMER PASO
- h) RETENCION DE CARGA MINERAL

-) **Peso base:** Es el peso de un papel en un metro cuadrado de área.

-) **Blancura:** Es la limpieza de un papel medida a través de la diferencia en reflectancia de los papeles con un patrón de alta blancura (bioxido de titanio u óxido de magnesio).

-) Opacidad: Es la oposición del papel al paso de la luz a través de el mismo. Su valor es reportado en porcentaje de luz transmitido contra un cuerpo opaco.
-) Tensión: Es la resistencia de un papel a la ruptura cuando se le ha aplicado una fuerza de tensión axial.
-) Elongación: Es es porcentaje de alargamiento que sufre un papel al ejercerle una fuerza de tensión axial antes de romperse.
-) Cenizas: Es el contenido mineral de un papel, reportada en % de peso.
-) Retención de Primer Paso: Es el porcentaje de pasta que se retiene sobre la tela de formación.
-) Retención de Carga Mineral: Es el porcentaje de carga mineral que se retiene sobre el papel, despues de la etapa de formación.

Para la realización de este estudio también se necesita de un equipo Britt-Jar, y el procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1) Se arma la jarra "Britt-Jar", la cual en esta ocasión debe de tener una jarra de un litro de capacidad con la misma malla que se utilizó en el Drenado Dinámico, el agitador se conecta a una velocidad de 600 rpm. En este estudio se utiliza un tapón con una válvula pequeña.

2) Se obtiene la consistencia de la pasta a utilizar, de preferencia 5 gr/lt. Esto con el objetivo de tener una buena reacción entre el almidón catiónico y la fibra, ya que a esta consistencia la distribución del almidón es más adecuada.

3) Una vez conocida la consistencia da la pasta se determina la cantidad a utilizar, la cual debe de ser mayor de 500 ml., para que se agite adecuadamente.

Si se van a formar hojas de mano con la pasta la cantidad a emplear debe de ser la necesaria para que estas hojas tengan un peso base superior a los 60 gr/m².

4) Se agita la pasta por 20 seg. y se abre la válvula del tapón, dejando drenar 100 mls. de agua, la cual se utilizará para determinar la retención de primer paso.

5) Con la pasta que se queda en la jarra se forma una hoja de mano, por medio del formador de hojas. Esta hoja se deja secar a temperatura ambiente por 24 horas y se le determina las características de calidad antes mencionadas, dicha hoja será el testigo.

Después se procede a realizar las pruebas con las diferentes dosificaciones tanto de almidón como de carga mineral.

Tanto el almidón como la carga mineral se calculan de la misma manera que se explicó en el Drenado Dinámico, para lo cual la carga mineral a utilizar se disuelve a una concentración de 5 gr/lit aproximadamente.

CAPITULO V
RESULTADOS DE QUIMICA IONICA

Este estudio, como se ha mencionado anteriormente, tiene la finalidad de evaluar la ionicidad de la fibra en la fabricación de papel y así poder predecir su reactividad con el almidón catiónico.

La medición de la química iónica se realizó, en este caso, por el método de CTR (Colloidal Titration Ratio) evaluando también la conductividad de la pasta.

Se evaluaron muestras de tres puntos de la máquina de papel que en ese momento estaba utilizando la siguiente mezcla fibrosa:

90% FIBRA DESTINTADA
10% BAGAZO DE CAÑA

Los puntos evaluados fueron los siguientes:

- a) Tanque de Máquina.
- b) Caja de Entrada.
- c) Agua de Charolas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

T A B L A 6

RETENCION DE PRIMER PASO

LUGAR	CONSIST.	R.P.P.	CONDUCT.
T.Q.M.	----		740
C.E.	6.4	60.94	640
CHAR.	2.5		620

Donde:

CONSIST.= Consistencia (gr/lt)

R.P.P. = Retención de Primer Paso (%)

CONDUCT.= Conductividad (mOhms)

T A B L A 7

RESULTADOS DE QUIMICA IONICA (CTR)

LUGAR	<u>DEMANDA CATIONICA</u>			<u>DEMANDA ANIONICA</u>			CTR
	BLANCO	MUESTRA	DEMANDA	BLANCO	MUESTRA	DEMANDA	
T.Q.M.	11.3	0.8	10.5	8.8	7.4	1.4	0.133
C.E.	12.3	5.4	6.9	9.8	9.4	0.4	0.058
CHAR.	11.8	7.2	4.6	10.0	9.7	0.3	0.065

donde:

T.Q.M. = TANQUE MAQUINA

C.E. = CAJA DE ENTRADA

CHAR. = AGUA DE CHAROLAS

Siendo la consistencia la forma de medir la cantidad en gramos de pasta por unidad de volumen en litros, es decir, la, cantidad de sólidos totales (fibra, carga y aditivos) que contiene un determinado volúmen de suspensión.

