

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS



Blanqueo de Telas y sus Operaciones Preliminares

T E S I S

que presenta

LUIS ENRIQUE WILLIAMS

para obtener el Título de

Ingeniero Químico

NOVIEMBRE DE 1944

GUADALAJARA, JAL



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

*“Dedico el presente estudio, especialmente a mis queridos
padres, con sumo agradecimiento y cariño.”*

Sumamente agradecido, a los Sres. Mauricio y Agustín Bruin, Gerentes de la Nacional Textil Manufacturera, por haberme permitido, practicar y hacer el presente estudio, en la mencionada fábrica.

Al Sr. Ing. Carlos Langjahr, quien me aconsejó, guió y revisó el presente estudio.

Al Sr. Ingeniero Alberto Lancaster Jones, con sumo agradecimiento, por toda su ayuda, en el transcurso de mi carrera.

A mis hermanos

A mi tía María de la Virgen del Auxilio

A mis tíos, profesores, primos, compañeros y amigos.

Con gran cariño a la señorita Ana María Pérez.

ALGODON

El algodón es el vello que envuelve las semillas negras del algodnero y está contenido en las cápsulas conocidas como fruto. Cuando los frutos están maduros las cápsulas se abren y dan paso a un copo de algodón blanco que se encuentra unido a las semillas y entonces se procede a la recolección; se separan las semillas mediante máquinas desgranadoras y se comprime el algodón en barras mediante prensas hidráulicas.

Las mejores clases tienen filamentos que miden más de 30 milímetros de longitud y de espesor de 0.015 a 0.020 milímetros que al microscopio se presentan en forma de cintas aplastadas que de vez en cuando se retuercen. Los caracteres químicos del algodón con los de la celulosa, porque el algodón purificado es celulosa pura. En la bibliografía de la celulosa por diversos autores encontré gran cantidad de contradicciones, muchas de las cuales se deben quizá a que se han investigado diversas clases de celulosa, razón por la cual todavía no se han considerado armónicamente las propiedades de la celulosa pura. Hasta ahora se ha considerado el algodón blanqueado, el algodón en rama y el papel filtro seco como celulosa pura, lo que no siempre es cierto.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA CELULOSA.—

El aire y la luz con la cooperación de la humedad actúan sobre la celulosa formando oxixelulosa; la presencia de metales pesados favorece ésta reacción. En estado seco la celulosa es un buen aislante de la electricidad, pero húmeda posee una conductibilidad eléctrica triple que la del agua. Es higroscópica y

encierra un promedio de 6.66% de agua; en atmósfera saturada de vapor acuoso, puede llegar a retener hasta 21% de agua. La celulosa de cada, experimenta, según parece, una disminución de la higroscopicidad, mientras que a un aumento natural de la humedad acompaña siempre mayor poder absorbente de los colores. En contacto con agua pura es estable, la congelación la esponja y el agua caliente no la altera mucho, a lo sumo, forma un poco de oxixelulosa. El vapor de agua a 100 °C. la altera transformando sus fibras en una especie de gelatina; además el vapor debilita las fibras y disminuye el poder absorbente para los colorantes.

Por la presión se produce un disgregamiento o desdoblamiento de la celulosa con una presión de 20 atmósferas se obtiene una masa completamente mucilaginoso, que después de desecada puede pulverizarse. La celulosa pura es relativamente insensible al calor intenso pero breve. Sumergiendo la celulosa por poco tiempo en estaño fundido (228 °) y aún en plomo (325 °) no se han observado alteraciones dignas de mencionarse, pero por el contrario se ha observado una carbonización perceptible al calentarla a solo 120 ° pero durante varios meses consecutivos. Los álcalis diluidos, aunque no alteran el aspecto de la celulosa, disuelven pequeñas cantidades de la misma. Por los álcalis concentrados y fríos la celulosa se contrae alterándose de un modo característico. La acción de los ácidos sobre la celulosa es el extremo complejo: según la clase de ácido, su concentración y tiempo de acción, pueden originarse muy diversos productos de hidratación, reducción, oxidación y descomposición, etc. etc (parte disueltos y parte en estado sólido). Estos fenómenos van acompañados generalmente de un debilitamiento de las fibras, especialmente cuando estas últimas se desecan impregnadas con los ácidos (ácidos minerales) y también, aunque solo encierren indicios de los ácidos, cuando se conservan almacenadas por bastante tiempo. Hay compuestos con el nitrógeno de gran importancia industrial: las distintas clases de nitrocelulosas. Entre los compuestos acéticos existe la triacetilcelulosa (o celita) y con el sulfúrico el papel pergamino artificial, etc. etc.

Las sales neutras son absorbidas en parte por la celulosa y en parte son descompuestas y fijadas. Las soluciones salinas concentradas producen desde su hinchazón hasta su disolución (Ej. el Cloruro de Zn.). Las sales ácidas y las sales que por el calor desprenden ácidos pueden perjudicar en ciertas condiciones a las fibras (Ej. Cloruro de Magnesio).

El licor de Fehling no tiene acción sobre la celulosa pura ni sobre el algodón normal, mientras no se haya empleado para el blanqueo solución de cloruro cálcico de una concentración superior a 0.5° Bé, pues entonces se engendra oxi-celulosa. El óxido de cobre amoniacal actúa hinchando y disolviendo la celulosa. La disolución actúa sobre la luz polarizada. Los oxidantes (cloro húmedo, ac. hipocloroso, ozono, agua oxigenada) con la cooperación de la luz dan oxixelulosa.

Las celulosas pueden ser descompuestas por dos clases de fermentaciones: la fermentación hidrogénica bacteriana y la fermentación metánica bacteriana. En el primer caso se forma hidrógeno y anhídrido carbónico y en el segundo hidrógeno y metano; además se producen asimismo en ambas fermentaciones pequeñas cantidades de acs. acético butírico, etc. ambas bacterias son anaerobias y muy parecidas entre sí.

Sería largo enumerar las varias fórmulas que se han propuesto para la celulosa, y en el presente estudio que presento carecen de importancia.

OTROS COMPONENTES DEL ALGODÓN.— El algodón contiene aparte de celulosa sustancia cuticular, goma, materias cereas, colorantes resinosos pardos, grasas y ác. péptico. Si se deja el algodón en reposo un día con lejía de sosa al 5%, se filtra entonces y se adiciona doble volumen de alcohol y ac. clorhídrico en exceso, se precipita la goma. Esta es probablemente una pentosana, la xilana (C·H·O.) que se transforma en pentosa por la acción del agua. Con un ácido (sulfúrico) diluido y caliente da la xilosa (C·H·O.) o azúcar de madera no fermentescible. Junto con la goma también se precipita de la lejía alcalina: cera de algodón, grasa y oxixelulosa.

CLASIFICACION DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y FINALIDAD

DE SUS DIFERENTES RAMAS.—La industria completa de la obtención y elaboración de las fibras puede dividirse en tres grandes grupos: 1o. obtención y preparación de las fibras, 2o. elaboración mecánica de las mismas para convertirlas en hilados y tejidos, 3o. transformación (principalmente por vía química) de los productos en otros de color (tintorería), brillo (mercerización), aspecto y tacto (aprestado) distintos.

La elaboración mecánica de las fibras constituye el fundamento de la industria textil propiamente dicha, cuyas dos ramas principales son la filatura y la tejeduría. La industria de confección sólo debe incluirse en la industria textil propiamente dicha, aunque produzca los mismos artículos que la sastrería los obtiene siempre en la forma fabril.

La transformación de las fibras y de los productos de los derivados constituye el asunto de la tecnología textil; los procesos que intervienen en ésta industria son en parte mecánicos y en parte físico-químicos.

Grupos especiales de ésta industria son: la mercerización, el blanqueo, el teñido, el aprestado y el estampado. El lavado, hervido o decocción, el batanado, la carga, la carbonización etc. abarcan por regla general operaciones secundarias pero de gran importancia para llevar a cabo las operaciones principales.

Puesto que el presente estudio, sobrellevará la mayor parte de las operaciones que pudieran decirse secundarias para el blanqueo, es necesario hacer una descripción de las operaciones antes de entrar en materia.

A una fábrica de acabado, llegan las telas en forma de piezas tejidas de 30 a 100 mts, de largo y de 60 a 120 cms. de ancho. El algodón es todavía bruto y para que fije bien las materias colorantes debe someterse a varias operaciones. Llamé al algodón bruto pues las fibras crudas no son nunca completamente blancas ni puras, pues continen junto con la materia fibrosa cantidades variables de productos secundarios consistentes en materias colorantes, ceras, materias pépticas, goma, resinas, grasas, como ya había hablado al tratar del algodón.

Además de éstas impurezas, que llamaré impurezas naturales de la fibra, los tejidos contienen frecuentemente notables cantidades de cuerpos extraños que han entrado en la hilanduría y la tejeduría casual o intencionalmente, tales como nudos negros procedentes de las semillas del algodón (piojo) aceites de engrase, suciedades, grasa, cola. etc.

Todas éstas sustancias naturales, o que han encontrado más tarde acceso en la obtención de las fibras, deben tenerse en cuenta en el blanqueo para eliminarlas más o menos completamente.

Esto se consigue en parte mediante determinadas operaciones preliminares (cocción, lejiado, lavado, etc) y en parte por el blanqueo propiamente dicho. Este último persigue entre otras cosas la destrucción de las materias colorantes naturales de las fibras, obteniendo un género blanco. Si no se exige una blancura perfecta se limita la operación a un blanqueo parcial (medio blanqueo, cuarto blanqueo, etc.).

Antes de someter los hilados y tejidos de algodón al blanqueo propiamente dicho deben ser propiamente cocidos o lejiados. Estas operaciones preliminares persiguen la eliminación de ciertas sustancias extrañas, especialmente las sustancias no fibrosas, además de los colorantes naturales de las fibras. Por otra parte, el algodón puro se vuelve apto para la imbibición por estas operaciones previas y queda apto para el ataque uniforme por las lejías de blanqueo.

Para el algodón en madeja o en rama, las operaciones previas consistirían en quitar las sustancias propias del algodón en el segundo caso y en el primero algunas sustancias casuales. Pero en el caso de los tejidos, se presenta un nuevo factor que será al que dedicaré la primera parte de mi estudio.

Las telas contienen, aparte de las materias naturales, aceites de máquinas y aprestos. Los aprestos o engomados son sustancias que se ponen al hilo para poder ser tejidos con mayor facilidad, pero que deben ser quitados antes de blanquear. Los aprestos pueden contener las más diversas sustancias: preparado de almidón de todas clases (la gran mayoría), caolín, sal

de Glauber, sal amrga, yeso, baritina, sebo, aceites, glucosa, parafina, cloruro de calcio, magnesio, zing, etc. Los aprestos que contienen almidón, y que son los usados en mis ensayos, no pueden eliminarse completamente mediante una cocción ordinaria. Por el contrario, el almidón debe sacrificarse por algún método y transformarse o bien en almidón soluble o mejor todavía en un compuesto de fermentación (azúcares).

La sacrificación del almidón puede ser hecha por distintos medios, y en la primera parte del presente estudio, veré los efectos causados y las ventajas que puede haber de uno a otro. Puede ser hecho por baños ácidos (Ac. sulfúrico de 1 o 2^o Bé que tienen la ventaja de que disuelven los óxidos metálicos y efectúa un desengrasado parcial), puede ser hecha por baños alcalinos, (sosa caustica de 1 o 2^o Bé), y puede ser hecha por fermentos, siendo el tipo de éstos el diastafor que es un sustitutivo de la diastasa y extractos de malta, (en este estudio usaré un fermento americano hecho en sustitución al diastafor). El uso de éstos fermentos aumenta la buena sacarificación pero al mismo tiempo aumenta el costo de la operación.

Cuanto más a fondo se efectue el desengomado tanto más perfecto son en general los procesos de hervido y blanqueo. Por otra parte la forma del desengomado depende en general del mismo artículo; por ejemplo: en colorantes directos se prefiere desengomar con diastafor, y para el estampado en azul se opera con baños alcalinos.

