

675(04)

1.º de Ing. d. d. t.

Universidad Autónoma de Guadalajara

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias Químicas

Obtención de Licor Concentrado de Tanino a partir de la Corteza del Mangle

Tesis Profesional

que presenta

Armando Navarro Fajast

para obtener el título de

Ingeniero Químico



QUIMICA

Guadalajara, Jal., Marzo de 1953.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

A mis queridos padres,

a cuyos abnegados esfuerzos debo mi formación

A mis hermanos,

Óscar, Alicia, Ramón, Enrique y Guillermo

A mi esposa,

Rosalía

A todos mis tíos

A mis maestros, compañeros y amigos

Índice:

CAPITULO	I.—INTRODUCCION.
CAPITULO	II.—GENERALIDADES.
CAPITULO	III.—MATERIAS PRIMAS.
CAPITULO	IV.—ESTUDIO DEL PROCESO.
CAPITULO	V.—DIAGRAMA DE FLUJO.
CAPITULO	VI.—BALANCE DE MATERIALES.
CAPITULO	VII.—CALCULO Y SELECCION DE EQUIPO.
CAPITULO	VIII.—LOCALIZACION DE LA PLANTA.
CAPITULO	IX.—BALANCE ECONOMICO.
CAPITULO	X.—CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

Introducción

El presente estudio, tiene como objeto presentar las diversas operaciones a seguir en la fabricación u obtención de Tanino utilizando como materia prima la corteza del Mangle. Sería por demás enumerar las diversas y útiles aplicaciones que en la Industria tiene este producto. Sin embargo y para mencionar sólo algunas, citaré como las más importantes, la fabricación de Cueros, o sea la Teneria, la fabricación de Tintas, etc

En especial, la Teneria en nuestro país, ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos y no hay en la actualidad en México Fábricas capaces de abastecerla de los curtientes necesarios, ya que sólo existen unas cuantas, siendo las principales las de México, D. F., la de Alvarado, Vera, y la que está situada en Quintana Roo.

Así pues, la Teneria del país ha tenido que recurrir a la importación de parte de sus materias curtientes, como lo demuestran las últimas cifras del Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, para los siguientes años:

1944	1945	1946	1947
\$	\$	\$	\$
3'460,122	4'216,144	6'206,144	6'709,295

Aunque en dichas cantidades no se especifica de qué clase de Materia se trate, ya que sólo se denomina "Productos para Curtir", es de suponer que entre dichos valores, se encuentren incluidos todos los Taninos vegetales.

Dadas las circunstancias antes mencionadas, pensé hacer este estudio, para que en caso de llegar a un resultado satisfactorio y llevarlo a la práctica, contribuir con mi ayuda a evitar la carencia de dichos productos en la República Mexicana.

CAPITULO II

Generalidades

Los Taninos son sólidos, amorfos, cristalinos, de sabor astringente, de reacción ácida, solubles en agua, alcohol, en mezclas de Alcohol-Eter y en Acetato de Etilo. Son poco solubles en ácido Sulfúrico, e insolubles en Cloroformo, Benceno y Petróleo.

Sus soluciones acuosas producen coloraciones o precipitados de color azul obscuro o verde, con Sales Férricas. Se precipitan, con Acetatos de Plomo y Cobre, así como con soluciones de Cloruro Estannoso y Cloruro de Sodio. También se precipitan de sus soluciones acuosas con Tártaro Emético (43% de Sb_2O_3 y $C_2H_3O_6$ HK).

Con una solución de Gelatina, los Taninos producen precipitados similares a aquellos obtenidos con las pieles, al curtirse y formar los Cueros, que son insolubles en presencia de Taninos o Sales, pero no totalmente en Agua pura.

Los Taninos naturales, son poderosos agentes reductores y exhiben una marcada tendencia a absorber Oxígeno, especialmente en soluciones alcalinas, reduciendo además, el Licor de Fehling.

La Fórmula Química del Tanino es indefinida, ya que hay una inmensa variedad de ellos, según sea de las materias de los cuales se obtenga.

Hay diferentes Teorías desarrolladas para probar de qué clase de compuesto se trate. La más generalizada y que comúnmente se acepta, es la correspondiente a $C_{12}H_{16}O_6$, y en constitución es, el Anhídrido del Acido Gálico o ácido Digálico, o también, con dos moléculas de agua, el ácido Tánico, que tiene por fórmula: $C_{12}H_{16}O_6 \cdot 2 H_2O$.

Sin embargo, como decía, hay diferentes Teorías acerca de esto, tales como la de Emil Fisher, que afirma que es un derivado de la Glucosa. En cambio Mitchell y Nierstein, examinaron varios Taninos extraídos de diferentes vegetales, como Quebracho, Mangle, Mimosa,

etc., y encontraron muy poca Glucosa en ellos y en algunos, ninguna.

No obstante, pueden considerarse, como derivados de los Fenoles Monovalentes, Divalentes y Trivalentes. El tipo característico del primer grupo es el Fenol C_6H_5OH . Del segundo, la Pirocatequina o Catecol $C_6H_4(OH)_2$ (1-2). Y en los Trivalentes, los ácidos Fenólicos: Gálico, $C_6H_3(OH)_3COOH$, el Tanico $C_6H_2(O_2)_2 \cdot 2H_2O$, y finalmente la Quinona, cuya fórmula condensada es: $C_6H_4O_2$.

Para conocer más aun la naturaleza de los Taninos, varios Investigadores han hecho diferentes pruebas con ellos. Han encontrado sus productos de descomposición, sometiendo los a tres procesos de calor:

1).—El primero consiste en un calentamiento de ellos solos a una temperatura de 200 C., y encontraron que se producía una mezcla de Pirogalol y Catecol.

2).—Cuando se calientan con ácidos diluidos a una temperatura semejante, producen Dextrosa, ácido Gálico, ácido Eláxico, y unos cuerpos anhidros, amorfos, insolubles, llamados Flobalenos.

3).—Por último, cuando se calientan y funden, con Hidróxidos alcalinos, se obtiene Ácido Protocátrico, ácido Acético y Floroglucol (que es un Trifenol soluble en agua y más dulce que la caña de azúcar).

La clasificación más usual y conocida de los Taninos, es la siguiente:

a).—Taninos que producen una coloración o precipitado azul negro, con una solución de Acetato Ferrico. Que al descomponerse por el calor, producen Pirogalol. Que al usarlos como Curtientes producen o "echan flor", en los Cueros.

Tales son los extractos de Agallas, Mirobolanos, Divi-Divi, (Casalote), Zumaque y Valónia.

b).—Taninos que producen una coloración verde, con la solución de Acetato Ferrico. Que cuando se descomponen por el calor, producen Catecol o Pirocatequina. Además, no producen "flor" en el Cuero, o Piel curtida.

Como ejemplo de estos, tenemos el Quebracho, Cachú, Mimosa y finalmente el MANGLE.

CAPITULO III

Materias Primas

Las Materias Primas principales, que se van a usar en la obtención del Tanino en el desarrollo de este trabajo, son: La corteza del Mangle y Agua. También se utilizan, ácido Sulfúrico, como ayudante para controlar el pH, tanto de los Licores, como del Agua usada como solvente, Sulfato de Aluminio y Bisulfito de Sodio, como purificadores y decolorantes, antes de concentrar los jugos.

MANGLE.—Los Mangles son una variedad de árboles, que crecen en las zonas pantanosas y proximidades de los rios y lagunas, preferentemente en las costas. Hay varias clases de ellos, como principales citaremos:

EL MANGLE ROJO.—Su nombre científico es, *Rhizophora Mangla*. El fruto de este árbol, posee la propiedad de germinar en la misma planta; de él crece una raíz leñosa verde, que va prolongándose hasta penetrar en el fango. La madera es roja. La corteza, del mismo color que la madera, es gruesa y pesada y que produce jugos de Tanino de fuerte coloración, constituyendo esto un impedimento como curtiente, ya que les comunica un color rojizo a los Cueros. Este color rojo es muy difícil de quitar de las soluciones o Extractos líquidos. Además, en comparación con otros Mangles, su contenido de Tanino es muy bajo.