La consistencia se obtiene de la siguiente manera:

- 1) Se obtiene el peso seco de un filtro (peso 1).
- 2) Se toma una alicuota de pasta de 100 mls.
- 3) Se filtra la alicuota através del filtro previamente pesado.
- 4) Se seca nuevamente el filtro y se pesa (peso 2).
- 5) Se obtiene la consistencia por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{CONSISTENCIA} = (\text{PESO 2} - \text{PESO 1}) * 10$$

$$\text{UNIDADES} = \text{gr/lts.}$$

COMENTARIOS

a) Conductividad

Es una medida de la cantidad de sales disueltas en el medio acuoso y también puede ser una medida relativa de la cantidad de agua fresca que entra en el sistema.

En las muestras evaluadas se observaron valores bajos de conductividad (620 a 740), los valores normales en el tipo de máquina evaluada varían entre 1000 a 2500 mOhms, estos valores bajos son debidos a entradas de agua fresca al sistema.

Es importante evaluar la conductividad, ya que a valores altos de ésta los polímeros se vuelven menos solubles por la gran cantidad de sales disueltas en el medio, y por lo tanto se vuelven menos efectivos; la pasta se satura de iones y los aditivos iónicos no se pueden disociar.

En nuestro caso de estudio se observa que por la baja conductividad en el sistema, este tipo de fenómeno no se debe de presentar, pudiendose dosificar bajas cantidades de almidón catiónico y obteniendo buenos resultados.

b) Retención de Primer Paso

La retención de primer paso, como se había mencionado es el porcentaje de pasta que se retiene sobre la tela de formación y posteriormente pasa a las secciones de prensado y secado de la máquina de papel.

La retención de primer paso se calcula de la siguiente manera:

$$RPP = (CCE - CCHAR) * 100 / CCE$$

Donde:

RPP = Retención de Primer Paso.

CCE = Consistencia en la caja de entrada.

CCHAR = Consistencia en charolas.

Entendiéndose por caja de entrada la consistencia que tiene la pasta antes de entrar a la etapa de formación, y como consistencia de agua de charolas a la que tiene el agua que se filtra através de la tela de formación.

Por lo tanto:

$$RPP = (6.4-2.5)*100/6.4$$

$$RPP = 60.94\%$$

Este valor de retención se considera un valor bajo y puede ser debido a que la fibra reciclada, en este caso destintada, tenga un alto contenido de finos (fibra muy corta), los cuales por su tamaño no se retienen en la tela de formación.

Un almidón catiónico por la afinidad que presenta con la fibras floccularía los finos, y estos ya flocculados deben de retenerse sobre la tela de formación, y de esta manera mejorar la retención de primer paso.

Al presentar una máquina de papel valores bajos de retención se incrementa la pérdida de fibra y se vuelve más costoso el tratamiento de aguas residuales.

c) Titulación Coloidal (CTR)

En todos los puntos evaluados se observó una pasta altamente aniónica, siendo los resultados de CTR los siguientes:

LUGAR EVALUADO	CTR	COMENTARIO
TANQUE DE MAQUINA	0.133	ALTAMENTE ANIONICO
CAJA DE ENTRADA	0.058	ALTAMENTE ANIONICO
AGUA DE CHAROLAS	0.065	ALTAMENTE ANIONICO

Se observa el valor más aniónico en la caja de entrada y en el agua de charolas esto debido a la alta anionicidad de los finos.

Estos valores tan aniónicos en la química iónica nos indican que el almidón interno más adecuado para este caso, es un almidón netamente catiónico y no uno anfotérico, esto debido a su carga netamente catiónica .

CAPITULO VI

RESULTADOS DE LA FASE EXPERIMENTAL DRENADO Y RETENCION DINAMICA

En ambos estudios se utilizó la siguiente mezcla fibrosa:

90% Fibra Destintada

10% Bagazo de Caña

Se realizarón las siguientes evaluaciones en ambas pruebas:

PRUEBA #1 : Sin carga mineral.

PRUEBA #2 : 6 Kg/Ton de bioxido de titanio.

PRUEBA #3 : 4 Kg/Ton de bioxido de titanio.

12 Kg/Ton de caolín.

PRUEBA #4 : 35 Kg/Ton de caolín.

PRUEBA #5 : 50 Kg/Ton de caolín.

PRUEBA #6 : 70 Kg/Ton de caolín.

Cada prueba se evaluó con un testigo sin almidón y dosificando 5 y 7 Kg/Ton de almidón catiónico de "Waxy".

La consistencia de la pasta utilizada, la concentración del almidón, ya preparado, así como las concentraciones de las cargas minerales, son las siguientes:

CONCENTRACION

	gr/lt
Consistencia de la Pasta	6.526
Concentración Almidón Cocido	2.000
Concentración Bioxido Titanio	1.000
Concentración Caolín	1.000

El objetivo de evaluar diferentes tipos y cantidades de carga mineral es el de observar las variaciones que se dan tanto en resistencias como en las características ópticas del papel, ya que al utilizar fibra destintada la características ópticas se ven afectadas, y si se puede retener la carga mineral manteniendo las resistencias se podrá producir papel de mejor calidad y a un menor costo.

El bioxido de titanio incrementa mejor tanto la blancura como la opacidad, pero es una carga mineral bastante más costosa que el caolín.