Las manchas de parafina y en menor grado las de aceites minerales son difíciles de eliminar con un trabajo normal, aún empleando simultaneamente el jabón, bencina, petroleo, trementina, etc, etc. Por éste motivo algunas casas blanqueadoras han protestado por el uso de aceites minerales puros como aceites de engrase, combatiendo principalmente el uso de aceites que contienen parafina y exigiendo a los hilanderos y tejedores el empleo de aceites mezclados, por ej. aceite mineral y aceite de colza.

A continuación doy los tipos de operación que efectuaré

y una breve explicación de los métodos usados en laboratorio para el mejor entendimiento de la operación, serán los siguientes:

- a) —Desengomado tratando la muestra con agua caliente y dejando reposar por 48 horas, pero sumergida la muestra en el agua, de modo que se evitará la fermentación por el aire.
- b) —Desengomado igual que el anterior, pero dejando la muestra en contacto con el aire por 48 hs.
- c) —Desengomado con agua caliente con un humectante que aumentará la penetración sobre la tela. Dejando al contacto con el aire.
- d) —Desengomado con una solución de un grado Bé. de Ac. sulfúrico y dejando fermentar 48 hs.
- e) —Desengomado con sol. sosa cáustica de 1 grado Bé. y dejando fermentar.
- f) —Desengomado con sol. 1 grado Bé. de sulfúrico con un humectante.
- g) —Desengomado con sol 1 grado Bé. de sosa cáustica con humectante.
- h) —Desengomado por medio de un fermento comercial.

CONSIDERACIONES GENERALES

Puesto que para el estudio que haré en las distintas muestras para el desengomado hay varias operaciones que son repetidas por igual en las distintas muestras y para evitar las repeticiones sucesivas expondré brevemente las operaciones fundamentales y en caso de que haya alguna variación en algún ensayo particular, será expuesta.

En primer lugar, puesto que lo que trato de establecer es una relación entre los distintos métodos de desengomado a ser empleados, no será necesario que las muestras se encuentren en igualdad de humedad antes y después de la operación, para establecer la pérdida de peso, que será como adelante indicaré

el principal control que haya para el desengomado, sino que teniendo todas las muestras antes de la operación en igualdad de humedad, cosa que se logró tomando todas las muestras de la misma pieza y pesandolas inmediatamente y al fin de la operación juntando todas las piezas y poniendolas en contacto mutuo durante varios días y luego pesando se logrará una igualdad de humedad que solo permita un muy ligero margen de error. La manera más exacta para proceder, en caso que para un ensayo se quisiera determinar la pérdida total de peso durante la operación sería tener al principio y al fin de la operación una igual humedad, algunos autores recomiendan 65% (Griffin), pero que para el presente estudio no es necesario.

Con la anterior explicación desarrollaré ahora las operaciones fundamentales:

- a)—Peso de la muestra antes de la operación.
- b)—Tratamiento de la muestra por el desengomador empleado.
- c)—Análisis del líquido obtenido.
- d)—Reposo por 24 o 48 hs. (Conviniendo siempre el de 48 hs. mejor, pues se logra mejor fermentación, y como el equipo de una fábrica de acabado es siempre suficientemente grande no importa el tiempo sino más bien lo bien hecho de la operación, usaré por lo tanto un tiempo de 48 hs. de fermentación para el estudio.
- e)—Lavado de la muestra.
- f)—Análisis del líquido de lavado.
- g)—Secado de la muestra y peso de ella.

Indiqué que la manera de controlar la operación de desengomado era por solo el peso, aunque me podrán preguntar por que no se controla de una manera cuantitativa en el líquido de la operación (b) y del líquido de la operación (c). Expondré una breve reflexión acerca de esto:

"Los acidos diluidos, y las sales acidas hirvientes sacrifican el almidón a la presión ordinaria y más rapidamente si se aumenta la presión.

El progreso de la hidrólisis que se verifica "per se" puede observarse por la solución de yodo. Primero se forma almidón soluble, el cual dá también con el yodo la coloración propia del almidón crudo primitivo; después se originan varias dextrinas de las cuales, la eritrodextrina dá con el yodo una coloración violeta o roja, y las acro y malto dextrinas ya no colorean con el yodo. Como producto final de la descomposición electrolítica se forma una dextrosa (azúcar de uva) que no reacciona con el yodo."

Con lo cual se creará que haciendo observaciones cuantitativas a distintos pasos de la operación, y no exenta de pérdidas o errores, se lograría una determinación exacta de los productos de descomposición del almidón, pero en fecha más reciente que el párrafo anterior se dice:

"No se conocen suficientemente bien los productos de descomposición del almidón aún, con todas las pruebas que se han hecho y lo que han escrito varios investigadores antiguos, por lo cual se comprenderá que no puede haber un método para determinarlos cuantitativamente".

Se podrá determinar la cantidad de almidón poniendo la tela en contacto con fermentos (como el diastáfor), y ver que cantidad de almidón es descompuesta por un grm. de fermento en cierto tiempo, en productos que no colorean al yodo. Cosa que nos sirve para poder indicar un método que sería posible usarse, o sea, trabajando así:

Tomaría una muestra pesada de tela, antes de tratarse por cualquiera de los métodos que voy a usar de desengomado, se trataría con un fermento en exceso y por bastante tiempo, se lavaría, desecaría y pesaría. Operaciones todas, las cuales me darían las cantidades de almidón contenidas en la tela antes de la operación (diferencia de ambas pesadas).

Tomaría después una tela de las ya tratadas por un método (cosa que debería hacerse con todos y cada uno de los métodos) y de igual manera se determinaría la cantidad de almidón contenido, con lo cual se podría determinar la cantidad por ciento de almidón quitado a la tela. Haciendo comparaciones entre éste

método que yo indiqué seguiría en mis determinaciones se verá que si bien éste último pudiera tener por una parte menos errores, por otra parte se expone una a aumentar los ligeros errores y al mismo tiempo sería un trabajo más largo y como ambos están basados en pérdida de peso, ambos se pueden tomar por exactos, y también éste último método solo indicaría rebaja de peso de almidón mientras que el que yo seguiría me dará el por ciento de todas las otras impurezas que quitaría, tales impurezas como las que indiqué al tratar de la definición de Aprestos. Luego se comprenderá por que escogí mi método.

Sin embargo, para llevar un control aún más preciso del almidón quitado, pero al mismo tiempo evitando toda complicación llevaré un control colorimétrico del almidón en distintos pasos de la operación.

Como he explicado que es completamente erroneo los resultados obtenidos por el método del yodo, no me dará la cantidad de almidón quitado, sino un número mucho menor (por las fermentaciones), pero al hacer las pruebas encontré que la solución de yodo variaba en sus indicaciones variando los distintos métodos empleados, lo que dá un capítulo sumamente interesante y que indicaré las operaciones hechas en cada caso.

METODO COLORIMETRICO PARA LA SOLUCION DE ALMIDON.—Manera que preparé la solución de almidón de concentración conocida:

Tomé un gramo de almidón en grano seco y lo molí con agua en un pequeño mortero, lo lavé con 300 cc. de agua hirviendo, herví por 15 minutos y dejé enfriar. Aforé a 500 cc. Tengo concentración de 0.02% o sea, 0.0002 grms. de almidón por centímetro cubico de solución.

De aquí se toman proporciones que se diluyen convenientemente para tener distintos porcentajes conocidos y se colorean con solución de yodo 0.001 normal, que se prepara así: Tomé 0.127 grms. de Yodo bisublimado y 0.25 grms. de yoduro potásico. Disolví el yoduro en la menor cantidad posible de agua destilada. Una vez disuelto añadí el yodo y disolví bien. Aforé a un litro. Esta solución en caso necesario se puede titular con

iosulfato, usando almidón como indicador, pero para el método colorimétrico no es necesario que sea titulada.

PRECAUSIONES: El color de la muestra con solución de yodo cambia rápidamente con el tiempo, luego debe hacerse rápidamente la observación.

OBSERVACIONES PROPIAS: a)—El yodo metálico es casi insoluble el agua, pero soluble en una solución concentrada de yoduro potásico, por lo tanto el agua de disolución del yoduro tenía que ser bien poca, que me fué bastante difícil en la práctica, pero que lo logré ayudando la disolución con unas gotas de alcohol.

b)—Traté de hacer el método colorimétrico con la solución tal como salía de las telas pero no daba ninguna coloración, lo que indicaría que no había almidón o que si lo había ya se había descompuesto. Después de varios ensayos y pruebas, logré la coloración azul al tener la solución de almidón diluida. Busqué en varios libros la explicación y encontré ésta nota:

"El método colorimétrico para el almidón fué usado primero por W. F. Allen The Meridian Cellulose Company y actualmente lo usa la E. I. Du Pont de Neumours & Co. sobre papel principalmente y recomienda la exactitud del método para concentraciones comprendidas entre 0.02% y 0.008%, pues al parecer el precipitado azul es soluble en un exceso de almidón en concentraciones superiores al 0.02 por ciento.

TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE Y SIN FERMENTAR.

Para el desengomado con agua caliente, tomé una muestra de tela de 40 cm. de largo por 10 cm. de ancho, con un peso de 12.872 grms. Por una parte calenté agua y al estar entre 85 y 90 grados, la añadí poco a poco sobre la tela y dejé enfriar hasta 50 grados. Exprimí la tela en un pequeño foular de laboratorio. Especie de exprimidor de caña de laboratorio, con cilindros de hule. Separé éste líquido. (Lig. 1). Calenté más agua y en iguales condiciones y traté la tela otra vez, pero en vez de exprimir

dejé la tela dentro del agua por 24 horas. Puesto que no habrá fermentación es inútil dejarla 48 hs. Exprimí la tela, la sequé y junté los líquidos, junto con los de lavado (Liq. 1-a). Esperé a regularizar la humedad como indiqué en los ensayos preliminares y pesé. Peso: 12.345 grms. Lo que da una diferencia de peso de 0.527 grms. o sea un 4.08% de peso inicial de la tela.

ENSAYO COLORIMETRICO: Aforé a un litro el liq. 1. Tomé 5 cc. y le añadí 2 cc de la solución de yodo. Tomé un tubo con solución conocida de almidón (5 cc. de sol 0.02%). Añadí 2 cc. de solución de yodo y el color era más fuerte en éste último pero al añadirle 0.4 cc. de agua se igualaron los colores. Haciendo los calculos respectivos encuentro que por cada cc. de solución hay 0.000177 grms. de almidón, lo que me da que en un litro habrá 0.177 grms. de almidón quitado a la tela en el primer lavado.

Repetí igual las operaciones con el líquido 1-A y obtuve como almidón 0.02 grms. lo que me da un total de 0.197 grms. de almidón quitado a la tela como almidón. Por la pérdida de peso ví que restaba 0.527 grms. lo que indica que 0.527-0.197 grms. fueron quitados de otras sustancias, o fueron almidón fermentado.

En resumen obtengo:

Desengomado con agua caliente:	Como almidón	1.53%
	Como Varios	2.55%
	Total:	4.08%

TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE Y FERMENTACION:

La manera de operar fué la misma que indiqué en el tratamiento general de todas las muestras. Operé así:

Traté una muestra de peso: 12.23908 grms. con agua caliente, exprimí y la dejé en contacto con el aire por 48 hs. Lavé y dejé secar la muestra para que tomara la temperatura y humedad del ambiente.

ALMIDON EN EL LIQUIDO DE IMPREGNACION: El líquido en que impregné la tela una vez enfriado lo aforé a 1000 cc. y lo analicé por el método colorimétrico que no presentó ninguna

dificultad. Obtuve iguales colores al tener 3 cc. de solución 0.02% de almidón y 1 cc. de sol de yodo y 1 cc. de agua. Por otro lado: 3 cc. de sol desconocida y 1 cc. de sol de yodo.

Haciendo los cálculos encuentro que en un cc. de solución hay: 0.00016 grms. de almidón o lo que es le quité a la tela 0.160 grms. de almidón. o sea 1.30% del peso total de la muestra. Se verá que es más chico que en la operación anterior, pero en ésta el líquido de impregnación fué renovado dos veces, mientras que aquí no se hizo más que una vez.