EL MANGLE BLANCO.—Lleva por nombre científico el de *Laguncularia Racemosa*. Su manera de reproducirse es similar a la del rojo y también crece como aquel en las zonas pantanosas de Rios y Lagunas en las Costas. La madera de dicho árbol, es blanca amarillenta, blanda y muy poco durable, por lo cual no se beneficia industrialmente. Su altura promedio es de 6 a 7 Mts. Su corteza, sin embargo, carece del color rojo de la *Rhizophora Mangla* y es más blanda y liviana. Tiene mayor cantidad de Taninos y sus Extractos no tienen coloración, a no ser un amarillo muy ténue, debido a una substancia llamada Languncurina, pero que más bien aparece en los Extractos al Alcohol, por ser soluble en éste.

En las soluciones acuosas, este color es imperceptible y desaparece fácilmente en la purificación usual de los Licores.

Es la corteza de este árbol la escogida para la extracción del Tanino, en el desarrollo de este estudio.

Se encuentra en muchas partes del mundo, principalmente en Madagascar, Tonquin, Guinea, Senegal, Indochina, Colombia, México, etc.

Crecen y se reproducen, en los esteros de San Blas, Nayarit, en el Edo. de Colima, en la proximidad de la Laguna de Cuyutlan y del Río Armeria, habiendo gran cantidad de ellos. No obstante, como dije, estos árboles no son aprovechados, debido a la mala calidad de su madera.

AGUA.—El Agua, como materia prima aplicada a esta Industria, es de suma importancia, ya que es precisamente el solvente o extractora del Tanino, aparte de que se va a usar en forma de vapor y en cantidades más o menos considerables.

El Agua, como solvente, debe reunir ciertas características, para una mayor eficiencia de extracción y mejor calidad del licor.

Cuando se usa agua muy dura o alcalina en la extracción, el Tanino obtenido es menor que si se hiciera con aguas blandas y de un pH menor de 7, esto es, ácida. Además, el Extracto queda de un color obscuro sucio y de pobre calidad. Este hecho ha sido objeto de profundos estudios de algunos Investigadores, que han sacado como conclusión general, que para obtener una mejor operación, se hace imperativo el uso de agua blanda, aunque Wilson y Kern, después de varios experimentos, encuentran que esto no se debe tanto a la dureza del agua, sino a que es alcalina o sea de un pH alto. De cualquier manera, la práctica aconseja el uso de agua blanda y neutra o más bien ácida, obteniéndose así, mayor eficiencia y mejor calidad.

Si las aguas de que se dispusiera fueran duras, tendrían que ser sometidas a un proceso de ablandamiento cualquiera, como por ejemplo el de Zeolita, de gran rendimiento, que no vamos a delinear aquí, por no ser parte principal de este estudio, aunque sí recomendable de llevar a la práctica. El pH, se controlaría con Sulfúrico.

ACIDO SULFURICO.—Su fórmula química es: H_2SO_4 . Es un líquido aceitoso, de densidad casi el doble de la del agua, (1.85). Inodoro e incoloro, cuando se encuentra puro. Hierve a alta Temperatura de $338^{\circ}C$. Es soluble en el agua en todas proporciones. Es un ácido

muy enérgico. Se encuentra en estado libre, en el Rio Vinagre y Agua de Leveco. Combinado, en todos los Sulfatos.

SULFATO DE ALUMINIO Y BISULFITO DE SODIO.—
Sobre el Sulfato y el Bisulfito, que se van a usar en cantidades más pequeñas comparativamente, con la corteza y el agua, sólo resta decir, que son Sales cuyo objeto es que reaccionen entre sí, para formar el Hidróxido de Aluminio, que va a ser el purificador de los Licores. Los dos son sólidos, que corresponden a las Fórmulas: $Al_2(SO_4)_3$ y..... $NaHSO_3$, respectivamente.

CAPITULO IV

Estudio del Proceso

TANINOS SINTETICOS.—A pesar de la gran cantidad de materias existentes en la naturaleza, que contienen Tanino, desde hace aproximadamente treinta años, la Badische Anilin Soda Fabrik, presentó al mercado los productos sintéticos "Neradol" y "Paradol", en forma soluble, para substituir en ciertos casos, a los Taninos extraídos de los vegetales.

Hay que consignar las dificultades técnicas, en la producción Sintética de materias Tánicas, por no haberse profundizado todavía bastante en la Química de los Taninos, y para evitar aquellos inconvenientes, se ha desviado el problema, elaborando productos distintos de los Taninos vegetales, pero que contribuyan al proceso de la transformación de la Piel en Cuero, por presentar cierta semejanza, en esta misma acción ejercida por el Tanino.

El procedimiento creado por la B. A. S. F., consiste en someter al Fenol, a la acción del Sulfúrico a 66 Be., y en cantidades iguales, elevando la temperatura a 120 C. hasta lograr la sulfonación del Fenol, que se manifiesta por ser completamente soluble en agua el producto resultante, que se enfría paulatinamente. Se adiciona después de 220 a 300 Kqms. de Aldehído Fórmico (40%), por cada Kgr. de Fenol tratado, neutralizando con un Alkali. La pasta resultante es de un color rosa pálido, que se sulfona de nuevo, para facilitar su solubilidad en el agua. En efecto, el Fenol, en presencia del Aldehído Fórmico, produce el Difeníl Metano, y éste por sulfonado, produce un líquido pardo rojizo, completamente soluble en agua, que tiene propiedades bastante semejantes a las de los Taninos naturales y que constituye un Tanino Sintético.

Este con el Fierro, produce coloraciones azules oscuras y también precipita a la Gelatina. Sin embargo, para su aplicación a la Ternería tropieza con el inconveniente de que no da aumento de peso a la Piel, ni transforma esta en Cuero verdadero, y por consiguiente su empleo se limita a su adición a los Extractos Tánicos conocidos.

también H. Schiff, Químico norteamericano, proclama haber obtenido el Tanino Sintético, secando ácido Gálico a 110 C., mezclándolo en una pasta gruesa con Oxiduro de Fósforo, y calentando la mezcla primero a 100 C., y luego paulatinamente hasta 120 C. En el calentamiento, se desprende HCl, el ácido Gálico se transforma en un polvo amarillo que se lava con Eter y se disuelve en agua. El Gálico así transformado, se cristaliza y se lava con Salmuera. El producto así obtenido, da también todas las reacciones del Tanino puro, aunque con las mismas desventajas del proceso Alemán anterior, por lo cual es más bien usado en la fabricación de Tintas.

TANINOS AL EXTRACTO.—Todos los Taninos existentes en la naturaleza, en los diferentes árboles, cortezas, hojas, frutas, raíces, etc., son extraídos por medio de líquidos, en los cuales son solubles. Aunque hace muchos años, también se extraían por procedimientos Mecánicos, tales como machacamiento de hojas o cortezas, siendo el producto demasiado impuro, aparte de que sólo se obtenía en cantidades parciales muy pequeñas, pues casi todo permanecía en la materia prima y sólo se sacaban ínfimas cantidades disueltas en el agua o humedad propia del material, que brotaba por la Presión que se le aplicaba. Este método, ha caído completamente en desuso.

Entre los líquidos con los cuales se han hecho ensayos en la extracción de Taninos, figuran principalmente el Alcohol y el Agua.

No obstante el único que se utiliza en la actualidad en la Industria, es el Agua, pues varios ensayos hechos por químicos alemanes, entre los cuales se cuentan Freudenberg y Nierstein, sobre las ventajas de uno y otro aplicados a la industria, muestran que los Extractos al Alcohol, son incosteables. En efecto, ellos probaron con diferentes materiales que contenían Tanino, haciendo extracciones con Alcohol y con Agua y encontraron que el Tanino sí es más soluble en Alcohol, pero habiendo muy poca diferencia, un promedio de 1.5 - 3%. Pero también obtuvieron un producto mucho más impuro, debido a que en el Alcohol se disolvían también las resinas, gomas, etc., que se encontraban en la madera.