Los resultados de todas las evaluaciones se observan en las siguientes tablas y gráficas:

TABLAS 8 a la 13

FIGURAS 10 a la 21

(GRAFICAS 1 a la 24)

Los resultados mostrados son el promedio de 3 evaluaciones.

TABLA 8
DRENADO Y RETENCION DINAMICA
PRUEBA # 1

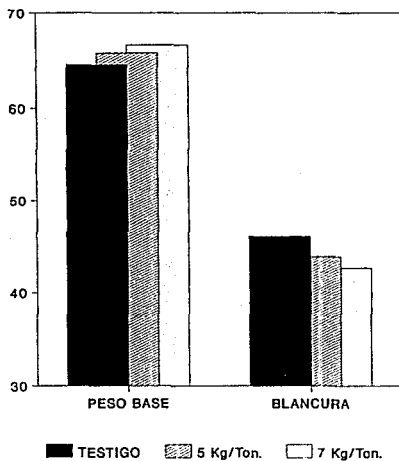
<i>CARACTERISTICA</i>	<i>TEST.</i>	<i>5 Kg.</i>	<i>VAR.</i>	<i>7 Kg.</i>	<i>VAR.</i>
<i>PESO BASE Gr/M2</i>	64.60	65.83	1.90	66.67	3.20
<i>BLANCURA G.E.</i>	46.23	44.02	-4.78	42.77	-7.48
<i>OPACIDAD TAPPI</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>TENSION Kg.</i>	2.300	2.605	13.26	2.415	5.00
<i>ELONG. %</i>	1.55	1.90	22.58	1.60	3.23
<i>RET. 1 er. P %</i>	93.95	97.88	4.18	97.20	3.46
<i>RET. CARGA MIN. %</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>DRENADO ML/SEG</i>	23.81	43.48	82.61	111.11	366.7
<i>CENIZAS %</i>	2.90	3.63	15.86	3.40	17.24

SIN CARGA MINERAL

N.D. NO DETERMINADA

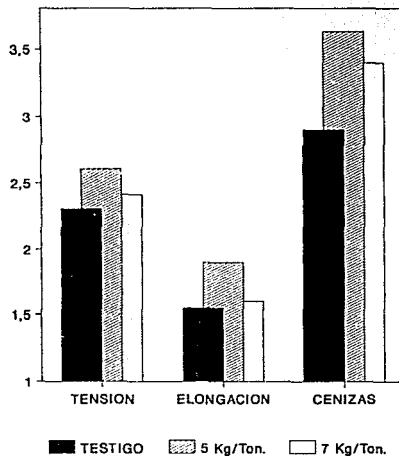
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # 1



SIN CARGA MINERAL

GRAFICA 1



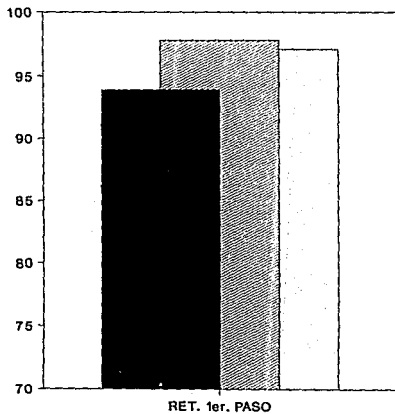
SIN CARGA MINERAL

GRAFICA 2

FIGURA 10

RETENCION Y DRENADO DINAMICO

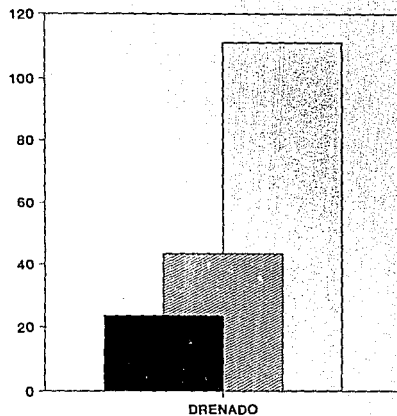
PRUEBA # 1



TESTIGO
 5 Kg/Ton.
 7 Kg/Ton.

SIN CARGA MINERAL

GRAFICA 3



TESTIGO
 5 Kg/Ton.
 7 Kg/Ton.

SIN CARGA MINERAL

GRAFICA 4

FIGURA 11

TABLA 9

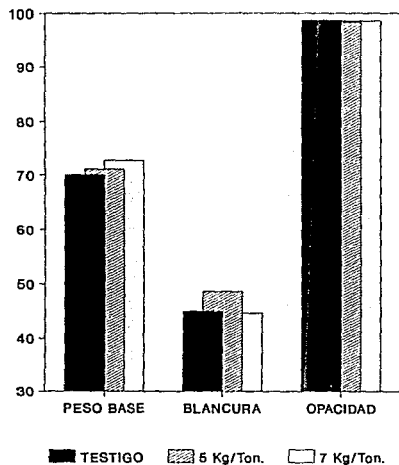
DRENADO Y RETENCION DINAMICA PRUEBA # II

CARACTERISTICA	TEST.	5 Kg.	VAR.	7 Kg.	VAR.
PESO BASE Gr/M2	70.09	71.14	1.50	72.81	3.88
BLANCURA G.E.	45.00	48.70	8.22	44.71	-0.64
OPACIDAD TAPPI	98.81	98.52	-0.29	98.69	-0.12
TENSION Kg.	2.785	2.705	-2.87	2.880	3.41
ELONG. %	1.60	1.75	9.38	2.00	25.00
RET. 1 er. P. %	98.86	98.04	-0.86	98.54	-0.35
RET. CARGA MIN. %	96.52	97.21	0.71	98.04	1.57
DRENADO ML/SEG	32.26	166.67	416.6	200.0	520.0
CENIZAS %	1.99	2.15	8.04	2.43	22.11