LÍQUIDO DE LAVADO: El líquido de lavado fué ensayado con sol. de yodo pero ya no dió ni coloración azul ni violeta, lo que indicó la ausencia total de almidón no hidrolizado. Hice la prueba con yodo sobre la tela y me dió aun coloración azul, lo que indica que la tela sigue teniendo almidón sin hidrolizar.

La muestra pesó después de seca: 11.64059 grms. o lo que es lo mismo rebajó en 4.89% de su peso inicial.

En resumen obtengo:

Desengomado con agua caliente y fermentación:

Como Almidón:	1.30%
como varios:	3.59%
	<hr/>
Total:	4.89%

TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE CON HUMECTANTE.

Calenté un litro de agua, con dos gramos de Igepón, ya caliente la pasé por sobre la tela, exprimí y dejé fermentar. Peso inicial de la tela 12.77021 grms.

JABON IPEGON: Este jabón es un humectante o sea que permite la impregnación más interior de la tela por el medio fermentante. Es el humectante que usaré para todos mis ensayos, por ser un jabón relativamente barato y que al parecer da buen resultado. Dije al parecer pues aún no sé que resultado dará en mis ensayos. El Jabón Igepón es una imina del ácido palmítico, o esteárico, que se obtiene condensando la taurina (sustancia que se encuentra en el hígado de varios animales) sobre alcohol.

OBSERVACIONES. Una vez entrada el agua con la que impregné la tela procedí al alforamiento hasta 1100 cc. para luego pasar a la determinación del almidón. Traté algo del líquido con solución de yodo para observar el tono de color. Pero observé que no hubo coloración. Me hizo ésto pensar que podían ser varias cosas: o bien, no había quedado el almidón, cosa improbable, puesto que el agua sola había quitado algo, o bien el jabón Igepón había descompuesto el almidón o bien éste jabón descompuso la solución yodurada. Sin embargo hice el siguiente razonamiento: Todo cuerpo reaccionante con otro llega un momento en el cual se satura. Yo sé que el almidón con el yodo da color azul, pero he observado que el jabón me descompone uno de éstos dos, pero si yo pongo el que se descompone en exceso, saturará el jabón y el residuo me dará color. Para si el producto descompuesto fuera el resultante de almidón mas yodo (el precipitado azul), entonces por mas exceso que añadiera no habría nunca reacción. Para todas estas suposiciones procedí así:

Tomé un poco de solución de yodo y la calenté junto con Igepón, desapareció el color, y aun en frío permaneció incolora, lo que me indicó que el yodo era descompuesto. Tome una muestra de solución de almidón conocida la herví con Igepón al 2%, añadí la sol. de yodo y aun en exceso no hubo coloración, añadí mayor cantidad de sol. de almidón y aun así no apareció el color. Añadí aquí mismo un exceso de yodo, y al cabo de algún tiempo se notó la coloración. No fue una coloración azul, sino rojiza violada. Faltaba ahora saber si esta coloración me podría ayudar en el método colorimétrico. Tome varias tubos con soluciones de almidón a varias concentraciones y trabajando con solución de jabón Igepón y de Yodo logre una gama de coloraciones que me indicó que el metodo podría ser base de colorimetría.

MANERA COMO HICE EL ENSAYO COLORIMETRICO: Si tomara yo solución de almidón de concentración conocida y le añadiera solución de Igepón al 2%, no lo tendría en igual proporción que en el líquido a ser ensayado puesto que existiría mayor cantidad de agua. Pero si hervía sol. de almidón conocida, con jabón en la proporción indicada tendría igualdad de opera-

OBSERVACIONES: Una vez enfiada el agua con la que impregné la tela procedí al aforamiento hasta 1000 cc. para luego pasar a la determinación del almidón. Traté algo del líquido con solución de yodo para observar el tono de color. Pero observé que no hubo coloración. Me hizo ésto pensar que podían ser varias cosas: o bien, no había quitado el almidón (cosa improbable, puesto que el agua sola había quitado algo), o bien el jabón Igepón había descompuesto el almidón o bien éste jabón descompuso la solución yodurada. Sinembargo hice el siguiente razonamiento: Todo cuerpo reaccionante con otro, llega un momento en el cual se satura. Yo sé que el almidón con el yodo da color azul, pero he observado que el jabón me descompone uno de éstos dos, pero si yo pongo el que se descompone en exceso, saturará el jabón y el residuo me dará color. Pero si el producto descompuesto fuera el resultante de almidón más yodo (el precipitado azul), entonces por más exceso que añadiese no habría nunca reacción. Para todas éstas operaciones procedí así:

Tomé un poco de solución de yodo y la calenté junto con Igepón, desapareció el color, y aún en frío permaneció incolora, lo que me indicó que el yodo era descompuesto. Tomé una muestra de solución de almidón conocida, la herví con Igepón al 2%, añadí la sol. de yodo y aún en exceso, no hubo coloración, añadí mayor cantidad de sol. de almidón y aún así no apareció el color. Añadí aquí mismo un exceso de yodo y al cabo de algún tiempo se notó la coloración. No fué una coloración azul, sino rojiza violada. Faltaba ahora saber si ésta coloración me podría ayudar en el método colorimétrico. Tomé varios tubos con soluciones de almidón a varias concentraciones y trabajando con solución de jabón Igepón y de Yodo, logré una gama de coloraciones que me indicó que el método podría ser base de colorimetría.

MANERA COMO HICE EL ENSAYO COLORIMETRICO: Si tomara yo solución de almidón de concentración conocida y le añadiese solución de Igepón al 0.2% no lo tendría en igual proporción que en el líquido a ser ensayado, puesto que existiría mayor cantidad de agua. Pero si hervía sol. de almidón conocida, con jabón en la proporción indicada tendría igualdad de opera-

ciones. Tomé 50 cc. de solución de almidón al 0.02%, añadí 0.1 grm. de Igepón y herví. Aforé a 50 cc. una vez frío y ahora tengo en cada cc. 0.0002 grms. de almidón y 0.002 grms. de Igepón. Ahora si ya puedo hacer el ensayo colorimétrico: Igualé los colores al tener: por un lado un tubo con 5 cc. de solución 0.02% más 2 cc. de sol. de yodo, más 1.5 cc. de agua hervida con Igepón a igual proporción. Por otro lado: Un tubo con 5 cc. de problema más 2 cc. de yodo. Hice otra observación y obtuve idéntico resultado.

Haciendo los cálculos obtengo que en un litro de solución desconocida se encuentra 0.1665 grms. de almidón o sea: 1.309% de la muestra, lo que me indica que el agua con Igepón quitó igual cantidad de almidón por el solo contacto con agua pura. Pero tendrá la ventaja en la fermentación por la mejor impregnación.

LIQUIDO DE LAVADO: Una vez dejada fermentar la tela por 48 hs. la lavé y el líquido de lavado lo aforé a 1000 cc. y lo analicé para el almidón. Pude controlar la coloración con sol. de almidón hervida con Igepón. Resultado: Iguales colores al tener: 4 cc. de sol. 0.02% de almidón hervida con Igepón, más 1.5 cc. de sol. de yodo, más 1 cc. de agua hervida con Igepón y 5 cc. de líquido problema más 1.5 cc. de sol. de yodo, lo que dá haciendo los cálculos: 0.12 grms. de almidón por litro o sea 0.94% del peso de la muestra.

En resumen obtengo.

DESENGOMADO CON AGUA CALIENTE CON IGEPON:

Peso de la muestra antes de la Operación: 12.77021 grms.

Peso de la muestra después de la operación: 12.11638 grms.

Rebaja de peso 0.65383 grms.

o sea 5.12%

Quitado y valorado como almidón Liq. impr: 0.1665 grms.

o sea 1.309%

Quitado y val. como almidón en liq. lavado 0.1500 grms.

o sea 0.940%

Fermentado y no valorado	0.36733 grms.
o sea 2.671%	
Rebaja de peso total	0.65383 grms.
o sea 5.120%	

TRATAMIENTO CON SOLUCION DE 1GRADO BE DE SULFURICO

Procedí igual que anteriormente operando con sol. de sulfúrico de 1 grado Bé. Exprimí la tela y dejé fermentar. Lavé la tela y analicé colorimétricamente ambos líquidos una vez aforado a un litro.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE IMPREGNACION: No obtenía igualdad de tonos en los tubos con solución conocida de almidón y en el desconocido. Sin embargo logré igualdad al trabajar con la solución conocida de almidón ligeramente ácida. O sea acidificándola con ác. sulfúrico. Logré igualdad de coloración al tener: 10 cc. Liq. 0.02% más 1 cc. de I más 2.5 cc. H₂O y por otro lado: 10 cc. Liq. Problema más 1 cc. solución de Yodo. De donde efectuando los cálculos encuentro que tengo por litro de solución 0.1628 grms.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE LAVADO: Imposible el lograr coloración igual. Operé por varios métodos: en caliente, en frío, en medio ácido, etc. . . Por fin tras varias tentativas, se me ocurrió reducir en ambos el almidón con jabón y logré coloración idéntica a la del ensayo 3', capaz de ser controlada. Logré igualdad de coloración al tener: 4cc. sol. 0.02% más 1cc. sol. I. G. Pon, más 1.5 sol. de I más 1.5 de agua. 4 cc. sol. problema, más 1.5 sol. de Yodo, más 1cc. de sol. I. G. Pon.

Resolviendo encuentro: que tengo por litro de solución 0.15 grms. de almidón.

BALANCE DE PESO:

Peso de la muestra antes de la operación:	12.68079
Peso de la muestra después de la operación:	12.02393

Rebaja de peso:	0.65686 grms.
o sea 5.18%	
Quitado en el líquido de impregnación:	0.1628 grms.
o sea 1.28%	
Quitado en el líquido de lavado:	0.150 grms.
o sea 1.18%	
Fermentado (por pérdida de peso):	0.34406 grms.
o sea 2.72%	
Pérdida de peso total:	0.65686 grms.
o sea 5.18%	

TRATAMIENTO CON SOLUCION DE 1 GRADO BÉ DE SOSA CAUSTICA

Operé con una muestra de 12.35323 grms. Operando en igualdad de circunstancias que los casos anteriores. Dejando fermentar. Analizando los líquidos de impregnación y de lavado. Y determinando pérdida de peso.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE IMPREGNACION: Hice varias tentativas para poder aplicar el método colorimétrico y hubo fracaso en las siguientes:

Líquido con solución de Yodo. Decoloró al Yodo.

Líquido con sulfúrico y Yodo. Azul marino inigualable con solución conocida.

Líquido con sulfúrico, solución de Igepón, yodo y en caliente. Color azul violeta inigualable con solución standard. Pero trabajando en frío y con exceso de yodo se reduce al tratamiento anterior. O sea medio ácido y con Igepón. Hecho de esa manera logré igualar las coloraciones al tener: 5 cc. sol. 0.02%, más 2 cc. de sol. de Igepón más 2 cc. sol. de yodo, y por otro 5 cc. problema más gotas de sulfúrico más 2 cc. de yodo, más 3 de agua. Haciendo los cálculos encuentro que extraje 0.264 grms. de almidón.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE LAVADO.— Bajo todos los métodos de operación demostró ausencia total de almidón o dextrina. Solo se encuentran azúcares.

BALANCE DE PESO:

Peso de la muestra antes de la operación: 12.35323 grms.
Peso de la muestra después de la operación: 11.62069
Pérdida de peso: 0.73254 grms.
o sea 5.93 %
Almidón quitado en líquido de impregnación: 0.264 grms.
o sea 2.34 %
Fermentado, o quitado de otras sustancias: 0.46854 grms.
o sea 3.59 %
Total de disminución de peso: 0.73254 grms.
o sea 5.93 %

TRATAMIENTO CON SULFIRICO DE 1 GRADO BÉ AYUDADO DE UN HUMECTANTE.

El líquido usado en la impregnación fué solución de sulfúrico de un grado Bé con 2 grms. de Igepón por lt.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE IMPREGNACION: El análisis de éste líquido tenía los inconvenientes del jabón y del ác, por lo tanto pudo ser comparado con una solución standard ácida y en presencia de jabón. Logré iguales colores al tener: 5cc. sol. desconocida más 2cc. de yodo más 2cc. de H₂O y por otro lado 5cc. sol. 0.02% hervida con Igepón más 2cc. de Yodo.