Además, al llevar este proceso a la práctica, demostraron que no compensaría el aumento de Tanino ganado en mayor disolución, con la compra de un aparato recuperador del solvente y de un proceso

más profundo y más caro de decoloración y purificación, del Extracto sólido.

Así pues, daremos una breve explicación, de los procesos de extracción con agua más conocidos, antes de pasar a desarrollar el procedimiento escogido en este estudio.

a) —METODO DE BASO ABIERTO

Este es uno de los más antiguos usados para obtener Tanino, a partir de cortezas, hojas, etc.

Las cortezas, o el material de que se disponía, se quebraban en pequeños trozos, que luego se hacían más pequeños, despedazándolos en un molino. Los tanques de extracción estaban usualmente en baterías de alrededor de ocho unidades, que tenían falsos fondos perforados, sobre los cuales se colocaba el material molido. En el fondo de los tanques, había un tubo, a través del cual el licor podía sacarse o bombearse de un tanque a otro. Cuando se ponía corteza fresca en una de las tinajas o baños (que eran de forma cilíndrica) se hacía pasar sobre ella el licor que había sido usado en el agotamiento de los otros siete tanques. Este licor concentrado se sacaba y se mandaba a los tanques de almacenamiento.

Esta corteza era entonces tratado con licor, que había pasado por solamente seis tanques. La última extracción se le hacía con agua fresca, después de lo cual se descargaba. El agua fresca se usaba solamente en el tanque donde se encontraba el material más agotado. Tan pronto como se vaciaba cada tanque, se preparaba con material fresco, haciendo de la batería de extracción un ciclo continuo. El objeto de este proceso era obtener licores lo más concentrados posible.

b).—METODO DE TAMBORES ROTATIVOS.

En este sistema los tanques fijos se sustituían por tambores de rotación verticales, usando el mismo principio, que el de los tanques abiertos, el licor siendo bombeado de un tambor a otro. El objeto del movimiento era obtener un mayor agotamiento de los materiales.

c).—SISTEMA DE CONTRACORRIENTE.

En este proceso de extracción, el material que se usaba, se forzaba a pasar en una dirección por medio de un conductor de gusa-

no, mientras que el agua fluya sobre el material en dirección opuesta, esto es, en contracorriente. En el punto de entrada del agua fresca, el material quedaba prácticamente agotado y se descargaba en una pila, de la cual era llevado a los hornos como combustible, o para ser aprovechado en otro uso que tuviera.

Sin embargo todos estos procesos ya prácticamente han caído en desuso, por la aparición de otros más nuevos y eficientes y solamente se practican en pequeñas Tenerías, que a medida que ocupan Taino para curtir, sacan el licor de los tanques de almacenamiento. Su mayor desventaja es que usaban como líquido extractor, agua fría, ocupando por ello mucho tiempo de proceso, ya que la velocidad de extracción aumenta con la Temperatura a que se lleve a cabo.

d).—TANQUES ABIERTOS CON AGUA CALIENTE.

Este proceso, es completamente semejante al método de baño abierto, en cuanto a su operación, pero usando como solvente agua caliente, obteniendo con ello mayor rendimiento. Se disminuye el tiempo de extracción, por medio de la Temperatura, aunque también se corre el riesgo de que si esta es muy elevada, con ella también aumenta la velocidad con que se descompone la materia disuelta, teniendo pues, pérdidas de Taino, que se transforma en compuestos No-Tánicos, disminuyendo así el rendimiento, en vez de mejorarlo. No obstante, esto no constituye una desventaja de este método, pues se puede controlar, con repetidos análisis de licor sobre contenido de Taino, durante la extracción, determinando así la Temperatura óptima.

e).—AUTOCLAVES.

Uno de los últimos métodos de extracción que ha aparecido con miras a un mejor agotamiento de la materia prima y sobre todo para disminuir el tiempo de extracción hasta donde sea posible, ha sido el de Autoclaves, que son aparatos, que aparte de tener Temperatura, también van acompañados de Presión, ya que son cerrados.

No obstante de las ventajas de este procedimiento, no es el preferido, pues lleva consigo, varios factores de peso en contra. Estos son: Producen mucha mayor coloración en los licores, pues solubilizan muchas materias colorantes y materiales insolubles, como resinas, gomas, pépticos, y aun pequeñas partículas de madera, casi impalpables, disminuyendo con esto la pureza del producto, requiriendo un fuerte

gasto de tiempo y dinero, en un sistema apropiado de purificación. Son mucho más caros además, en su costo, e instalación, que los tanques abiertos. Tienen también los Autoclaves, usados como extractores, la desventaja de la pérdida de Taninos, debido al exceso de Temperatura, ya que a lo menos que pueden trabajar es a 1.5 Atrósferas de Presión, que corresponde a una Temperatura de 127°C, como mínimo.

Después de haber visto, aunque sea de modo somero, algunos métodos usados en la obtención de Extractos de Tanino, expondremos a continuación, el Estudio del Proceso, de que va a constar este trabajo.

Las operaciones necesarias para la fabricación del Licor de Tanino, son:

- 1.—Molienda de la Corteza del Mangle.
- 2.—Extracción de Tanino, usando como solvente, agua caliente.
- 3.—Enfriamiento del Licor.
- 4.—Decoloración y Purificación.
- 5.—Filtración.
- 6.—Concentración del Licor, evaporándolo.

Antes de seguir adelante con el desarrollo del Proceso, y ya que tenemos que dar algunos datos de operación durante su transcurso, debo mencionar que aunque algunos son tomados de la práctica, otros fueron obtenidos en el Laboratorio experimentalmente, ya que construí una unidad de Extracción, para determinar las diferentes variables, o condiciones óptimas de Proceso, tales como:

- a).—Tamaño del material al que se le va a extraer Tanino.
- b).—pH a que se deba operar.
- c).—Proporción de agua usada por cantidad de Corteza.
- d).—Temperatura.

c).—Tiempo de Extracción.

Así pues, aclarado esto, tenemos la primera operación:

I.—MOLIENDA

La corteza del Mangle, no es una madera dura; más bien se puede decir que es hasta blanda, comparada con la corteza de otros árboles, siendo además un poco porosa.

Se recibirá en la Fábrica para ser molida, en tamaños más o menos de 15 a 20 cms. de longitud, para no tropezar con dificultad en su alimentación al Molino encogido.

Su densidad es aproximadamente de 44 lbs. por pie³.

Aunque para una extracción más eficiente, el material debe ser reducido a partículas lo más chicas posible, para aumentar así el área de contacto, entre este y el agua, no obstante se prefiere que la molidura no sea excesivamente fina, pues al añadirle el agua, se forma una masa compacta, de difícil agotamiento de sus extractos, no lográndose así el propósito que se persigue, gastándose inutilmente en un Molino más caro.

La práctica aconseja reducir el material a un tamaño que atraviese un Tamiz o Malla No. 10 de la Escala Tyler Std., para la generalidad de las cortezas, aunque en los experimentos de extracción que llevé a la práctica, lo hice con un tamaño que atraviese una Malla No. 8 Tyler Std., pues comparando la corteza del Mangle con otras a simple vista se ve que es más porosa, o sea menos compacta, cualidad que permite que el agua penetre a través de ella. Además, no hubo variación en el Tanino contenido en el Extracto, con un tamaño y otro, operados a las condiciones óptimas encontradas, de Tiempo y Temperatura.

El mismo Molino usado para pulverizar el material, aprovechando el aire que produce el rotor al estar girando y por medio de unas aspas, levanta el material molido hasta la altura de la parte superior del Extractor (5.5 Mts.), no necesitándose un conductor especial, para transportar la corteza, sino únicamente el ailitamento propio del Molino.

II.—EXTRACCION.