6 Kg/Ton BIOXIDO DE TITANIO

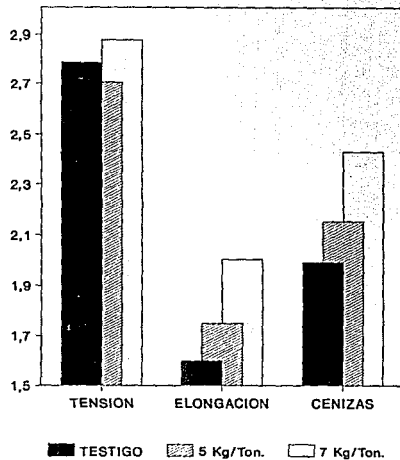
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # II



8 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.

GRAFICA 5



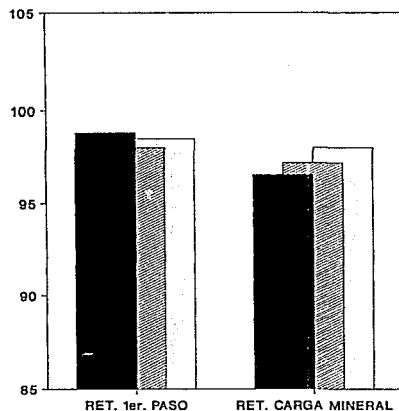
6 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.

GRAFICA 6

FIGURA 12

RETENCION Y DRENADO DINAMICO

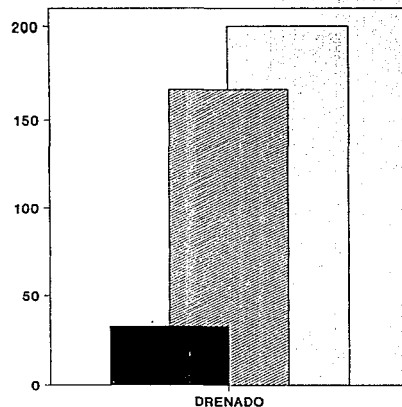
PRUEBA # II



TESTIGO
 5 Kg/Ton.
 7 Kg/Ton.

6 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.

GRAFICA 7



TESTIGO
 5 Kg/Ton.
 7 Kg/Ton.

6 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.

GRAFICA 8

FIGURA 13

TABLA 10

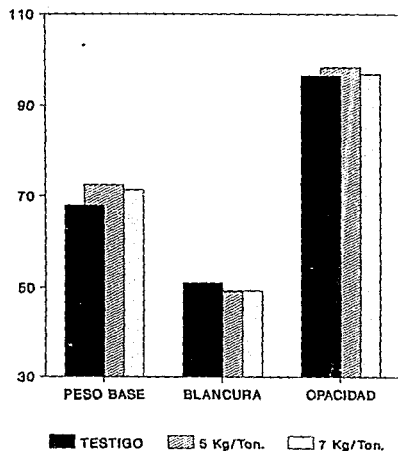
DRENADO Y RETENCION DINAMICA

PRUEBA # III

CARACTERISTICA	TEST.	5 Kg.	VAR.	7 Kg.	VAR.
PESO BASE Gr/M2	67.97	72.64	6.87	71.55	5.27
BLANCURA G.E.	51.00	49.03	-3.86	49.30	-3.33
OPACIDAD TAPPI	97.00	98.77	1.82	97.33	0.34
TENSION Kg.	2.665	2.440	-8.44	2.110	-20.83
ELONG. %	2.10	1.80	-14.29	1.20	-42.86
RET. 1 er. P. %	96.51	97.84	1.38	97.98	1.52
RET. CARGA MIN. %	94.46	97.79	3.53	96.94	2.63
DRENADO ML/SEG	41.67	200.0	380.0	166.67	300.0
CENIZAS %	1.90	2.15	13.16	2.23	17.37

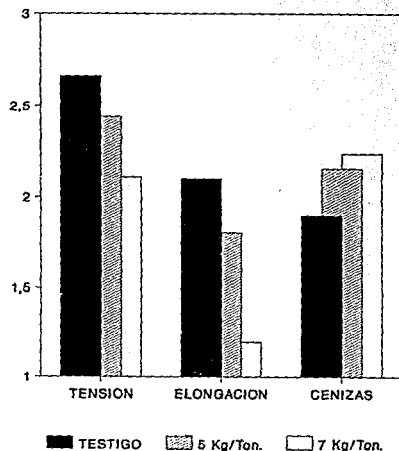
4 Kg/Ton BIOXIDO DE TITANIO
12 Kg/Ton CAOLIN