Haciendo los cálculos encuentro que tengo 0.2574 grms. de almidón por lt.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE LAVADO: El líquido del lavado no produjo ninguna reacción de presencia de almidón o de algun compuesto, por lo tanto puedo pensar que todo el almidón ya fué fermentado.

BALANCE DE PESO:

Peso de la muestra antes de la operación: 12.53395 grms.
Peso de la muestra después de la operación: 11.85336 ..
Pérdida de peso: 0.68059 .. 5.43%

Quitado como almidón a la tela:	0.25740	..	2.05%
Quitado como almidón fermentado y varios:	0.42319	..	3.38%
Total:	0.68059	..	5.43%

TRATAMIENTO CON SOLUCION DE 1 GRADO BÉ DE SOSA CON IGEPON.

Operé con solución de sosa de 1 grado Bé y con 2 grms. de Igepón por litro. Dejando fermentar al igual que en los otros casos.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE IMPREGNACION: Este líquido presentó los inconvenientes de la solución de almidón en medio alcalino y los de la solución de almidón con Igepón. Así que para el analisis neutralicé y trabajé después en medio acido y comparé con solución de almidón tratada con Igepón. Igualé colores al tener: 5 cc. de sol 0.02% con 2 grms. Igepón por litro y una gota de sulfurico más un cc. de sol. de yodo. Por otra parte: 5 cc. de problema más sulfurico, más 2 cc. de yodo más 3 cc. de agua. Haciendo los calculos: encuentro que por litro tengo 0.333 grms. de almidón.

ANALISIS DEL LIQUIDO DE LAVADO: El líquido de lavado ya no acusó la presencia de ningún compuesto de almidón. El almidón restante a la tela ya fué sacrificado.

BALANCE DE PESO:

Peso de la muestra antes del tratamiento:	12.31105	grms.	
Peso de la muestra después del tratamiento:	11.54530	..	
Disminución de peso	: 0.75575	..	6.22%
Quitado y analizado como almidón	: 0.33300	..	2.68%
Almidón fermentado y no analizado	: 0.43275	..	3.54%
Quitado en total	: 0.75575	..	6.22%

TRATAMIENTO CON BRIMAL (FERMENTO)

Según la casa fabricante:

"El Brimal es un extracto de malta que se difiere de los otros extractos de malta conocidos en el mercado, en que contiene únicamente los fermentos activos que transforman toda clase de almidón en azúcar, solubilizándolos a tal grado, que con un simple lavado quedan eliminados."

MODO DE OPERAR.— Tomé una muestra de peso: 12.4003 grms. y la traté con solución de Brimal, hecha de la siguiente manera; hice solución de 2 grms. por litro de Brimal, disolviendo éste en agua a 50 grados y controlando perfectamente la temperatura para que no exceda de 70 grados, pues se destruye el fermento.

Dejé la muestra sumergida en la solución por 24 horas e hice el ensayo del almidón sobre la tela, aún dió coloración, azul con la solución de yodo. Dejé hasta completar 48 hs. Analicé con yodo y ya la tela no dió coloración, lo que me indicó la ausencia de almidón. El líquido tampoco dió color con yodo, lo cual me indicó que la solución de almidón había fermentado a todos los almidones, pasendolos a azúcares solubles.

CONTROL DE ANALISIS: No se puede controlar cuantitativamente los azúcares pues no se sabe de que tipo puedan ser (como indiqué al principio), pero lavé la tela, la exprimí, sequé y pesé junto con las demás muestras. Obtuve un peso de 11.43434

BALANCE DE PESO:

Peso de la Muestra antes de la operación:	12.40032	grms.
Peso de la Muestra después de la operación:	11.43434	..
Disminución de peso:	0.96598	.. 7.79%

OBSERVACIONES ACERCA DE LOS DISTINTOS METODOS DE DESENGOMADO

A través del presente estudio sobre los distintos métodos de desengomado de telas se podrán notar varias cosas:

a) — Durante la impregnación de una tela conviene hacerlo con

agua caliente, pues se ve que arrastra un porciento regular de almidón como almidón.

- b) —Comparando los metodos en que se usa un humectante, con los correspondientes sin él vemos un aumento en el porciento muy semejante. entre 0.23 y 0.29%, lo que parece que el humecante ayuda a quitar el almidón en el líquido de impregnación (no aumentó lo fermentado).
- c) —Hice ensayo colorimetrico sobre las telas una vez secas y encontré una serie de coloraciones variando entre fuertes e incoloras. Las tratadas con sosa hubó de neutralizarlas primero.
- d) —Las telas tratadas con ac. sulfurico de 1 gr. Bé debieron de lavarse perfectamente después de la fermentación, pues si se dejaban por algún tiempo el ácido las roía principalmente en las arrugas que tenía la tela al impregnarse.
- e) —Noté que cuando la operación ha de llevarse perfectamente a cabo debe de usarse un fermento, pues solo éste destruye totalmente al almidón, pero sin embargo hay que dar cierta importancia al desengomado con sosa caustica diluida, principalmente en las fábricas donde existe un exceso de sosa (mercerizado), y no se necesite un desengomado muy perfento, y al mismotiempo se podría hacer el hervido sin lavar las telas e hirviéndolas con sosa (después hablaré de ésta operación).
- g) —El método del Ac. sulfurico no tiene mayor importancia que el del agua sola, pues lo más probable es que no ayude a la fermentación y la ligeramente mayor disminución de peso sea debida a que disuelve algunas sustancias como grasas ú óxidos metálicos, que después se quitarían al hervir.
- h) —Una vez hecho éste estudio sobre el desengomado, hablaré de la operación siguiente de las telas al purificarse y será el HERVIDO. Para el cual usaré solo telas tratadas por sosa y Brimal, que fueron los mejores resultados, pues si un estudio de metodos de hervido se hiciera sobre telas tratadas por cada uno de los diferentes metodos se haría un estudio muy grande.

HERVIDO

Una vez terminada la operación del fermentado del almidón o del desengomado, se debe lavar la tela, para lo cual se usan lavaderos consistentes en dos cilindros forrados de hule que están colocados sobre recipientes que contienen agua circulante. La tela entra a ellos en forma de cuerda y es exprimida conforme va siendo lavada pasando, 2,3 o más veces por agua más pura cada vez. Después es colocada en grandes depósitos para esperar el turno de entrada a los aparatos de hervido (autoclaves que trabajan por templeas).

El hervido propiamente dicho, y como su nombre lo indica es la operación que sufren las telas, consistentes en su hervido de alguna solución, con el fin de quitarles impurezas. Antiguamente se empleaban cenizas vegetales como alcali en la cocción del almidón, a medida que se fué desarrollando la industria se introdujeron otros alcalis, de los cuales se han arraigado, la cal, la sosa (CO Na_2), y la sosa caustica, mientras que el hidrato de barita, la lejía de estroncio, el vidrio soluble, sulfuros alcalinos, no se han acreditado, habiéndose abandonado rapidamente.

Se ha logrado evitar el lejiado y blanqueo repetido por un tratamiento único en baños más enérgicos y a presiones más elevadas, habiendo coadyuvado a ello los perfeccionamientos introducidos en la construcción de calderas de lejiado. Al mismo tiempo se observó que al contacto del aire se oscurecía el caldo de cocción, mientras que por el contrario permanecía claro si éste faltaba, además por el aire se favorece la formación de oxichelulosa luego ya no se puede dudar que por la eliminación del aire se obtendrá un éxito indiscutible.

METODOS EMPLEADOS.—Daré solo una breve idea de los métodos empleados para ampliarlos en los casos que usaré.

Antiguamente se usó mucho la cal pero hoy día ha dejado de ser aplicada. Mas generalmente se usa o bien el CO Na_2 o la sosa caustica, solas o en presencia de jabones (humectantes).

En el lejiado con sosa caustica se trabaja con soluciones

de concentración variables según el peso de los géneros y especie de los mismos. Puede decirse lo mismo respecto al CO_2Na y a las mezclas de ambos. Pudiéndose usar así soluciones de sosa caustica de 1 a 5% Bé y de carbonato de 3 a 6% o bien diferentes mezclas de ambos componentes. Más pequeñas adiciones de jabón resino-aceite para rojo turco, jabón monopol, etc. Por lo general se trabaja en calderas cerradas a una presión de 2 a 3 Atmosferas y por tiempo variable de 2 a 12 horas, continuas de cocción. Por regla general no se practica un acidulado después de la cocción pues los acidos grasos saponificados por la sosa se eliminan mediante simples lavados. Se pueden resumir los principios más importantes del lejiado con sosa caustica de tejidos de algodón en pieza del modo siguiente:

1°)—Eliminación del aire aprisionado por el material que se ha de lejar, mediante decañaje de la materia previamente alcalinizada.

2°)—Empleo de lejías suficientemente concentradas simultaneo con cámaras de vapor encima y debajo del género en la caldera.

3°)—Aprovechamiento de todo el alcali y recuperación del calor del vapor.

4°)—Logro de una buena circulación del baño junto con una buena disposición del material lo más uniforme posible.

5°)—Completa purificación del material para más tarde consumir la menor cantidad posible de cloro.

6°)—Construcción de grandes calderas de lejiado para economizar vapor, fuerza mecánica y personal.

Dije anteriormente que tenía más ventajas el empleo de la sosa sobre la cal y diré porque, pues la operación con sosa es más breve, menos costosa, no produce tacto áspero sobre la tela y no deja sobre ella ningún residuo capaz de producir después manchas sobre las telas.

Puede proceder al lejiado propiamente dicho un lejiado previo con lejía vieja. Para ésta operación se requiere tan poca cantidad de lejía que no es necesario que cubra el género, pues es suficiente que forme una especie de espuma sobre el material uniformemente repartida. Para el lejiado preliminar con le-

ja vieja bastan tres horas, mientras que para la decocción principal se necesitan 6 horas a la presión de 2 y media atmosferas. Debiendose conciderar como perjudicualquier presión superior a la mencionada.

Apretando demasiado la tela se dificulta la circulación del baño y meintras las partes exteriores se cuocen demasiado las interiores quedan crudas. La apretura y otros datos son dados con la práctica más bien que en teoría, cito por ejemplo un caso en que siendo 500 kilos de tela y usando una presión de 1 y media atmosfera, quedó cocida en dos y media horas, y usando 2000 Ks. de la misma tela se necesitó con presión de dos atmósferas una cocción de 8 hs.

La compresión excesiva de los géneros se evita mediante tabiques especiales divisorios, lográndose en ésta forma una circulación mejor. A las condiciones citadas para el buen exito de la cocción se unen además la del empleo de suficiente cantidad de álcali, la buena eliminación de éste inmediatamente después de la cocción, la precaución de evitar el contacto del género con las tuberías de vapor, la pureza y bondad de los productos químicos y el disppner de una agua conveniente (necesidad de Analisis del agua). El agua dura retarda el proceso de saponificación de las grasas y forma compuestos de cal y Mg. sobre los géneros. El empleo de cantidades insuficientes de álcali produce precipitados. Además es también desventajoso el acceso de aire puro durante el lavado de las telas lejiadas, así como el secado de las mismas cuando están aún mojadas con lejía (manchas del hervido). Otros defectos de la cocción son manchas de aceite, grasa, cal, resina, lejía, (manchas de mercerización), orín. Para convencerse de la bondad de la cocción basta determinar la proporción de nitrógeno, grasas, cenizas, y jabones grasos del género lejiado. Siendo mejor la operación entre menor sea la cantidad de éstos compuestos.

El lejiado ocasiona varias alteraciones del género: pérdida de peso, encojimiento en la longitud, aumento de resistencia, cambio del torcido primitivo y del número a causa de la pérdida de peso).

Esta segunda parte de mi trabajo tendrá por fin el estudio

de recetas de lejado, variando las condiciones de la tela, el tiempo y sustancias lejadoras, terminando con el diseño de un autoclave de hervido, con datos tomados de la práctica, indicando además los distintos tipos de aparatos lejadores usados hoy día. Los resultados los compararé por analisis.