Esta es la operación más compleja del proceso, pues para en-

contrar las mejores condiciones, se tuvieron que hacer varios ensayos, acompañados de sus correspondientes análisis, para determinar lo más exacto posible dichas condiciones.

La cuba de extracción piloto que se usó para tal objeto, era de madera de pino, con una capacidad aproximada de 5 Lts., con un agitador de aspas de una velocidad de 300 r.p.m. Además, como medio de calefacción, un serpentín de cobre, con vapor, aparte de un Termómetro para controlar la Temperatura.

Como ya vimos, la velocidad de extracción, aumenta con la Temperatura, pero al mismo tiempo, si ésta es excesiva, los Taninos se transforman en No-Taninos, siendo pues el problema, determinar la mayor Temperatura, para disminuir con esto el tiempo, extrayendo el mayor porcentaje de Tanino.

Para las diversas extracciones, se tomaron como datos constantes los siguientes:

- 1.—Un pH 5, para obtener mayor extracción y mejor calidad.
- 2.—Tamaño del Material, que pase por una Malla No. 8 Tyler Std.

3.—Proporción del Solvente, con relación a corteza: 2 Lts. de agua caliente, por 1,000 qms. de viruta (dato recomendado por Parker, para llevar a cabo un buen agotamiento de la corteza, pues según afirma si la cantidad de agua no es suficiente con relación al material, aunque las otras condiciones sean las óptimas no se consigue el objetivo deseado).

En la primera Extracción, se tomó como una Temperatura constante:

70 C ± 2 C y se obtuvieron los siguientes resultados, haciendo determinaciones cada hora:

1 hora:	3.01 %
2 hrs.:	5.75 %
3 hrs.:	8.51 %
4 hrs.:	10.46 %
5 hrs.:	11.52 %
6 hrs.:	12.25 %
7 hrs.:	12.50 %
8 hrs.:	12.62 %

Después se aumentó la Temp. 10 C. esto es la extracción se llevó a cabo a 80°C ± 2 C. Los resultados fueron:

1 hora:	6.52%
2 hrs.:	9.27%
3 hrs.:	11.25%
4 hrs.:	13.01%
5 hrs.:	14.02%
6 hrs.:	14.45%
7 hrs.:	14.60%
8 hrs.:	14.71%

El tercer ensayo se hizo a una Temperatura de 90°C ± 2°C.:

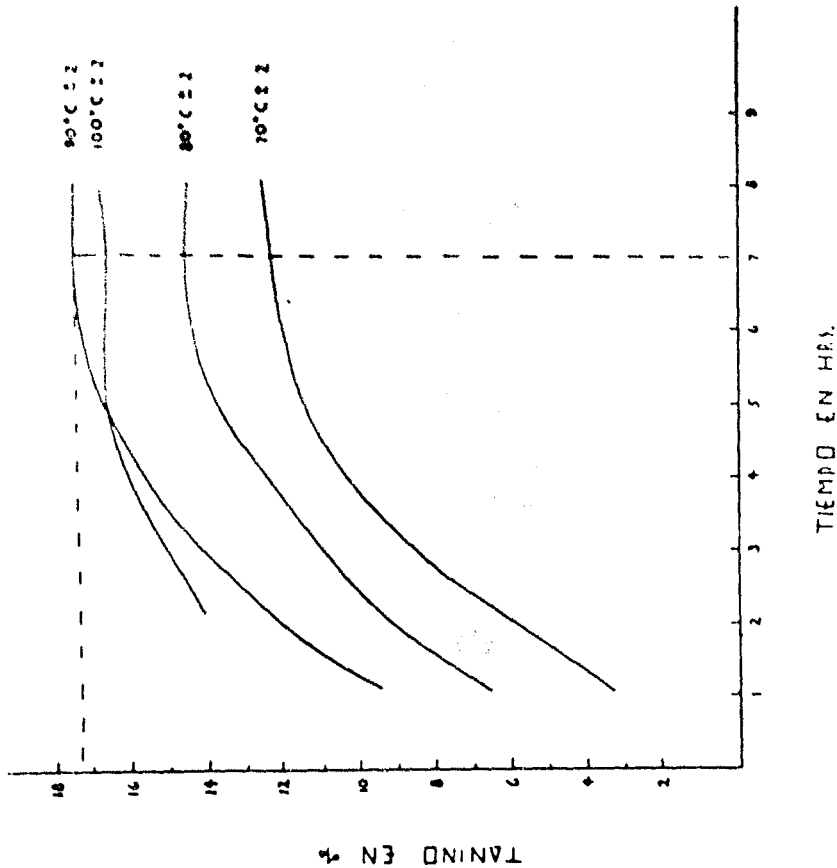
1 hora:	9.48%
2 hrs.:	12.23%
3 hrs.:	14.23%
4 hrs.:	15.85%
5 hrs.:	16.83%
6 hrs.:	17.34%
7 hrs.:	17.72%
8 hrs.:	17.81%

Todavía hice cuatro determinaciones más, a 100°C ± 2°C, cada dos horas, pero los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, ya que resultó un Licor de coloración muy fuerte (por lo tanto muy difícil de decolorar y purificar) además de no tener mayor cantidad de Tanino, pues tal parece que con la ebullición, comienza la transformación de los Taninos, en cuerpos No-Tánicos.

2 hrs.:	14.04%
4 hrs.:	16.11%
6 hrs.:	16.74%
8 hrs.:	16.80%

Los resultados obtenidos a las diferentes Temperaturas, están graficados en la siguiente figura, mostrando las diversas curvas de extracción, colocando en las abscisas, Tiempo en Hrs. y en las ordenadas Tanino en %.

Se notará analizando las curvas, que la única que sigue una



trayectoria más o menos diferente de las otras, es la de 100 C. tal vez porque a esa temperatura se verifican dos procesos: Extracción de Taninos, y pérdida de ellos, debido al exceso de dicha Temp.

NOTA. Todos los análisis efectuados para la determinación de Taninos, fueron hechos según el método de Pröcter.

Como se verá por las curvas de Extracción, la mejor temperatura a que se debe operar, es a 90 C. ya que se obtiene el mayor porcentaje de Tanino, con el mismo tiempo.

Sin embargo la extracción no se llevará a cabo hasta un tiempo de 8 horas, uno talmente de 7, para que resulte costeable, ya que de las 7 horas en adelante, ya no aumenta por cada hora ni siquiera 0.50%, haciéndose la curva casi, asíntota con el eje de las abscisas, no compensando este pequeño aumento, la cantidad de vapor usado para mantener la Temp. a 90 C. además de que también se tardaría más tiempo en la Extracción.

La obtención de Licor concentrado no va a ser continua, sino que habrá descarga cada 8 horas (7 de extracción, más una hora para la carga y descarga del aparato).

El agotamiento de las cortezas se efectuará en una sola cuba extractora, sin cambiar el Licor o la corteza a otra unidad a un tiempo determinado, sino que en ella misma se operara hasta la concentración deseada, lo cual se consigue nada más poniendo la cantidad de agua indicada y recirculando el Licor a través de la corteza, forzándolo por medio de una bomba, ya que esta circulación continua, acelera el agotamiento de la materia Tánica.

III.—ENFRIAMIENTO DEL LICOR.

En la fabricación de Extractos Tánicos, es de mucha importancia lograr la refrigeración completa y rápida de los jugos que provienen de los Extractores, de modo que su temperatura no exceda de unos 24 C. para evitar la oxidación y fermentación del Licor, que se traduciría en pérdidas de Tanino.

Esto se logra, haciendo pasar el jugo bombeándolo sobre tubos de bronce, por los que está circulando agua fría. Luego se envía el jugo a un tanque de almacenamiento, en donde se procederá a la purificación.

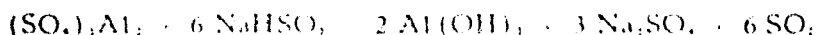
IV.—DECOLORACION Y PURIFICACION.