RETENCION Y DRENADO DINAMICO PRUEBA # III



8 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.
12 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 9



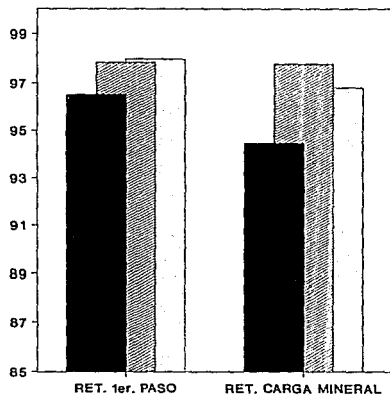
8 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.
12 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 10

FIGURA 14

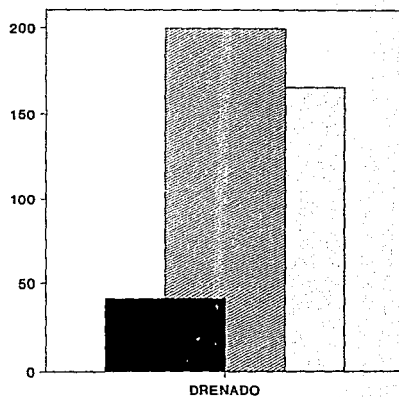
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # III



8 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.
12 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 11



8 Kg/Ton. DE BIOX. TIT.
12 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 12

FIGURA 15

TABLA 11

DRENADO Y RETENCION DINAMICA

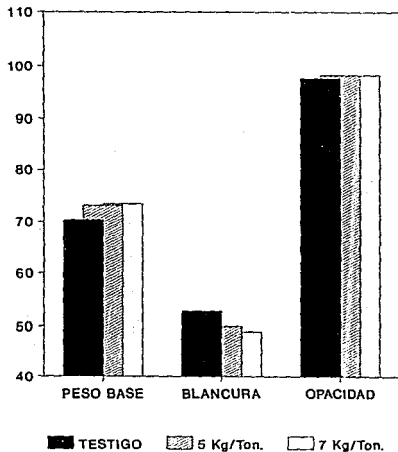
PRUEBA # IV

CARACTERISTICA	TEST.	5 Kg.	VAR.	7 Kg.	VAR.
PESO BASE Gr/M2	70.35	73.13	3.95	73.46	4.42
BLANCURA G.E.	52.75	49.92	-5.36	48.87	-7.36
OPACIDAD TAPPI	97.65	98.29	0.66	98.29	0.66
TENSION Kg.	2.280	2.710	18.86	2.880	26.32
ELONG. %	1.40	1.80	28.57	1.80	28.57
RET. 1 er. P. %	96.94	98.73	1.85	98.93	2.05
RET. CARGA MIN. %	84.29	94.37	11.96	93.95	11.46
DRENADO ML/SEG	34.48	200.0	480.0	200.0	480.0
CENIZAS %	2.00	2.54	27.00	2.66	33.00

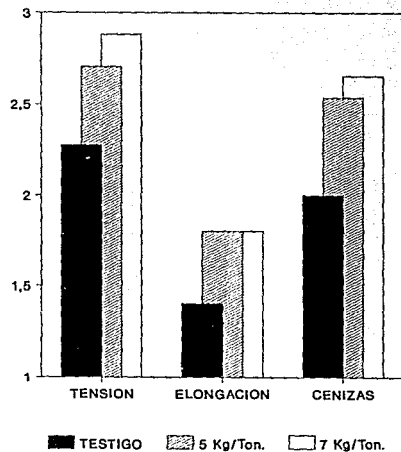
35 Kg/Ton CAOLIN

RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # IV



GRAFICA 13

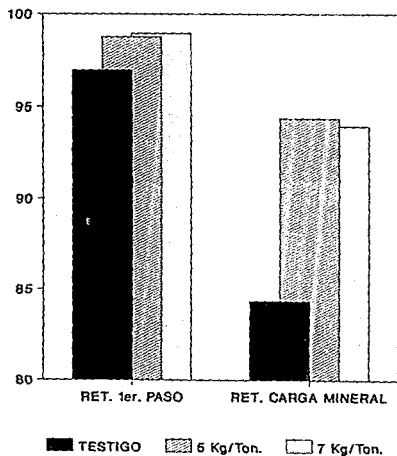


GRAFICA 14

FIGURA 16

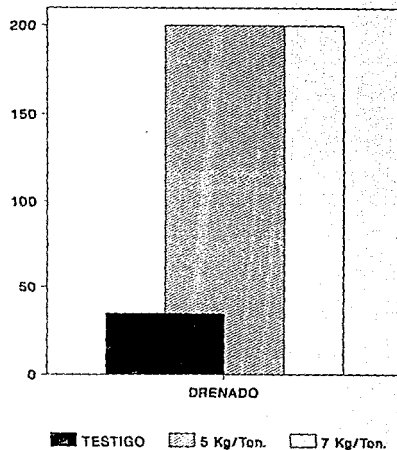
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # IV