ENSAYOS DEL HERVIDO

El hervido, al igual que las operaciones que hice para el desengomado trataré de llevarlo a cabo en el laboratorio. En los preliminares del hervido traté algunas de las condiciones necesarias y expliqué de que trataba el hervido. Necesitaré las siguientes condiciones:

Una tela previamente fermentada, usaré dos tipos de fermentación, o sea los dos mejores resultados obtenidos en la primera parte, o sea telas fermentadas con sosa caustica y con Brimal. Necesito un líquido para la ebullición y usaré de dos tipos, pues estudiando diversos recortes de periódicos alemanes y americanos, encontré diversas recetas, pero en la gran mayoría se usaba o bien sosa calcinada o sosa caustica, junto con algún humecante que variaba, yo usaré dos tipos de soluciones a) Sol. 4 grms l t. sosa caustica, con 1 grm. p/lt. de jabón Igepón. b) Sol. 4 grms. lt. CO₂Na₂ con 1 grm./lt. igepon. Trabajaré bajo dos distintas condiciones, por 4 y por 8 horas. Para conseguir la ausencia de aire, puesto que en la fábrica donde hice todo éste estudio no había autoclave se me ocurrió trabajar así: En un erlenmeyer puse mi solución de hervido y la tela a ser tratada. Lo tapé con un tapón corado y ahí coloqué un refrigerante de reflujo, lo que hacía que el mismo vapor producido al hervir, evitara la entrada del aire. Una vez terminada la operación del hervido, lavaré las telas, las secaré, y efectuaré analisis de Nitrógeno, según el conocido método de Kjeldahl, consistente en la transformación total del nitrogeno en amoniaco y recibirlo sobre sulfúrico y valorar el exceso de éste, procediendo con todas las precauciones necesarias en éste método.

Los Acs. grasos libres, los extraeré con alcohol etílico neutro, digeriré el baño con agua hasta ebullición y titularé con sol. decimormal de sosa cáustica hasta color rosa a la fenoftalei-

na. Los jabones, sobre las cenizas de las telas, añadiré un poco de agua y una gota de anaranjado de metilo, titulando con clorhídrico 0.5N. y por último las cenizas, calcinando en crisol una muestra de la tela ya hervida y haciendo de todos los cálculos respectivos. Daré los resultados de analisis de cada operación hecha, en forma progresiva empezando por los peores resultados.

TELA FERMENTADA Con NaOH. HERVIDA Con Na₂CO₃ Por 4 hs.:

Analisis: Nitrógeno: 0.24 %
Acidos Grasos: 0.48 %
Jabones Grasos: 0.26 %
Cenizas: 0.96 %

TELA FERMENTADA Con BRIMAL, Hervida Con Na₂CO₃ Por 4 hs.

Analisis: Nitrógeno: 0.30 %
Acidos Grasos: 0.50 %
Jabones Grasos: 0.23 %
Cenizas: 0.93 %

TELA FERMENTADA Con NaOH. Hervida Con NaOH Por 4 hs.

Analisis: Nitrógeno: 0.30 %
Acidos Grasos: 0.46 %
Jabones Grasos: 0.22 %
Cenizas: 0.91 %

TELA FERMENTADA Con NaOH. Hervida con Na₂CO₃ Por 8 hs.

Analisis: Nitrógeno: 0.25 %
Acidos Grasos: 0.42 %
Jabones Grasos: 0.20 %
Cenizas: 0.89 %

TELA FERMENTADA Con BRIMAL, Hervida Con NaOH Por 4 hs.

Analisis: Nitrógeno: 0.27 %
Acidos Grasos: 0.42 %
Jabones Grasos: 0.18 %
Cenizas: 0.85 %

TELA FERMENTADA Con BRIMAL, Hervida Con Na_2CO_3 Por 8 hs.

Analisis: Nitrógeno: 0.25%
 Acidos Grasos: 0.39%
 Jabones Grasos: 0.17%
 Cenizas: 0.83%

Tela Fermentada Con Soca, Hervida Con Sosa Por 8 hs. (NaCH):

Analisis: Nitrógeno: 0.24%
 Acidos Grasos: 0.33%
 Jabones Grasos: 0.16%
 Cenizas: 0.76%

TELA FERMENTADA Con BRIMAL. Hervida Con NaOH Por 8 hs.:

Analisis: Nitrógeno: 0.18%
 Acidos Grasos: 0.30%
 Jabones Grasos: 0.15%
 Cenizas: 0.70%

Como se puede ver por lo anterior, éste método que puse al último me dió los analisis más bajos, lo que indica que me dió los mejores resultados del hervido, como ya había indicado antes. La anterior lista sirve también para el caso que no se necesitaran hervidos muy perfectos poder escoger alguna otra manera de operación, pues la fermentación con Brimal es cara, no así la que se hace con NaOH , Basándome en el mejor resultado calcularé un autoclave para hervido, tomando el liq, de sosa y jabón para los datos del calculo.

APARATOS LEJIADORES:—Hay distintos tipos de aparatos lejiadores y los puedo dividir en dos clases principales: los verticales y los horizontales, entre los cuales a su vez se pueden distinguir aquellos en los que la lejía circula verticalmente y en los que lo hace radialmente. Es frecuente reunir baterías de dos o tres ollas (nombre dado en México a éstos autoclaves), con los cuales se logra un trabajo continuo, pues mientras uno se descarga, otro se carga y el otro trabaja, pues trabajan por templeas. Hay un tipo especial llamado de Thies-Herzing que conciste en tres calderas, una de lejiado y dos que solo sirven como receptores de lejía. Hay calderas en las que la tela vá

empaquetada en cuerda y pisoneada por hombres (sobre ésta haré después el cálculo) y otras (construidas por la Mather & Platt) en las que se empaqueta la tela en carros y éstos entran a una caldera horizontal, y se logra un trabajo continuo, pues por un extremo se saca un carro y por el otro inmediatamente se mete otro, sin interrumpir el proceso. Todos éstos aparatos descritos funcionan con telas en cuerda o sea plegadas habiendo también aparatos que lo hacen con tela a lo ancho, o sea que tienen juegos de rodillos que permiten la entrada de la tela y su salida sin permitir que se arrugue y dentro del autoclave se encuentra en pliegues de todo su ancho. Hay jiggers, que son cubas empleadas en tintorería que permiten a la tela enrollarse primero en un sentido y luego en el otro permitiendo que pase por el baño varias veces, y que también pueden ser usadas en hervido de telas.

Paso ahora a hacer un cálculo sobre un autoclave, pero para esto primero daré una explicación de las operaciones que se llevan a cabo en un autoclave. Se empieza por tener el autoclave bien limpio de operaciones anteriores, y se carga la tela, esta operación se hace con la tela en cuerda y pisoneada por hombres que se hayan dentro del autoclave. Una vez cargada la tela se empieza a introducir el líquido a ser empleado para el hervido, que en mi caso será solución de NaOH 4 grms/lit. y Igepón 1 grm. lit. que ya entra caliente, a su punto de ebullición, operación que se hace en un tanque elevado y de ahí se alimenta por gravedad. La tapa del autoclave permanece abierta mientras dura la operación de cargar el líquido para permitir la salida del aire del aparato.

Una vez que está llena de líquido se cierra la tapa, pero dejando abierta una llave, para dejar escapar las últimas trazas de aire que hubiere entre los pliegues de las telas, se empieza a hacer circular la lejía pasando del autoclave al calentador y luego por medio de una bomba se vuelve a introducir al autoclave a través de toda la tela. Ya que salió todo el aire se cierra la llave y se sigue circulando el líquido. Al cabo de dos horas, se invierte el sentido de la corriente y así sucesiva-

mente cada dos horas hasta terminar la operación a las ocho horas de hervido. Luego, se vacía de lejía y sin dejar entrar aire se lava primero con agua caliente y luego con agua fría hasta, que por fin, se abre y se saca la tela que pasa por lavaderos exprimidores y sigue a la siguiente operación que es el Blanqueo.

Para poder hacer un cálculo de un autoclave para telas es necesario en primer lugar conocer la cantidad de tela para la cual va a ser calculado. La producción de la fábrica en la cual hice el presente estudio, será de 150,000 mts. semanarios (6 días), o sea 25,000 mts. diarios. El peso de éstas telas es un promedio de 12 Ks. los 100 mts. pues hay bastantes variaciones de peso, lo que da un total de 3,000 Ks. diarios, que serán trabajados en una olla. Las operaciones se harán teniendo dos ollas, mientras una trabaja las ocho horas, la otra se vacía de la operación del día anterior, se lava y se carga para la operación del siguiente día y así sucesivamente.

VOLUMEN DEL AUTOCLAVE.—Para poder calcular su volumen y sus dimensiones necesito conocer primero el volumen que ocupará la tela, para ésto supondré que la tela tendrá igual densidad que el algodón puro (1.4) lo que dará un volumen de $3000 \cdot 1.4$ o sea 2.143 mts. cúbicos. La proporción de baño o sea la cantidad de líquido que se usará la será el estudio de otro aparato ya trabajando y que usa 1:5 o sea que por un mt. cúbico de tela 5 mts. cúbicos de solución. Para mi cálculo necesitaré 2.143×5 o sea 10.715 mts. cúbicos, lo que me dará un total de 12.858 mts. cúbicos. Las proporciones serán: Un autoclave cilíndrico, de 2.30 mts. de alto y 2.40 mts. de diámetro, con la parte superior concava y también concava la inferior, lo que me dará un volumen total de 12 mts. cúbicos aprox. Los restantes 0.858 serán dados por tuberías, bomba y tubos del calentador.

CALENTADOR. El calentador es un conjunto de tubos tipo calandria, por los cuales corre el líquido rodeados de vapor. Los tubos serán de aproximadamente igual altura que la olla con entrada a los tubos de 3" y salida de 3". El vapor entra por

2" y sale a una trampa condensado. El líquido entra al principio a una temperatura un poco inferior a su punto de ebullición y sale a su punto de ebullición, primero a la presión atmosférica y después a una presión de 1.5 Ks. que es como trabaja el aparato. A ésta presión su punto de ebullición es de 112°C (235°F). El vapor que se usará será vapor de agua a 3 Ks. (44 lbs.) y tiene una temperatura de 133°C. Los tubos de la calandria serán tubos standard de 2" nominales.

VELOCIDAD DEL LIQUIDO:—Un dato muy importante que hay que tener en cuenta para el calculo del calentador será la velocidad a la cual circule el baño por los tubos y que es muy difícil de ser calculada a menos de instalar en un aparato ya instalado algún orificio o un Venturi, pero que para el cálculo no se conoce. Para eso leí varios catalogos sobre torres empacadas, que se aproximan a la realidad de un autoclave de telas y preguntando a concedores del asunto llegué a la conclusión de que el líquido corre a razón de 45 a 75 cm. seg. (1.5 a 2.5ft). Como promedio tomé 2 ft. para el cálculo.

DATOS DE TUBERIA Y TEMPERATURAS:

Diámetro de tubo de 2"	exterior: 2.375" ———	0.19791 ft.
	interior: 2.067" ———	0.17225 ft.
Grueso de pared	: 0.154" ———	0.01283 ft.
Temperatura de entrada del líquido:	90°C (195°F)	
Temperatura de salida del líquido	: 112°C (235°F)	
Temperatura inicial del vapor	: 133°C (270°F)	
Temperatura salida del vapor	: 100°C (212°F)	

COEFICIENTE DE PELICULA DEL LIQUIDO:

Fórmula:

$$h_a = 0.0225 \frac{K}{D} \left(\frac{D_u R}{M} \right)^{0.8} \left(\frac{cM}{K} \right)^{0.4}$$

Constantes:

K (Conductividad térmica del líquido).—0.391

D (Diámetro interior del tubo).—0.17225 ft.

u (velocidad del líquido -2 ft.—seg. — 7200 ft-hr.

R (Densidad del líquido a 95 grados C.—60.30 lbs.-ft. cub.

M (Viscosidad del líquido).— 0.3 Centipoises— 0.726 lbs. ft. hr.

c (Calor específico) — —0.9934 cal. kg.