En el tanque donde se encuentra el jugo almacenado después de haber sido enfriado, se lleva a cabo el proceso de Purificación. Tiene el tanque un agitador mecánico, como ayuda para que las sustancias decolorantes que se van a agregar, se mezclen bien con el Licor, haciéndose por tanto, mejor la operación.

Se añade primero, una solución de Sulfato de Aluminio, dependiendo la cantidad de este producto, de la Densidad del jugo.

Después de la mezcla del Sulfato con el Licor, se añade, también en solución, Bisulfato de Sodio, agitando continuamente.

La reacción que se desarrolla es la siguiente:



El jugo se decolora, por el Hidrato de Aluminio que se forma en estado naciente, el cual actúa sobre las partículas resinoidales, gomas, etc., que se aglutinan, precipitándose hacia el fondo más o menos en un tiempo de 4 a 5 horas, después que ha cesado la agitación.

Además también el ácido Sulfuroso que se forma, ejerce un efecto decolorante intenso, ayudando con esto a la purificación.

Así pues, en este tanque se efectúa la decantación, para separar los precipitados formados, casi en su totalidad, para luego enviarse el jugo a una filtración.

V.—FILTRACION.

Tiene por objeto, separar del Licor las materias aglutinadas extrañas a Taninos, que aún permanecen en él, pues no desaparecen totalmente en la decantación, así como también pequeñas partículas de madera, que fueron arrastradas mecánicamente, al descargarse el Extractor.

Se lleva a cabo por medio de Filtros Prensas, ya que el jugo con una concentración de Taninos más o menos elevada, es algo denso y aún viscoso, y la filtración puede efectuarse perfectamente sin que haya pérdidas de Licor debido a fugas, quedando como tortas las impurezas que se mandan al desecho, quedando el Licor bastante claro y puro, listo para llevarse a concentrar por medio de la Evaporación.

Con estos filtros, se recupera totalmente el Licor y se eliminan totalmente también, las impurezas (7% de arrastre de madera agotada más las partículas aglutinadas que no se separaron en la decantación), disminuyendo un poco la densidad de la solución, habiendo más o menos una pérdida de 1% de Tanino, que se queda impregnado en las tortas de las prensas, que son en su mayoría partículas de madera, la cual reabsorbe algo de Tanino.

VI —CONCENTRACION DEL LICOR

Una vez que ha sido filtrado el Licor, para librarlo hasta donde es posible de impurezas, se procede a someterlo a un proceso de Evaporación, para concentrar el jugo, ya que el Licor tiene relativamente poco Tanino en comparación con el agua en que se encuentra disuelto.

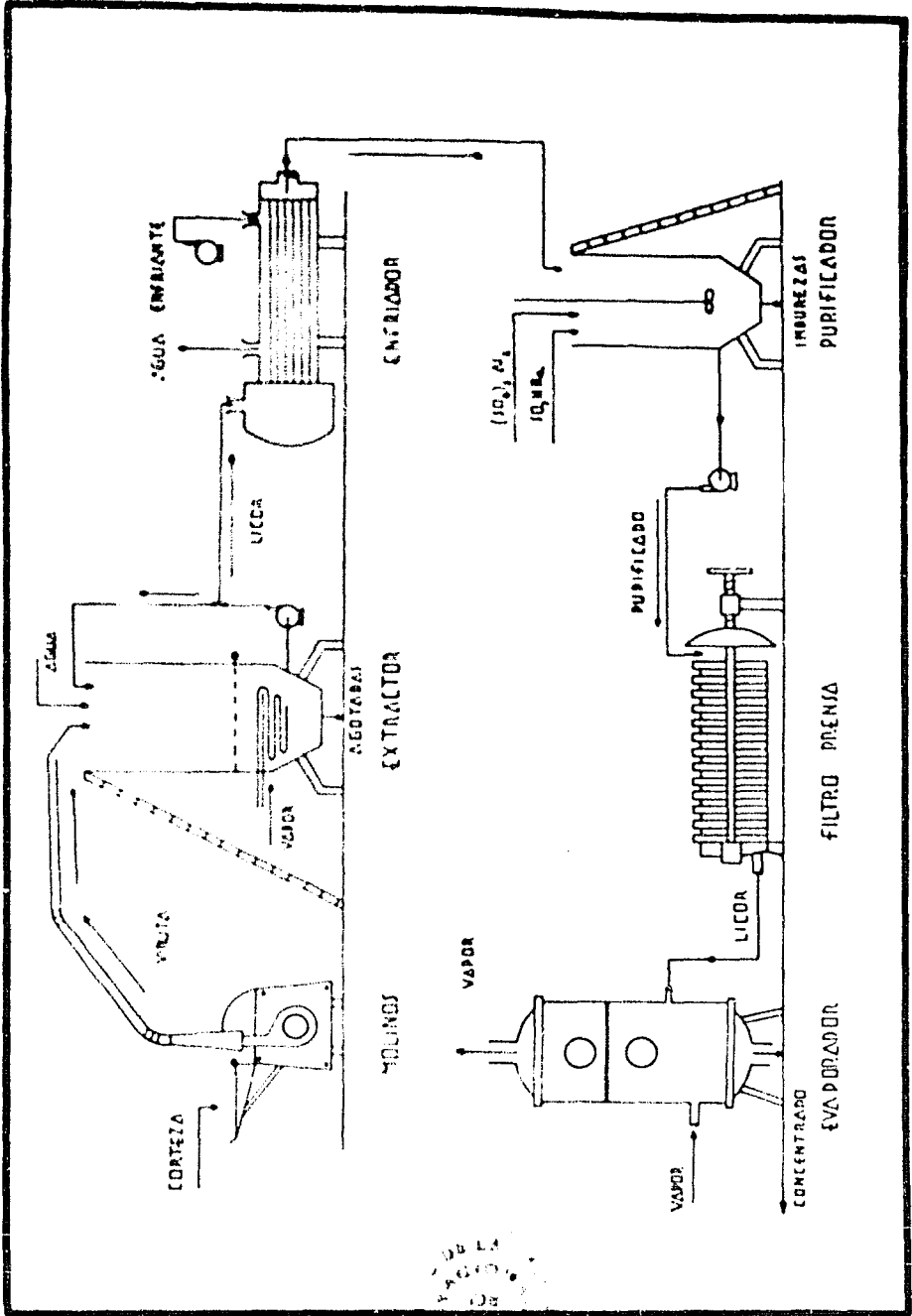
Como el producto final va a ser un líquido, conviene para que sea costeable, que tenga lo más que se pueda de Tanino, evitando con esto, gastos de almacenamiento y fletes.

La evaporación se efectúa en el vacío, para que la Temperatura a que se efectue, sea relativamente baja y no vaya a haber pérdidas de Tanino.

El Licor se va a concentrar de un contenido de 16.72% hasta un 70% de Tanino, que es como quedará finalmente, para ser mandado al mercado.

CAPITULO V.

Diagrama de Flujo



INSTITUTO
 VENEZOLANO
 DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS
 CARACAS

CAPITULO VI.

Balance de Materiales

I.—BASE:

Se van a trabajar 28.800 Kgms. de corteza en 24 horas.
o sean: $28.800 \div 24 = 1.200$ Kgms./hora.

II.—ANÁLISIS PROMEDIO DE LA MATERIA PRIMA:

10 1% de Humedad
39 7% de Tainno
6 1% de solubles. No-Tainnos (Gomas, Resinas, etc.)
44 1% de insoluble.

Total: 100 00%

III.—MOLINOS

1).—Entran: 28.800 Kgms. en 24 horas.
1.200 Kgms./hora.

Cómo se pierde en este proceso 1% de humedad:

2).—Salen:

a). Corteza: $28.800 - 288 = 28.512$ Kgms. en 24 horas.
o sean: 1.188 Kgms./hora.

b). Agua: 288 Kgms. en 24 horas.
o sean: 12 Kgms./hora.

c). Total: $28.512 + 288 = 28.800$ Kgms. en 24 horas.
 $1.188 + 12 = 1.200$ Kgms./hora.