35 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 15



35 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 16

FIGURA 17

TABLA 12

DRENADO Y RETENCION DINAMICA

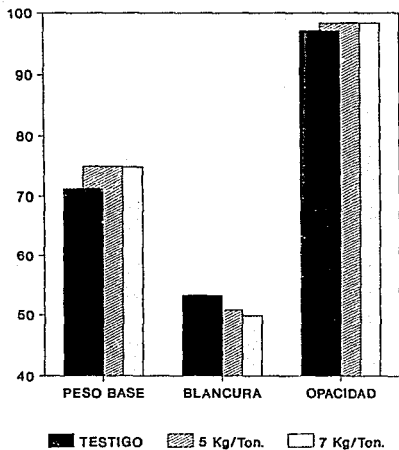
PRUEBA # V

CARACTERISTICA	TEST.	5 Kg.	VAR.	7 Kg.	VAR.
PESO BASE Gr/M2	71.05	74.77	5.24	74.63	5.04
BLANCURA G.E.	53.24	50.77	-4.64	49.87	-6.33
OPACIDAD TAPPI	97.08	98.33	1.29	98.35	1.31
TENSION Kg.	2.955	2.700	-5.92	3.120	5.58
ELONG. %	1.85	2.25	21.62	2.00	8.11
RET. 1 er. P. %	96.12	98.12	2.08	98.54	2.52
RET. CARGA MIN. %	86.08	94.67	9.98	95.48	10.92
DRENADO ML/SEG	28.57	166.67	483.4	200.0	600.0
CENIZAS %	2.15	3.95	83.72	3.99	85.58

50 Kg/Ton CAOLIN

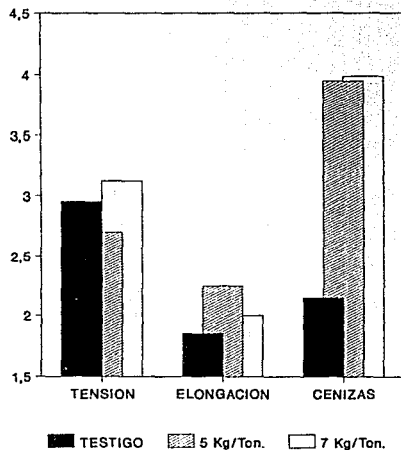
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # V



50 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 17



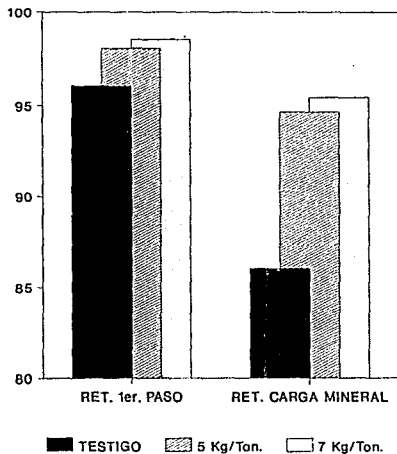
50 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 18

FIGURA 18

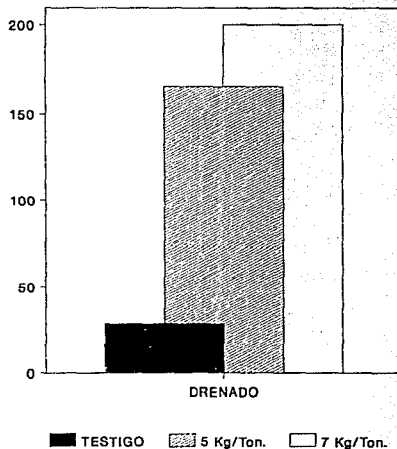
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # V



50 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 19



50 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 20

FIGURA 19

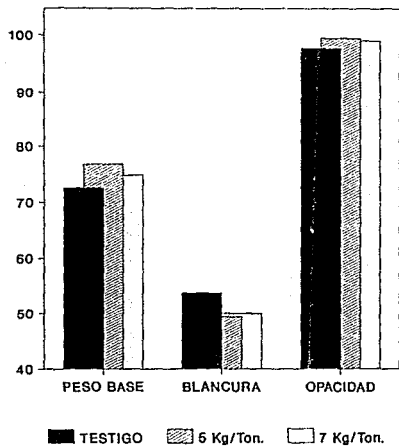
TABLA 13
DRENADO Y RETENCION DINAMICA
PRUEBA # VI

CARACTERISTICA	TEST.	5 Kg.	VAR.	7 Kg.	VAR.
PESO BASE Gr/M2	72.70	76.86	5.72	74.97	3.12
BLANCURA G.E.	53.63	49.47	-7.76	50.06	-6.66
OPACIDAD TAPPI	97.61	99.54	1.98	99.10	1.53
TENSION Kg.	2.525	3.675	45.54	2.365	-6.34
ELONG. %	1.55	1.75	12.90	2.05	32.26
RET. 1 er. P. %	95.11	97.36	2.36	98.39	3.45
RET. CARGA MIN. %	85.68	94.09	9.82	93.50	9.13
DRENADO ML/SEG	29.41	166.67	466.7	200.0	580.0
CENIZAS %	2.82	5.84	107.1	3.86	36.88