La fórmula solo puede ser resuelta por logaritmos y encuentro:

$$Ha = 674.5$$

COEFICIENTE DE PELICULA DEL VAPOR: Fórmula:

$$H_b = 0.725 \sqrt{\frac{K^3 R^2 G L}{D M d T}}$$

Constantes:

K (Conductibilidad térmica) a 270 grados F.— 0.396

R (Densidad) — 59.76

G (Aceleración de la gravedad), — 4.18×10^4

L (Calor latente del vapor) — 931.4

M (viscosidad del vapor) — 0.284

D (Diámetro exterior del tubo) — 0.19791 ft.

dT sería la temperatura media entre el vapor y el tubo, que la saqué así:

Temp. del tubo: 1/2 de 133 más 90 y entre ésta y 133 del vapor obtengo:

como dT 121 grados.

Resuelvo por logaritmos y obtengo: $H_b = 365.6$

COMPROBACION:

Resistencia de película del vapor:

$$\frac{1}{\text{Hb Da.}} = \frac{1}{365.6 \times 0.19791} = 0.0138$$

Resistencia de la película del metal:

$$\frac{L}{\text{K Dav.}} = \frac{0.01283 \text{ (grueso de pared)}}{33 \times 0.18508} = 0.0021$$

Resistencia de película del líquido:

$$\frac{1}{\text{Ha Db.}} = \frac{1}{674.5 \times 0.17225} = 0.0086$$

Suma de las tres resistencias: 0.0244

$$133 - \left(\frac{21.5 \times 0.0138}{0.0244} \right) = 133 - 12.1 = 120.9$$

Que es un dato muy parecido a 1 calculada de 121 grados

COEFICIENTE OVERALL: Fórmula:

Sustituyendo valores:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{674.5 \times 0.17225 \times 365.6} + \frac{0.19791 \times 0.01283}{0.19791} + \frac{1}{365.6 \times 0.19791}} = 198$$

$$U = \frac{1}{0.00148 + 0.000415 + 0.00314} = 0.005035$$

DATOS:

Temperatura media: 1/2 de 90 más 112 — 101 gd. C. (214 F)
Diferencia de temperaturas 112-90 — 22 gd. C. (39.6 F)
Sección transversal interna: — 3.355 sq. in.

PESO DEL LIQUIDO POR HORA.—

$$\frac{3.355 \times 7200}{144} \quad 167.75 \text{ cu. ft/ hr.}$$

1 cu. ft. del líquido es igual a 60.3 Lbs.
lo que dá un total de 10115 lbs/hr.

SUPERFICIE DECALEFACCION: Fórmula: $Q = W.c.dT$ sustituyendo

$$Q = 10115 \times 0.9934 \times 39.6 = 397910 \text{ B.T.U.}$$

Area: Fórmula: $A = Q/U.dT$ sustituyendo:

$$A = \frac{397910}{198 \times 21.5} = 93.4 \text{ sq. ft.}$$

Area interior del tubo: $0.17225 \times 3.1416 = 0.5411406$

por lo tanto se requieren: $93.4 / 0.54114 = 172 \text{ ft. de tubo}$

Mi autoclave calculado tiene una altura de 2.3 mts. (7.5 ft) dará igual medida a los tubos, lo que dá un total de $172 \cdot 7.5 = 23$

Tubos de 2"

MEDIDAS DEL CALENTADOR.—El área de un tubo de 2" es de: 0.0307625 sq. ft.

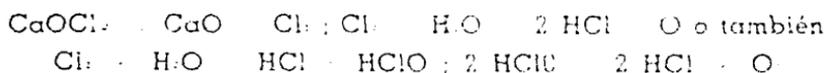
que para los 23 tubos me dá un total de 0.70748 sq. ft.

Puesto que los tubos repartidos dentro de un cilindro necesitan un cilindro que tenga aprox. el doble de superficie se necesita que el calentador tenga una superficie de 1.41496 ft. que corresponde a un cilindro con un diámetro de 1.34 ft. o sea 40 cm. El calentador será un cilindro de 2.3 mts. de alto y 40 cm. de

disietro. En la parte superior tendrá los accesorios de esta clase de aparatos: tubo de seguridad, manómetros, termómetros, etc.

—BLANQUEO—

Después de la cocción o lejiado sigue el blanqueo propiamente dicho que persigue la destrucción de las materias colorantes naturales por vía de oxidación mediante sustancias que cedan oxígeno. (Hipocloritos, cloruros, agua oxigenada, ozono) Antiguamente se usó y aún se usa para el blanqueo del lino, el blanqueado con solo exposición al aire libre (blanqueo de césped), más gracias al descubrimiento del cloro, por Scheele en 1774, y más tarde al hipoclorito potásico, por Bertholet en 1785, y del cloruro de cal (1790) se introdujo el blanqueo con Cloro en el siglo XIX. La acción del cloruro de cal y de los hipocloritos se funda en su poder oxidante, y puede concebirse admitiendo que desprenden oxígeno, el cual al quedar libre en estado nascente oxida las materias colorantes destruyéndolas y blanqueando el tejido:



Es por consiguiente indispensable la humedad durante el proceso. Las fibras actúan como catalizador.

CLORURO DE CAL.— El cloruro de cal se fabrica en la industria, mientras que otros blanqueadores son fabricados por el mismo consumidor (sosa clorada, sosa de blanqueo, agua de Javelle o sea NaOCl), bien por doble descomposición del cloruro de cal y sosa o más bien por los modernos electrolizadores.

El cloruro de cal se usa en solución, fabricando una solución madre de 4 grados Be. de la cual por dilución se obtienen líquidos más diluidos. La solución se hace en aparatos mezcladores o molinos de cal, donde se lixivia el cloruro de cal con 4 o 5 veces su peso de agua fría. El primer extracto marca 7 grados

Bé; los que siguen son menos densos, y se saca por fin ya reuniendo todos los líquidos a unos 4 grados Bé. Las soluciones se dejan depositar y luego se filtran para evitar las partículas sólidas, pues retenidas entre la tela, debilitan las fibras o las destruyen. La sedimentación se hace por lo general en tanques de plomo pudiendo también ser de cemento. Puesto que el calor o la luz descomponen el cloruro de cal, sus soluciones deben guardarse fuera del contacto de la luz directa y a las más bajas temperaturas posibles.

SOSA CLORADA.— (Hipoclorito sódico.— La sosa clorada se fabrica hoy en pequeña escala para el uso continuo dentro de la misma fabrica de acabado, tratando la cal por la sosa, según la reacción.



El precio de este último producto es mayor que el de cloruro de cal.

BLANQUEO ELECTROLITICO: Se entiende por éste nombre o por el de blanqueo eléctrico el practicado por las soluciones de hipoclorito obtenida por la electrolis de la sal común desnaturalizada, (p. ej. con un cuarto por ciento de petróleo) o la sal gema, las cuales se someten en una solución acuosa a la acción de la corriente en aparatos especiales.

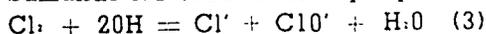
Cuando el NaCl se disuelve en el agua, la disolución de la sal libera iones de Cl e iones de Na, mientras que el agua contiene iones de H y de OH. Cuando una solución de sal es electrolizada entre electrodos no atacables se descargan en el ánodo iones de cloro y en el cátodo iones de H. Lo cual dejará iones de Na y iones HO en la solución, que formarán NaOH.

El Cl libre es poco soluble en el electrolito y a menos que lo mantengan por alguna combinación química, casi instantáneamente empieza a escapar como gas. De modo que si el objeto de las celdas es la producción de sosa, Cl e H, se mantienen separados constantemente. Sin embargo si el objeto es producir NaClO, o NaClO₂ o NaClO₃, el Cl y la NaOH se ponen en contacto íntimo de modo que los dos puedan reaccionar.

El Cl al reaccionar con el OH: $\text{Cl}_2 + \text{OH} = \text{Cl} + \text{HClO}$ (1)

La reacción es reversible, aunque con el Cl la reacción es muy predominante de izquierda a derecha en las condiciones de equilibrio, pero tales condiciones de equilibrio no alcanzan en las celdas de hipoclorito, porque el ac. hipocloroso formado se seca en combinación con el hidróxido de Na o mejor dicho con el ión de hidroxilo: $\text{HClO} + \text{OH} = \text{ClO}' + \text{H}_2\text{O}$ (2)

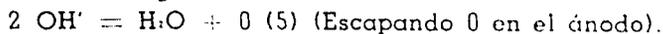
Sumando las ecuaciones 1 y 2 pueden escribirse:



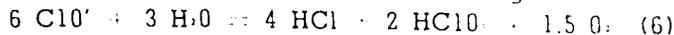
o también: $\text{Cl}' + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ (4)

Es importante notar en ésta ecuación que de dos átomos de Cl que entran en la reacción solo uno aparece como NaClO, pues el otro aparece como NaCl. De modo que solo 50% del Cl descargado en el ánodo se aprovecha como hipoclorito. Si éstas reacciones fueran las únicas que hubiere sería posible electrolyzar una solución de NaCl hasta que prácticamente todo el cloro se convirtiera a hipoclorito, pero hay varias reacciones secundarias.

No todos los iones oxhidrilos se convinan como las reacciones (1) y (2) sino que algo llega y se difunde en el ánodo donde se descarga:



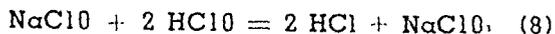
Sin embargo la descarga de iones oxhidrilo no es muy pronunciada a bajar temperaturas. Además el hipoclorito de sodio se disocia en un grado considerable en Na. y ClO' . Algunos iones de hipoclorito llegan al ánodo y se descargan y el radical de hipoclorito libre se convina con el agua:



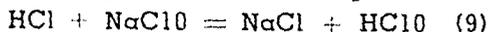
En la práctica se usan soluciones neutras de salmuera; en la vecindad inmediata del ánodo la concentración de oxhidrilo es baja, pero los iones de ClO' formados en todo el Electrolito pueden llegar fácilmente a la reacción del ánodo de baja concentración de OH. Se puede hacer la hidrolisis:



Permitiendo alta concentración del Cl cerca del ánodo, más ac. hipocloroso estará presente ahí que en otras partes del electrolito. El Hipocloroso al reaccionar con el hipoclorito:

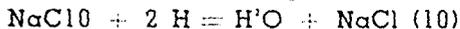


El ac. clorhídrico produce más ac. hipocloroso:



Lo cual ayuda a la reacción (8) descomponiendo constantemente más hipoclorito. La reacción (8) es acelerada al elevar más la temperatura.

En el cátodo el hipoclorito es atacado por el H:

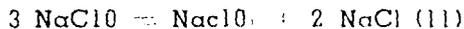


Esta descomposición toma lugar en el cátodo pero puede reducirse notablemente por la adición de algo de dicromato potásico que forma una cubierta insoluble de cromato doble de potasio y sodio:



que evita al hipoclorito entrar en contacto directo con el H naciente que es liberado en el cátodo sin embargo para la industria de que yo trato es imposible su uso, por el hecho de que la solución sale coloreada y colorearía las telas; hay otras sustancias como el aceite para rojo turco y el cloruro de calcio que ayudan. El Cloruro de calcio produce hidrato de calcio que actúa como un diafragma, al igual que la cubierta de cromato. El aceite para rojo turco forma un diafragma en el ánodo que evita la formación de clorato.

Además el hipoclorito puede ser descompuesto por reacciones representadas por las siguientes ecuaciones:



Estas reacciones que ocurren en soluciones alcalinas se

llevan a cabo muy lentamente de modo que la solución de hipoclorito puede durar por varios días.

No es posible continuar la electrolisis cuando se ha llegado a una solución saturada de hipoclorito.

De las varias reacciones secundarias se puede aumentar la producción de hipoclorito vigilando aquellas reacciones que pueden controlarse (5,7,10,11 y 12). Sin embargo la descarga anódica de los iones de hipoclorito (6) no puede reducirse, por consiguiente después de que la celda ha operado suficientemente para alcanzar un estado estacionario, dos tercios de la corriente se gastarán para producir Cl₂ que reaccionan con el hidroxilo dando iones ClO₂, y un tercio en la descarga de iones ClO₂. Puede resumir las operaciones necesarias para hacer más favorable la obtención de NaClO.