Sin embargo con la pérdida del 1% de humedad, el análisis del material varía, siendo ahora molido:

- 9.20% de Humedad.
- 40.10% de Tanino.
- 6.16% de solubles. No-Taninos (Gomas, Resinas, etc.)
- 44.54% de insolubles.

Total: 100.00%

IV.—EXTRACTOR.

1).—Entran:

a).—Corteza:

28,512 Kgms. en 24 horas.

Como se va a trabajar en cargas o periodos de 8 horas, tres diarios:

$28,512 \div 3 = 9,504$ Kgms. carga.

b).—Agua:

Se ocupan 2 Lts. por Kgms. de corteza, serán:

$28,512 \times 2 = 57,024$ Lts. en 24 horas.

Como D = 1,000, son: 57,024 Kgms. en 24 horas.

o sean $57,024 \div 3 = 19,008$ Kgms. carga.

c).—Total:

$28,512 + 57,024 = 85,536$ Kgms. en 24 horas.

o: $9,504 + 19,008 = 28,512$ Kgms. carga.

2).—Salen:

a).—Corteza:

$28,512 - (39.21\% \text{ de Tanino que se le extrajo, para formar un Licor } 17.72\% + 6.16\% \text{ de No-Taninos } + 7\% \text{ de la corteza agotada, que sale como arrastre en el Licor}):$

$28,512 - 13,440.1 = 15,071.9$ Kgms. en 24 horas.

o sean $15,071.9 \div 3 = 5,023.96$ Kgms. carga.

b).—Licor:

$57,024 + (39.21\% \text{ de Tanino } + 6.16\% \text{ de No-Taninos } + 7\% \text{ de madera de arrastre}):$

57.024 + 13.440.1 = 70.464.1 Kgms. en 24 horas.
o sean: 70.464.1 : 3 = 23.488.04 Kgms. carga.

c).—Total:

15.071.9 + 70.464.1 = 85.536 Kgms. en 24 horas.
5.023.96 + 23.488.04 = 28.512 Kgms./carga.

V.—ENFRIADOR.

1).—Entran:

70.464.1 Kgms. de Licor en 24 horas.

Como ahora tiene una Densidad de 1.0500:

70.464.1 : 1.0500 = 67.108.6 Lts. en 24 horas.
o sean: 67.108.6 : 24 = 2.796.19 Lts./hora.

2).—Salen:

70.464.1 Kgms. en 24 horas.
o: 67.108.6 Lts. en 24 horas.
o: 2.796.19 Lts./hora.

VI.—TANQUE PURIFICADOR:

1).—Entran:

a).—Licor:

70.464.1 Kgms. en 24 horas.
o: 67.108.6 Lts. en 24 horas.

Como este tanque va a trabajar también en periodos de 8 horas (1 hora de agitación para mezclar las substancias, más 6½ horas de asentamiento y ½ hora para carga y descarga):

70.464.1 : 3 = 23.488.04 Kgms./carga.
o: 67.108.6 : 3 = 22.369.53 Lts./carga.

b).—Sulfato de Aluminio:

Klenk, autor de este método de purificación, recomienda po-

ner. por cada aumento en la densidad de 0.050, sobre 1.000, 2 Kgms. por cada 1.000 Lit. que se vayan a purificar. Como nuestro Licor tiene una densidad de 1.050 a 25 C. se deberán poner:

$$2 \times 22.369.53 \div 1.000 = 44.74 \text{ Kgms. carga.}$$

c) —Bisulfato de Sodio

Según la Reacción:

$(\text{SO}_4)_2\text{Al}_2 + 6 \text{NaHSO}_3 = 2 \text{Al(OH)}_3 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 6 \text{SO}_2$
se necesitan 6 mols. de Bisulfato de Sodio, por mol. de Sulfato, para la formación del Hidróxido de Aluminio

Entonces

$$\text{P. M. del Sulfato} = 341.94$$

$$\text{P. M. del Bisulfato} = 104.$$

Así pues, cantidad de Bisulfato

$$44.74 \times 104 \times 6 \div 341.94 = 78.72 \text{ Kgms. carga.}$$

d) —Total

$$23.488.04 + 44.74 + 78.72 = 23.611.5 \text{ Kgms. carga.}$$

2) —Salen

a). Licor:

23.488.04 — (6.16% de los 28.512 Kgms. de corteza, que se extrajeron como impurezas, aglutinadas en el Hidróxido de Al):

$$23.488.04 = 1.756.34 + 21.731.70 \text{ Kgms. carga.}$$

b). Impurezas: Hidróxido de Al. + Gomas, Resinas, etc.:

$$1.756.34 + 44.74 + 78.72 = 1.879.80 \text{ Kgms. carga.}$$

c). Total:

$$21.731.70 + 1.879.80 = 23.611.5 \text{ Kgms. carga.}$$

VII.—FILTRO PRENSA:

1) —Entran:

a). Licor:

21.731.7 Kgms. carga del tanque purificador.

Como son tres cargas diarias:

21.731.7 x 3 = 65.003.1 Kgms. en 24 horas.

Como D = 1.0500; $65,003.1 \div 1.0500 = 61,907.7$ Lts., en 24 horas.

o sean: $65,003.1 \div 24 = 2,708.46$ Kgms./hora.

$61,907.70 \div 24 = 2,579.48$ Lts./hora.

2).—Salen:

a). Licor: 65,003.1 — (7% de madera que queda como tortas + 1% de Tanino, que queda en la madera):

$65,003.1 - 2,100.12 = 62,902.98$ Kgms. en 24 horas.

o sean: $62,902.98 \div 24 = 2,620.96$ Kgms./hora.

b). Madera + Tanino:

2,100.12 Kgms. en 24 horas.

o: $2,100.12 \div 24 = 87.50$ Kgms./hora.

c). Total: $62,902.98 + 2,100.12 = 65,003.1$ Kgms. en 24 horas.

$2,620.96 + 87.50 = 2,708.46$ Kgms./hora.

VIII.—EVAPORADOR

1).—Entran: 62,902.98 Kgms. en 24 horas de Licor.

o sean: $62,902.98 \div 24 = 2,620.96$ Kgms./hora.

O: $2,620.96 \div 1.050 = 2,496.15$ Lts./hora.

De éstos 62,902.98 Kgms. de Licor, 16.72% (ya que se perdió 1% en la filtración), son de Tanino, o sean: 10,324.18 Kgms.

Como D = 1.0500; $62,902.98 \div 1.05 = 59,907.6$ Lts., en 24 horas.

Concentración: $10,324.18 \div 59,907.6 = 172.3$ Gms./Lt. con un contenido de 16.72%.

Con 70%, que es como va a quedar finalmente:

$$16.72 \text{ — } 172.3$$

$$70 \text{ — } x$$

$$x = 743.5 \text{ Gms./Lt.}$$

De donde luego, cantidad de Licor con 70% de Tanino:

$10,324.18 \text{ Gms.} \cdot 743.5 \text{ Gms./Lt.} = 13,886 \text{ Lts. de Licor.}$

Así pues, se necesitan evaporar:

$59,907.6 - 13,886 = 46,021.6 \text{ Lts. de agua en 24 horas.}$

o: $46,021.6 \div 24 = 1,917.5 \text{ Lts./hora.}$

2).—Salen.

a). Licor: $13,886 \text{ Lts. en 24 horas.}$

o: $13,886 \div 24 = 578.58 \text{ Lts./hora.}$

b). Agua: $46,021.6 \text{ Lts. en 24 horas.}$

o: $46,021.6 \div 24 = 1,917.57 \text{ Lts./hora.}$

c). Total: $13,886 + 46,021.6 = 59,907.6 \text{ Lts. en 24 horas.}$

$578.58 + 1,917.57 = 2,496.15 \text{ Lts./hora.}$

Así pues, quedan finalmente:

$13,886 \text{ Lts. de Licor, con una concentración de: } 743.5 \text{ Gms./Lt.},$
que dan un total de Tanino de:

$10,342.18 \text{ Kgms. diarios.}$

CAPITULO VII.