70 Kg/Ton CAOLIN

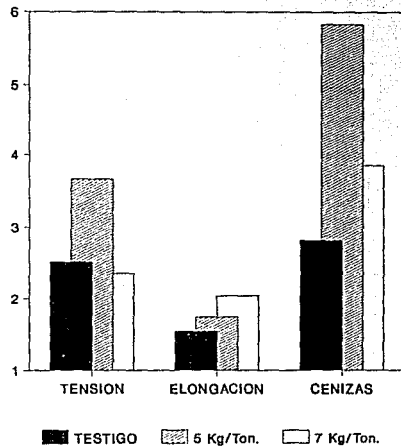
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # VI



70 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 21



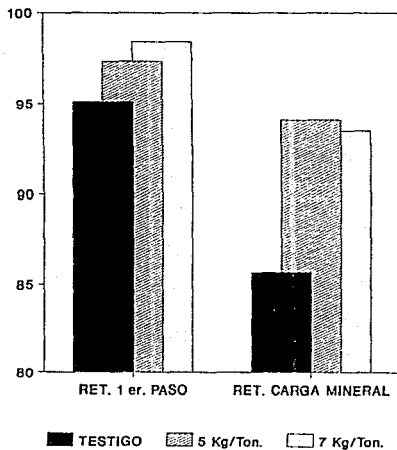
70 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 22

FIGURA 20

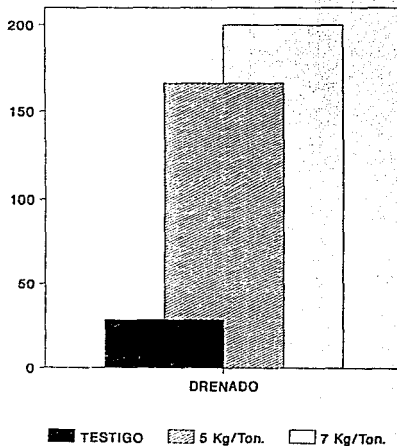
RETENCION Y DRENADO DINAMICO

PRUEBA # VI



70 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 23



70 Kg/Ton. DE CAOLIN

GRAFICA 24

FIGURA 21

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

En las pruebas de Drenado se observó una gran afinidad del almidón catiónico con la fibra utilizada, obteniéndose mejoras en los valores que variaron de un 82.6% a un 600% en la velocidad de Drenado, esto fue debido a la floculación que produjo el almidón catiónico, esta misma floculación ayudo a mejorar las retenciones, tanto la de primer paso como la de carga mineral, y a fortalecer las uniones entre las fibras y cargas, por lo que las resistencias se vieron también favorecidas.

De las evaluaciones realizadas el almidón catiónico presentó incrementos con respecto a los testigos empleados en prácticamente todos los casos en ambas dosificaciones empleadas.

La siguiente tabla indica el porcentaje de las pruebas en que se obtuvieron incrementos con el almidón catiónico:

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>5 Kg/Ton</u>	<u>7 Kg/Ton</u>	<u>TOTAL</u>
PESO BASE	100.00	100.00	100.00
BLANCURA	16.67	0.00	8.33
OPACIDAD	80.00	80.00	80.00
TENSION	50.00	66.67	58.34
ELONGACION	83.33	83.33	83.33
CENIZAS	100.00	100.00	100.00
RET. 1 er. P.	83.33	83.33	83.33
RET. CARGA MIN.	100.00	100.00	100.00
DRENADO	100.00	100.00	100.00

Como se puede observar el almidón catiónico presentó mejoras en todas las características evaluadas, salvo en la blancura, esto debido al incremento de la retención, ya que los finos de una fibra destintada son muy sucios, y al retenerlos sobre la hoja de papel disminuyeron la blancura. Se creía que al retener mayor contenido de cenizas en la hoja, la blancura no se afectaría por la retención de finos.

Otro de los efectos que se observan, debido a la mayor retención, es el del peso base, ya que se utilizó la misma cantidad de fibra y el peso se incrementó en todos los casos.

La opacidad, tal y como se esperaba se incrementó en casi todos los casos, dichos incrementos en porcentajes son muy pequeños, más sin embargo, el incrementar la opacidad una unidad, teniendo valores en los testigos mayores a 90 es extremadamente difícil, posiblemente si se tuvieran menores valores en los testigos, los incrementos hubieran sido mayores. La opacidad debe de haberse incrementado debido a la mejor retención de carga mineral.

Las tensiones (resistencias internas) unicamente se incrementaron en el 58.3% de las evaluaciones, más sin embargo, considerando el contenido de cenizas en el papel, y que la tensión, por ser una resistencia, se ve afectada por el contenido de carga mineral, se podría concluir que el almidón catiónico ayuda a incrementar las resistencias internas. Esto se comprueba al observar los valores de elongación, ya que estos se incrementaron en un 83.3% de los casos,

esto debido a los enlaces iónicos que debe de haber generado el almidón catiónico, los cuales son más fuertes que los enlaces fibra-fibra.

El contenido de cenizas en el papel se incrementó en el 100% de las hojas formadas, por lo tanto también se incrementó la retención de carga mineral en todos los casos, por lo que se deduce que el almidón catiónico tiene efecto sobre la retención de cargas minerales.