- 1)—El electrodo debe ser neutro, (reacs. 8 y 3)
- 2)—La concentración de NaCl en electrolito debe ser alta. Esto hace bajar la resistencia de la celda y la solución de hipoclorito producida será más fuerte entre mayor sea la concentración de NaCl.
- 3)—Se debe diseñar para permitir una capa de difusión sin disturbios en el anodo; aumentan los iones ClO₂, y por consiguiente disminuye la influencia de la (6)
- 4)—La celda debe operar a baja temperatura, pues las Ecs. (8) y (5) se llevan a cabo más lentamente a baja temperatura. Lo cual requiere un enfriamiento artificial de la celda no debe pasar de 40 grados C.
Este enfriamiento no es muy usado.
- 5)—La reacción (10) debe evitarse usando dicromato, cloruro de Ca, o aceite para rojo turco. Como indiqué no puedo usar el dicromato.
- 6)—La celda debe operar a alta densidad de corriente, lo cual produce una concentración más alta de hipoclorito. La razón probablemente es que los iones de cloro descargándose más aprisa, la capa de difusión se hace más gruesa y como resultado se descargan pocos iones de ClO₂. Una den-

sidad de corriente alta sin embargo, eleva la temperatura de la celda y se pierde la ventaja de operar a baja temperatura.

- 7)—Experimentos han demostrado que electrodos platinados producen una concentración más alta de hipoclorito que cualquier otro electrodo. Habiéndose llegado a obtener hasta 100 grms. de cloro activo por litro; los métodos comerciales usuales dan concentraciones mucho menores. Pero debido a su alto costo, los electrodos de platino no se usan mucho comercialmente.

TIPOS DE CELDAS ELECTROLITICAS:—Ha habido infinidad de tipos para electrolizar y la principal división que puede hacer es atendiendo a los elementos conductores de la corriente eléctrica: los tres grupos principales son:

- a)—Electrolizadores de Pt (ambos electrolizadores de Pt. puro o iridiado)
- b)—Electrolizadores de Pt, carbón en los que el polo positivo es de Pt y el negativo de carbón o grafito.
- c)—Electrolizadores de carbón, en los que ambos electrodos son de carbón o grafito.

Si bien es cierto que los aparatos electrolizadores de carbón son más económicos desde el punto de vista de primer costo, han perdido algo de su aplicación con los de platino, que si bien es cierto cuestan más al principio tienen bastantes ventajas en lo que atañe al rendimiento de energía, utilización de la sal, concentración de la lejía, al mismo tiempo que el desgaste de los electrodos de carbón es considerable.

Técnicamente hay dos tipos principales de celdas electrolíticas de los que son mundialmente imitados y usados.

CELDA COMPANY ELECTROQUIMICA: Son celdas hechas de un material llamado en inglés soapstone que es una especie de cantera y algunas imitaciones son hechas de fibrocemento. Consta de dos electrodos terminales y un gran número de electrodos intermedios (bipolares). Los electrodos terminales son por lo general hechos de grafito (pocos usan Pt) y los elec-

trodos intermedios tienen placas de vidrio abajo y arriba de ellos para guiar el flujo de la salmuera. La salmuera a ser usada puede variar de concentración siendo por lo general entre 6 y 13° Bé. La velocidad con que pasa el líquido es variable conforme al tamaño de la celda, entrando como a 15" y debiendo salir como a 40° C., conteniendo de 3 a 11 grms. por litro de cloro activo. La fuerza electromotriz varía conforme el número de electrodos intermedios.

CELDA KELLNER.—Es actualmente una de las celdas más eficiente, usa electrodos horizontales bipolares y constan de una red de alambre de platino iridiado consta de varias cámaras arregladas en terrazas y separadas por vidrio. Las divisiones están fijadas a la base para prevenir el flujo de electrolito por detrás. La solución usada es igual a la de las celdas anteriores. Son celdas refrigeradas. Producen mayor cantidad de cloro activo. La sal se calienta, se enfría y vuelve a electrolizarse hasta la concentración deseada, requiriendo el uso de varias bombas.

ELECCION DEL TIPO DE CELDA.—Si en tiempos normales la elección de una celda hubiera sido un trabajo de balance, tanto económico como de rendimiento, en vista de la guerra actual y de la escasez de materiales y principalmente maquinaria, el seleccionar equipo está regido por lo que pueda conseguirse en el mercado, y con lo que haya ingeniarse en la manera de aprovechar mejor la máquina. En el presente trabajo no haré una selección que sería meramente teorica, sino que simplemente estudiaré las celdas que se puedan conseguir.

Estudiando distintos catalogos, y en comunicación con varios fabricantes, logré un amplio catálogo de varias celdas en existencia del tipo Company y de manufactura americana. Con la ventaja además de que tuve acceso a estudiar ciertas constantes en celdas de ese tipo ya instaladas en la actualidad.

Presento a continuación un extracto del catalogo de esas celdas.:

Tipo de electrolizador: TU/5 TU TK TN TE 3

Amparaje con 110 volts:	5	10	25	40	80
Amperaje con 220 volts:	2.5	5	12.5	20	40
Potencia: (K.W ^o /hr):	0.5	1.1	2.8	4.4	8.8
Grms. de sal por litro (°Bé)	4	4	6	8.5	15
Lts. de salmuera por hr.	Variable según la temp).——				
Grms. de Cl. act./lt.	3	3	5	6	11

Por un catálogo no se puede juzgar esactamnete la esactitud del rendimiento y por lo tanto tuve que trabajar con una celda ya instalada del tipo aprox. TE/3 y operando en condiciones parecidas al catálogo, a una temperatura de 34°/c. Trabajé con salmuera de 12.5° Bé y obtuve al lograr las condiciones fijadas de temperatura, una solución de hipoclorito con 10 grms. de Cl activo por litro. (El catálogo dá 11). Recordando la reacción general:



Al trabajar con sol. 12.5° Bé debería haber obtenido: $117.2 \times 2.35.6 = 125 : x$ lo que dá para $x = 38$ grms. Obtengo pues un rendimiento de 26.3% de la reacción y de 90.9% del catálogo.

CALCULO DE LA CANTIDAD DE CLORO NECESARIA: Antes de fijar la cantidad de Cl que se usará en total, se necesita fijar la cantidad de telas que se blanquearán diario, será la misma cantidad que fijé para el hervido, o sea 150,000 Mts. semana-rios con un peso total de 19,000 Ks. diarios. La manera de operar será: Al salir de la olla la tela pasará a los lavaderos y exprimidores, de ahí a un lavadero de impregnación y exprimidor y luego se depositará en grandes tanques de doble fondo por 24 hs. La impregnación dura de dos a tres horas de modo que si el Cl fuera hecho en ese tiempo se necesitarían inutilmente grandes celdas. Pero ésta solución se puede hacer con un día de anticipación, lo que me dá que necesito producir todo mi cloro en 7 hs., dando una hora para paradas, reparaciones etc. (jornada de 8 hs.)

Para ver la cantidad de cloro necesitada por Kg. de tela, vi-

sité una fábrica de acabado, tomé muestras de telas en proceso de blanqueo y analizadas para el cloro, encontré que usaban para un blanqueo aproximadamente tres cuartos de 0.5 a 0.6 grms. de cloro por Kg. de tela. Debo advertir que en términos de blanqueo se usa, blanqueo tres cuartos, medio, etc. que su propio nombre indican su significado. Supondré mi planta calculada para un blanqueo completo. Y daré como necesario para el cálculamente 3000 x 0.8 grms. de Cl. 2400 grms. diarios.

CONCENTRACION DE LA SOLUCION: Antes de hacer un cálculo de la concentración deberé explicar un término muy usado en la industria textil, y que se presta a malas interpretaciones: **EFFECTO DE EXPRIMIDO:** Este término se usa para telas que pasan por un exprimidor y salen con humedad. Si la tela sale con pesos iguales en tela (base seca) y agua se dice que sufrió un efecto de exprimido 100%. Si la tela sale con 66.6% de tela y 33.3% de agua se dice que se exprimió 50%, así que el término que a continuación usaré de 120% significa que por 220 Ks. de tela húmeda hay 100 de tela seca y 120 de agua. Los exprimidores tienen manera de regular la presión de las masas y de éste modo hacer variar el exprimido a las telas. La tela al salir de la olla llega a un lavadero regulado para exprimir a un 100%, pasa al impregnador, donde se exprime a un 120%. De aquí ya viene impregnada en sol. de cloro.

BALANCE DE PESO: (Densidad de sol. de Cloro, la supongo 1):

Entradas al lavadero impregnador:

Tela seca	:	3000 Ks.		
			Peso Total	6000 Ks.
Humedad	:	3000 Ks.		

Salida del lavadero impregnador:

Tela seca	:	3000 Ks.		
			Peso Total	6600 Ks.
Sol. de Cloro	:	3600 Ks.		

tela tomará del lavadero 600 Ks. se solución de Cloro, con un

total de 2400 grms. de cloro activo, de donde saco que la solución deberá tener 4 grms. de cloro p/lt. Se entiende que el Cl. se diluirá con el agua que lleva la tela para que la tela absorba 0.8 grms. de Cl. por Kg. de tela seca.

De lo anterior deduzco que necesito una solución de cloro de 4 grms. por litro del cloro activo. Puesto que esta fábrica necesita relativamente poco cloro, trataré de que una sola celda me dé la producción necesaria. Como se vé del catálogo una celda del tipo TK produce 5 grms. de Cl por litro, pero se me ocurre el saber si esa celda tendrá velocidad suficiente para producir los 2400 grms. de Cl diarios o sea $2400/5 = 480$ lts. diarios. Esto solo me lo puede decir una celda, y no la teoría. Encontré ya instalada y en condición de estudiarse una celda chica, que usaba sol. de 6° Bé y daba 4.5 grms. de Cl. por litro hice lo siguiente. Medí la cantidad de líquido que salía en cierto tiempo cuidando que la temperatura no pasara de 40°C y reuní los siguientes datos: 13 litros de salmuera a 15°C pasaron en 12.5 min. saliendo a 35°C y con un contenido en cloro de 4.5 grms. por litro, haciendo los cálculos obtengo $13 \times 60/12.5 \times 7$ hs. $= 437$ lts. $437 \times 4.5 = 1996$ grms. de Cl diarios, que no alcanzan la producción. Si supongo igual velocidad a la celda del tipo TK, no obtendría tampoco los 480 lts. necesarios.

Además en el cálculo anterior se trataba solo del cloro necesario para impregnar la tela pero aparte hay que tener en cuenta que el depósito, al entrar el último kilo de tela deberá tener cierto volumen, que en la práctica ví son 100 lts. aprox. lo que me eleva la cantidad de solución de Cl. diaria a 700 lts. en vez de los 600 y en total a $700 \times 4 = 2800$ grms. de Cl act.

Supondré para el cálculo de la velocidad que el aparato que yo instale me dará 450 lts. diarios. Así que si obtengo una solución más concentrada y luego la diluyo me dará el Cloro necesario. Yo necesito 2800 grms., que estén contenidos en los 450 Lts. que produce la celda luego necesito por litro:

$2800/450 = 6.2$ grms. de cloro act. por litro. Según parece con esa velocidad una cuba del tipo T. N. me bastará. Se com-

prarán dos cubas de esa medida, una para el trabajo y otra para refacción, o en el caso de que una no fuera suficiente, se harían trabajar las dos, digamos por 5 hs. lo que darían diez hs. de trabajo diario, o lo que fuere necesario. Pero para poder calcular el funcionamiento tendré que hacer pruebas con las celdas ya instaladas.

ENSAYOS CON LAS CELDAS INSTALADAS.— Según el catálogo esas celdas deben trabajar con sol. 8.5° Bé. Hice lo mismo que indiqué en pag. anteriores para la velocidad y obtuve:

1er. ensayo: En 15 minutos, pasaron 17 lts. de salmora, saliendo a 36° y con un contenido de Cloro activo de 6.1 grms./lt., lo que dá un total diario: $17 \times 60/15 \times 7$ hs.——— 476 lts.: 476 x 6.1——— 2903.6 grms. de Cloro diarios.