Cálculo y Selección de Equipo

Antes de comenzar a seleccionar el equipo adecuado de esta Industria, conviene hacer la aclaración, de que el material usado en la construcción de los diferentes aparatos y auxiliares, para la fabricación de Tanino, o por mejor decirlo, de aquellos que estén en contacto con el Licor, no deben de ser de Fierro, ya que todos los Taninos vegetales se combinan vigorosamente con él, formando productos de una intensa coloración azul negra, siendo uno de ellos el Tannato de Fierro.

Es tan intenso este color, que los compuestos de Fierro del Tanino son grandemente usados en la fabricación de Tintas Negras. Aún pequeños porcentajes de Fierro presentes en los extractos, producen el color intenso azul, por lo que se evitará a toda costa, para la mejor calidad del Licor.

Por lo tanto los materiales que se usarán, serán principalmente: Madera (Extractor y Purificador), Cobre y Bronce (Bombas, Tubos, Enfriador, Calandria del Evaporador, etc.)

I.—MOLINOS.

Serán marca: Fairbanks Morse.

Con las siguientes especificaciones:

Son de Martillos con Cuchillas.

Tamaño de la Criba: 1/16—3/32, en Pulg. de abertura.

Area de la Criba: 561 Pulg².

Velocidad: 2,200 r. p. m.

Tipo: No. 561.

Capacidad: Muele de 500 a 730 Kgms. por hora.

Potencia requerida: 20 — 25 H. P.

Peso: 304 Kgms.

Los molinos llevan además un ducto junto a la descarga, por el cual se levanta el material molido hasta una altura de 6 mts. máximo.

Como se van a moler 28,800 Kgms. diarios (ver Bal. de Mats.), o 1,200 Kgms./hora, se van a necesitar dos molinos, pues se considerará que muelen un promedio de 600 Kgms./hora, cada molino.

II.—EXTRACTOR

Material: Madera de Pino, por no impurificar el Licor, además de que es más barato el costo.

Forma: Constará de una parte cilíndrica, y otra cónica truncada, la inferior, que servirá de ayuda en la descarga de la corteza agotada.

Sera abierto, esto es, no se trabajará a Presión.

Temperatura: 90°C.

Tiempo de Extracción: 7 horas, más media hora para cargarlo y media hora para descargarlo. Total: 8 horas.

Llevará un falso fondo, o sea una rejilla de madera sobre la que se colocarán las cortezas. Estará colocada dicha rejilla, entre la parte cónica y la cilíndrica, se podrá accionar desde el exterior del Extractor, para efectuar la descarga de la viruta agotada.

Medio de Calefacción: Serpentin de Cobre (para que no sea atacado) con vapor, controlado automáticamente.

Además, como un auxiliar en la extracción, se pondrá una bomba de Bronce, con su tubería correspondiente (de la parte inferior del tanque, a la superior por fuera del extractor), que servirá para recircular el Licor, haciéndolo pasar a través de la corteza, continuamente.

CAPACIDAD

1).—Corteza: Se van a moler 28,800 Kgms. ó 63,436 Lbs. en 24 horas, que pierden en este proceso 1% de humedad, quedando para ser tratadas, 62,801.6 lbs. ó 28,512 Kgms.

La densidad de la corteza es: 44 lbs. m³.

De donde, ocupan un volumen de: $62,801.6 \div 44 = 1,427.3$ pies³.

2.—Agua: Se necesitan 2 lbs. de agua por Kgm. de corteza:

$28,512 \times 2 = 57,024$ lbs. = 1 lt. = 0.035 pies³.

De donde: $57,024 \times 0.035 = 1,995.8$ pies³.

3.—Volumen total: $1,427.3 + 1,995.8 = 3,423.1$ pies³.

1 m³. = 35.31 pies³.

De donde luego: $3,423.1 \div 35.31 = 96.94$ mts³.

Como se operará con un tiempo de extracción de 8 hrs. (incluyendo la carga y descarga del aparato) se obtendrá licor de una ma-

nera discontinua, tres veces durante las 24 hrs.

Por lo tanto, la capacidad de nuestra cuba extractora, debe ser de: $C = 96.94 \div 3 = 32.31 \text{ mts}^3$.

Las dimensiones serán:

Altura Total: 5 mts.

4 .. de la parte cilíndrica.

1 .. de la parte cónica.

Diámetro: 3.5 mts. en la parte cilíndrica.

2.0 .. en la base menor del cono truncado.

De donde luego el volumen del aparato será:

1.—Parte Cilíndrica: $V = 3.1416r^2h$.

$$V = 3.1416 \times 3.06 \times 4 = 38.43 \text{ mts}^3.$$

2.—Parte Cónica: $V = 3.1416h \div 12 (D^2 + D.d + d^2)$.

$$V = 3.1416 \times 1 \div 12 (12.25 + 7 + 4) = 6 \text{ mts}^3.$$

3.—Volumen total: $38.43 + 6 = 44.43 \text{ mts}^3$, que es más que suficiente, para los 32.31 mts^3 de material que se trabajarán, quedando espacio para la formación de espuma, que aunque no es mucha, no debe derramarse, así como también para que quepa el serpentín.

Bomba de recirculación del Extractor.

Será de bronce, para evitar que el licor la ataque.

Por la ecuación de Bernoulli:

$$X + U^2/2g + PV = F + W = X_1 + U_1^2/2g + P_1V_1.$$

Los términos $U^2/2g$ y $U_1^2/2g$, se anulan, debido a que las velocidades son iguales, ya que el diámetro del tubo es igual a la entrada que a la salida.

PV y P_1V_1 , también se anulan, ya que los volúmenes y presiones son las mismas.

$X = 0$, Porque es donde está situada la bomba.

Así pues, la ecuación se reduce en:

$$W = X_1 + F. \text{ Donde:}$$

W = trabajo de la bomba en pies de solución.

X = altura a que se elevará la solución, en pies: 16.5.

F = pérdidas debido a la fricción, en pies-lbs. de líquido.

Volumen que va a recircularse

Son 22,000 lbs. de licor (despreciando el 7% de madera de arrastre).

Para una extracción más efectiva, se recomienda hacer recircular el volumen total dos veces, en una hora: $22,000 \times 2 = 44,000$.

El tubo de recirculación va a ser de 2". De donde, Velocidad:

$$V = 18.5 \text{ pies/seg.}$$

El valor de F se calcula por medio de la Fórmula de Fanning:

$$F = 2fLv^2/gD \quad \text{Donde:}$$

L = longitud del equivalente del tubo, en pies = 30

D = diámetro interno del tubo, en pies = 0.17

v = velocidad del licor, en pies/seg = 18.5

g = aceleración de la gravedad, en pies/seg² = 32.2.

f = factor de fricción de Fanning (tomado de la gráfica de f contra el No. de Reynolds) $Re = Dvd/m$ Donde:

d = densidad, en lbs./pie³, a 90°C = 65.52.

m = viscosidad, en unidades inglesas, a 90°C = 0.000512.

$$Re = 0.17 \times 18.5 \times 65.52 / 0.000512 = 402,148.$$

Para este valor, $f = 0.004$ (para un tubo de Bronce), de donde:

$$F = 2 \times 0.004 \times 30 \times 342.25 / 32.2 \times 0.17 = 14.8 \text{ pies.}$$

Ahora: $W = 16.5 + 14.8 = 31.3$ pies de solución.

La potencia requerida será:

$$H. P. = W \times Q / 550. \quad \text{Donde } Q = 28.16 \text{ lbs./seg.}$$

$$H. P. = 31.3 \times 28.16 / 550 = 1.6.$$

Pero como la bomba tiene una eficiencia de 50%:

$$1.6 / 0.5 = 3.2$$

Motor empleado: 5 H. P.