La retención de primer paso, se vio favorecida prácticamente en todas las evaluaciones (83.33%), aunque de igual manera que con la opacidad, es muy difícil teniendo valores de retención superiores del 90%, superar dichos valores, por lo que las mejoras son pequeñas en porcentajes, aunque si significativas.

En resumen se observó una buena reactividad del almidón catiónico empleado, que como se había mencionado anteriormente se utilizó un almidón catiónico de "Waxy".

Con los valores obtenidos en este estudio se puede esperar que con la utilización de un almidón catiónico se obtengan buenos resultados, ya a un nivel industrial, teniendose como principal problema la disminución que se obtendría en la blancura del papel, por lo que antes de utilizar este tipo de producto se debe de solucionar dicho problema. Siendo una posible solución el dosificar el almidón lo más lejos posible de la caja de entrada, sin pasar por refinación (debido a que se rompe la molécula del almidón), esto con la finalidad de

disminuir el efecto del almidón en la retención de primer paso y buscar mejoras unicamente en las resistencias internas, lo que podría llevar a utilizar mayor contenido de carga mineral en el papel.

Otra de las posibles ventajas al utilizar un almidón catiónico sería la disminución del problema de polveo, este tipo de problema es muy común cuando se utiliza un alto porcentaje de fibra reciclada, y con el almidón se debe de disminuir, ya que al mejorar las resistencias internas por los enlaces iónicos, también se mejoran los enlaces de las fibras superficiales, lo que produciría una reducción del polveo en las impresoras y por lo tanto se reducirían las reclamaciones de los impresores.

BIBLIOGRAFIA

- 1) AALST, W.N.
THE BENEFITS OF CATIONIC STARCHES FOR THE PAPER INDUSTRY
NATIONAL STARCH and CHEMICAL Co., 1984

- 2) DAMIEN Mc. DERMOTT
WET END STARCH, ALUM, ANIONIC RETENTION AIDS USED IN ALKALINE
MAIKING.
NATIONAL STARCH and CHEMICAL Co., 1991

- 3) EARL LIBBY
CIENCIA Y TECNOLOGIA SOBRE PULPA Y PAPEL.
CIA. EDITORIAL CONTINENTAL,, S.A. de C.V.
DECIMAPRIMERA EDICION, 1984.

- 4) GREIF, D.S. and GASPAR, L.A.
CATIONIC STARCH AS A WET END ADDITIVE, IN PAPER DRY STRENGTH
ADDITIVES.
TAPPI PRESS, 1987

- 5) HALABISKY, D.D.
WET END CONTROL FOR THE EFFECTIVE USE OF CATIONIC STARCH.
TAPPI PRESS, 1977

- 6) HERNANDEZ, H.R.
CATIONIC STARCH IN HIGH GROUNDWOOD-CONTENT PAPERS
TAPPI PRESS, 1970
- 7) HOFREITER, B.T.
NATURAL PRODUCTS FOR WET-END ADDITION, IN PULP AND PAPER
CHEMISTRY AND THECNOLOGY.
2nd. EDITION
Ed. JOHN WILEY and SONS, 1981
- 8) IVAN, J.E.
STARCH IN THE PAPER INDUSTRY
NATIONAL STARCH and CHEMICAL, Co., 1984
- 9) KNIGHT, J.W.
THE STARCH INDUSTRY
PERGAMON PRESS.
LONDON, 1978
- 10) MANOJ, K.D., JACKOWSKI, W.C.
RETENTION STRATEGIES FOR ALKALINE FINE PAPERMAKING WITH
SECONDARY FIBER.
TAPPI JOURNAL, 1991

- 11) MARTON, J.
THE ROLE OF SURFACE CHEMISTRY IN FINES-CATIONIC STARCH
INTERACTIONS.
TAPPI PRESS, 1980

- 12) MENTZER, M.J.
STARCH IN THE PAPER INDUSTRY
2nd EDITION
ACADEMIC PRESS, ORLANDO 1984

- 13) MORRISON Y BOYD
QUIMICA ORGANICA
FONDO INTERACTIVO INTERAMERICANO
MEXICO, 1985

- 14) PAKINKIS, F.G.
RETENTION DRAINAGE AND STRENGTH BY THE USE OF WET END
STARCH.
NATIONAL STARCH and CHEMICAL Co., 1990

- 15) PASCHAL, E.F.
PRODUCTION AND USES OF CATIONIC STARCHES
ACADEMIC PRESS, NEW YORK, 1967.

16) REYNOLDS, W.F.

CATIONIC STARCH AS A WET END ADDITIVE

TAPPI PRESS, 1980.

17) ROLAND F. SIROIS

AMPHOTERIC WAXY MAIZE STARCH A NEW DIMENSION IN WET END

STARCH PERFORMANCE.

NATIONAL STARCH and CHEMICAL Co., 1989.

18) SOLAREK, D.B.

MODIFIED STARCHES: PROPERTIES AND USES

TAPPI PRESS, 1991

19) STOUTJESDIJK, P.G.

USE OF CATIONIC STARCH IN PAPER MANUFACTURING.

TAPPI PRESS, 1978.