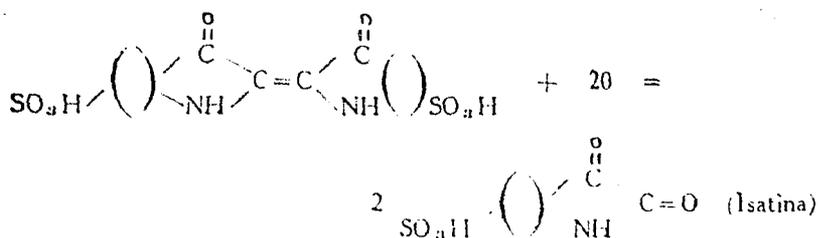
Me dió una velocidad ligeramente mayor de la calculada de 450 lts.

2o. Ensayo.— 18 Lts. pasaron en 15 min. saliendo a 35.5° C. y con un contenido de cloro de 5.9 grms. por litro, lo que dá:

$18 \times 60/15 \times 7$ hs. 504 lts.: 504×5.9 2973.6 grms. de Cl. diarios.

Lo que me dá un promedio de éstos ensayos de: 2938.6 grms. diarios. Con lo cual una celda basta para la producción de cloro necesario. De todo lo cual deduzco que dos celdas del tipo T.N. me servirán para la producción diaria, teniendo una como reserva y la otra trabajando. Ambas serán movidas por un moto. de 15 H.P. que comunica con dos generadores de 5 H.P. cada uno de corriente directa.

ANÁLISIS DEL CLORO: Durante el proceso del presente trabajo, varias veces hablé de haber analizado soluciones de cloro, para éste análisis, emplee un método no muy conocido y que sin embargo dá excelentes resultados y más desde el punto de vista, análisis por obreros. El trabajo de éste método se basa en la siguiente reacción.



Que de color azul pasa a amarillo, pasando por tonalidades de azul pálido, verde, anaranjado y al fin amarillo

Para hacer éste ensayo se necesita tener una solución valorada de añil sulfonado, pero antes es necesario sulfonar el añil, para hacerlo soluble, puesto que el añil es insoluble en el agua. **SULFONACION DEL AÑIL:** Tomé 15 grms. de añil y los disolví poco a poco y agitando en 125 grms. de ac. sulfúrico Q. P. Una vez disuelto, dejé en reposo y dejé sulfonar por 24 hs. Al siguiente día diluí en agua y filtré por dos veces y aforé a 2 litros.

VALORACION DE SOL DE CLORO: Hice con hipoclorito cálcico una solución y la filtré. Tomé una muestra y la valoré de la siguiente manera:

Añadí a la muestra 10 cc. de solución 10% de yoduro potásico y 5 cc. de ac. acético Q. P. Tomó una coloración roja. Añadí de una bureta solución décimo normal de tiosulfato sódico, hecha con un décimo equivalente Standard, disuelto a 1 lt. Valoré hasta decoloración. Método exacto a la gota.

Con la anterior valoración y sabiendo que un cc. de tiosulfato equivale a 3.545 miligramos de cloro, hechos los cálculos, conozco la concentración de la solución de Cloro.

VALORACION DE LA SOL DE AÑIL: Tomé 10 cc. de la sol. de añil, y en la bureta puse la sol. de cloro ya conocida, valoré hasta amarillo y hechos los cálculos conozco a cuantos gramos de cloro corresponde un cc. de sol. de añil.

VALORACION DE CUALQUIER SOLUCION DE CLORO: La pongo en la bureta y la añado sobre cierta cantidad de añil, hasta amarillo. Se hacen los cálculos.

METODO PARA OBFEROS: Tomé un tubo de ensayo y por medio

de una lima se le hace una señal, a 5 cc., el obrero, añade hasta ahí sol. de añil preparada en el laboratorio. Toma una bureta la sol. de cloro, la añade sobre el tubo hasta color amarillo, lee la lectura y en una tabla, vé a cuanto corresponden los cc. que él gastó, la tabla se hace ya dando el porciento de Cl por cada cc. gastado de sol. Este método, tiene las facilidades de aplicación de modo que cualquiera lo puede hacer, al mismo tiempo es mucho más económico que cualquier otro método.

ERROR: Hice comparaciones con soluciones de cloro de variadas concentraciones por el método de añil y el del yoduro y encontré un error de más menos 0.3% de promedio, que no es muy importante para los fines industriales.

BALANCE ENTRE BLANQUEO CON CLORO ELECTROLITICO Y CON HIPOCLORITO DE CAL.

Al hablar de los métodos de blanqueo expresé las reacciones principales de dos métodos que dije eran muy usados, eran los de blanqueo con hipoclorito de sodio electrolítico y el blanqueo con hipoclorito de calcio, expresaré brevemente cuales fueron las razones que me hicieron el calcular la planta para cloro electrolítico y no para hipoclorito de cal.

Ambos métodos son actualmente muy usados y las ventajas de uno a otro no son muy grandes, por lo tanto un balance económico fué el que me llevó a escojer el electrolítico, ayudado por las ligeras ventajas que dá en la práctica.

Estas ventajas que puedo resumir en lo siguiente:

- a) Respecto al rendimiento de reacción, ambos métodos dan buenos rendimientos.
- b) Ambos métodos se prestan para la producción de distintas soluciones de Cl con la concentración adecuada.
- c) La sol. de sal común no deja un residuo muy importante puesto que tiene una pureza superior al 99%, mientras que el hipoclorito insoluble de por sí lleva un gran residuo, que no puede ser filtrado, puesto que arrastraría con él gran cantidad de cloro

activo, y debe usarse solamente decantado, sobre las telas, lo que a menudo, cuando no se lava bien, produce manchas en las telas, al secarse. Al igual que si en una parte de la tela cae mayor cantidad de precipitado con cloro activo, produce más blanqueo que en otra parte, mientras que una solución siempre es uniforme.

d) Desde el punto de vista higiene industrial, se vé que el polvo que desprende el hipoclorito, es muy tenue y requiere el uso de máscaras apropiadas y al mismo tiempo su contacto produce con el tiempo enfermedades, principalmente en la sangre produciendo anemias, mientras que la sol. de cloro, no necesita tocarse con las manos, y la sal común no atañe peligro alguno.

e) El hipoclorito extranjero, importado directamente llega a un análisis de 37% de cloro activo, mientras que muestras que yo analicé de hipoclorito hechas en México, llegaron solo a 27%, pudiéndose tomar como promedio 32%, y lo que dá una cantidad sumamente variable en el gasto de la fábrica. Habiendo llegado también el caso en una fábrica que yo tuve razón en que el blanqueo paró por no haberse podido conseguir el hipoclorito en el mercado. Mientras que la sal común es fácilmente conseguible, a un precio casi constante al igual que su análisis.

f) Vistos éstos párrafos anteriores se ve que el hipoclorito electrolítico, no tiene muchas grandes ventajas, que equilibrarían un gran sobreprecio, y por lo tanto, solo podrá usarse si el precio es igual a aún muy poco más alto.

De raro se notará que antes de ver si convenía yo hice todos los ensayos anteriores, pero lo coloqué así en éste trabajo para que al llegar a los cálculos ya conocer todos los datos acerca de las celdas.

CALCULO ECONOMICO DEL HIPOCLORITO DE CALCIO.— Tomaré como promedio para el análisis de cloro activo de 32%, sin embargo, trabajando con hipoclorito de análisis 33%, obtuve solución de cloro activo con 283 grms. en vez de los 330. Tomaré pues para el cálculo que obtendré una solución equivalente a 275 grms. cloro activo por kg. de hipoclorito. Puesto que yo ne-

cesito diarios 2800 grms. de cloro, necesitaré $2800/275 = 10.18$ Kgs. diarios, que por mes de 26 días de trabajo me dá 265 Kgs. que a un precio de \$0.95 el Kg. me dá un total de \$252.00 mensuales.

CALCULO DEL CLORO ELECTROLITICO.— Para él tendré dos materias que podré llamar materias primas, la sal y la electricidad.

a) A partir del rendimiento de las celdas, veo que obtengo un rendimiento de 26.3% en el caso primero, y en el caso de las celdas ya instaladas, obtuve un rendimiento de 23.25% o sea que por cada parte de sal necesaria teóricamente necesito 4.3 partes de sal en la práctica.

Según la reacción: 117.2 grms. de NaCl, me producen 35.6 grms. de Cl, luego 2800 serán producidos por 9217 grms. de NaCl, pero que por 4.3 se convierten en 39.633 Ks. diarios.

Otro método de calcular la cantidad de sal necesaria sería: Por un litro de sol. de cloro que sale un litro entra, yo obtuve que 476 lts. me producían 2903.6 grms. luego los 2800 grms. estarán en 465 lts. y habrá entrado 465 lts. de salmora 8.5 Bé o sea $8.5 \times 4.65 = 39.525$ Ks. diarios.

Ambos métodos me dan prácticamente 39.5 Ks. diarios, o sea 1027 mensuales y a \$0.11 el Kilo, dá un total de \$112.97, pero como la pureza es de 99% me eleva el total a 1037 Ks. y a \$114.07 mensuales.

COSTO DE LA CORRIENTE ELECTRICA.— El costo lo fijaré según las tarifas de la Compañía de Luz local. Un extracto de su tarifa doy a continuación:

"Cargos fijos por demanda contratada sin derecho de consumo (10-25 K. W.-Hr \$53.00 mensuales por los primeros 10 K. W. hr de demanda contratada.

\$5.00 por cada K. W./hr en exceso de los primeros 10.

Precio de energía consumida durante el mes, adicionales a los cargos por demanda contratada.

\$0.06 por cada uno de los primeros 90 K.W. hr. por unidad de demanda contratada.

\$0.05 por cada uno de los siguientes 1000 K.W. hr.
\$0.03 por cada uno de los K.W. hr. en exceso de los anteriores.

Mi motor en las celdas es de 15 H.P. o sea 11.25 K.W. hr. (1 H.P. = 0.75 K.W. hr.)

CALCULO: Mi consumo mensual será de $11.25 \times 7 \text{ hs.} \times 26 \text{ días}$:
2047 K.W. hr.

Pagaré: Por 10 K.W.hr. de demanda contratada:	\$ 53.00
Por 1 K.W.hr. en exceso de los 10 primeros:	\$ 5.00
Por los primeros 90 x 11 : 990 a \$0.06	\$ 59.40
Por los siguientes 1000 K.W.hr. a \$ 0.05	\$ 50.00
Por los restantes 57 a \$ 0.03	\$ 1.71
	<hr/>
TOTAL	\$169.11
	mensuales.

Que sumándole el gasto en sal, me dá un total mensual de \$ 283.18.

En ninguno de ambos métodos tomé en cuenta la mano de obra, depreciación y demás gastos que son iguales en ambos métodos. Hecho el balance veo que el costo del cloro electrolítico es de \$31.18 más alto, pero tomando en cuenta que el contrato con la compañía de luz fuera para el cloro solo, pero en vista que una fábrica gasta mucha corriente obtiene descuentos, y al mismo tiempo en la actualidad existe ya el pedido a EE. UU. de una turbina generadora, lo que bajará bastante el costo de la corriente y expresarán los motivos por los cuales diseñé el equipo para Cloro electrolítico, amén de las ventajas que ya expresé anteriormente.

Guadalajara, Jal., Octubre de 1944
Fac. Autónoma de Ciencias Químicas

Luis Enrique Williams

BIBLIOGRAFIA

- Farberei und Textilchemische Untersuchungen Dr. P Hermann
- Tecnología Química de los Textiles Dr. P Hermann
- Química Orgánica Vilavecchia
- Análisis Químico Eugenio Saz
- Technical Methodd of Analysis R. C. Griffin A. M. S. M.
- Electrochemistry Creighton & Koechler
- Enciclopedia Química Ullmann
- Elements of Chemical Engineering Badger & Mac. Cabe
- Chemical's Engineer Handbook Perry
- Recortes de revistas Francesas y Alemanas.