Cálculo de la cantidad de Calor y del área del Serpentin necesarios para la Extracción:

El Serpentin será de cobre.

$$\text{Cantidad de calor } Q = (Wc_s + W_c) \Delta t. \quad \text{Donde:}$$

W = Kgms. de agua: 19,008.

c = calor específico del agua: 1.0.

W = Kgms. de corteza: 9,504.

c = calor específico de la corteza: 0.6.

Δt = Diferencia de Temperatura: $90 - 25 = 65^{\circ}\text{C}$.

De donde luego:

Q = $(19,008 \times 1 + 9,504 \times 0.6) 65 = 1,606,150$ Cal./hora.

O sean: $1,606,150 \times 3.968 = 6,376,415$ B. T. U./hora.

Se usará vapor de 100 p. s. i. (889 B. T. U./lb. y 328°F).

Cantidad necesaria de vapor:

$$6,376,415 / 889 = 7,172 \text{ lbs./hora.}$$

El área de calentamiento se obtiene por la fórmula:

$$A = \frac{Q}{U \Delta t_m}$$

A = área de calentamiento, en pies².

U = coeficiente Over All, en B. T. U. pies² hr.² F.

Q = cantidad de calor, en B. T. U. hr. = 6,376,415.

Δt_m = Diferencia de Temperatura media.

Vamos a calcular los valores desconocidos, para una vez encontrado, obtener el área necesitada.

$$\bullet \text{ Comenzamos con } \Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{2.3 \log \Delta t_1 / \Delta t_2}$$

Δt_1 = diferencia entre la carga al entrar y el vapor, a 100 p. s. i.:

$$328 - 77 = 251^{\circ}\text{F.} \quad (25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F}).$$

Δt_2 = diferencia entre la carga calentada y el vapor.

$$328 - 194 = 134^{\circ}\text{F.} \quad (90^{\circ}\text{C} = 134^{\circ}\text{F}).$$

De donde:

$$\Delta t_m = \frac{251 - 134}{2.3 \log 251/134} = 188.8^{\circ}\text{F.}$$

Ahora, para encontrar el coeficiente Over All, U:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + L \cdot k + \frac{1}{h_2}} \text{ Donde:}$$

h_1 = coeficiente de película del vapor, en B. T. U./pie² hr. °F.

L = grueso de la pared del tubo, en pies = 0.018 (tubo de 3").

k = conductividad térmica del cobre, en B. T. U./pie² F. 215.

h_2 = coeficiente de película del Licor, en B. T. U./pie² hr. °F. 1,000.

Este valor se tomó del catálogo No. 387 de la Pfaulder, para convección forzada.

Para calcular h_1 necesitamos conocer la velocidad del vapor:

Según vimos son 7.172 lbs. hora. O sean: 1.9 lbs. seg.

Como el área de un tubo de 3" es 0.05 pies², la velocidad será:

$$1.9 / 0.05 = 38 \text{ lbs. seg. pie}^2.$$

Para esta velocidad expresada en estas unidades, por las figuras y tablas de la página 86 del Stoeever:

$$h_1 = h_o \times F_t \times F_d \text{ Donde:}$$

h_o = al coeficiente de película base: 110 (para esta velocidad).

F_t = factor de corrección de temperatura: 1.05.

F_d = factor de corrección del diámetro del tubo: 0.83.

Así pues: $h_1 = 110 \times 1.05 \times 0.83 = 98 \text{ B. T. U./pie}^2 \text{ hr. °F.}$

Una vez encontrada h_1 , procedemos a encontrar el coeficiente Over All, para poder calcular el área:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{98} + 0.018 / 215 + \frac{1}{1000}} = 89 \text{ B. T. U./pie}^2 \text{ hr. °F.}$$

Entonces:

$$A = 6'376.415 / 89 \times 188.8 = 380 \text{ pies}^2.$$

Como el tubo de 3" tiene 0.786 pies² de área, por pie lineal, se necesitan: $380 / 0.786 = 487$ pies de tubo, que podrán repartirse en dos serpentines, para no tropezar con dificultad, en su acomodo en el Extractor.

III.—CALCULO DEL ENFRIADOR.

Será del tipo de casco o concha y tubos horizontales, de bronce. Será de sistema contracorriente, circulando el Licor por fuera de los tubos, y por dentro, el agua, como enfriante.

Se van a enfriar 2,769.19 lbs./hora. (ver Bal. de Mat.)

Como $D = 1050$ Son: 2,935.9 Kgms. hr. = 6,458.9 lbs./hr.

Datos necesarios:

Calor específico del agua: 1.0 B. T. U. lb. °F.

Calor específico del licor: 0.695 B. T. U./lb. °F. (dato proporcionado por el Depto. de Inv. Ind. del Banco de México).

Densidad del agua a 23 C. (73.4 F): 62.27 lbs./pie³.

Densidad del Licor a 90 C. (194 F): 65.52 lbs./pie³.

Se va a enfriar hasta 25 C. (77 F).

Cantidad de calor transferido: $Q = Wc \Delta t$. O sean:

$$Q = 6458.9 \times 0.695 (194 - 77) = 525,201 \text{ B. T. U./hr.}$$

Suponiendo que vamos a tener 25,000 lbs. hr. de agua para enfriar, la temperatura final del agua será $525,201 = (25,000 \times 1) (t - 73.4)$.

De donde: $t = 94.4$ F.

El enfriador tendrá 54 tubos de 3/4" No. 16 B. W. G.

Será de dos pasos, o sean: $54/2 = 27$ tubos por paso.

Entonces la velocidad del agua dentro de los tubos será:

$$25,000 \text{ lbs. hr.} = 6.9 \text{ lbs./seg. Como } D = 62.27,$$

$$\text{Serán: } 0.11 \text{ pies}^3/\text{seg.}$$

El área interna de un tubo de 3/4" = 0.302 pulg².

Entonces: $0.11 = 27 \times 0.302 \times 144 \times V$.

$$V = 1.9 \text{ pies./seg.}$$

Haciendo uso de las tablas y de las figs. de la pág. 80 del Stoever:

$$h_o = h_o \times F_t \times F_d$$

h_o = valor base del coef. de película, para esta velocidad: 540.

F_t = factor de correc. de Temp: 1.0.

F_d = factor de correc. del diam. del tubo: 1.10.

De donde: $h_o = 540 \times 1.10 = 595$ B. T. U. / pie² hr.°F.

Tenemos ahora, que a través de cualquier diámetro de la concha, habrá alrededor de ocho tubos, entonces la velocidad del Licor será:

$$6,458.9 \text{ lbs. / hr.} = 17 \text{ lbs. / seg. Como } D = 65.52.$$

Serán: 0.03 pies³ / seg. Para obtenerla en pies / seg.:

$$0.03 = (8 \times 8 \times 0.75) 2.144 \times V \text{ (donde } 0.75 = \text{área equiv. en pulg}^2\text{.)}$$

De donde: $V = 1.0$ pies / seg.

Por el mismo método $h_i = h_o \times F_t \times F_d$

$$h_o = 310. \quad F_t = 1.90 \quad F_d = 1.08 \quad \text{De donde:}$$

$$h_i = 310 \times 1.90 \times 1.08 = 635 \text{ B. T. U. / pie}^2 \text{ hr.}^\circ\text{F.}$$

Ahora:

$$L = 0.65 \cdot 12 = 0.0054 \text{ pies. (Grueso de la pared del tubo).}$$

$k = 55$ B. T. U. / pie hr. F. (Coef. de Conduct. Term. del Bronce).

De donde:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{595} + \frac{0.0054}{55} + \frac{1}{635}} = 244.8 \text{ B. T. U. / pie}^2 \text{ hr.}^\circ\text{F.}$$

La diferencia de Temperatura media, para un sistema en Contracorriente:

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{2.3 \log \Delta t_1 / \Delta t_2}$$

$$\Delta t_1 = 194^\circ - 94.4^\circ = 99.6 \text{ F.}$$

$$\Delta t_2 = 77^\circ - 73.4^\circ = 3.6 \text{ F.}$$

Substituyendo:

$$\Delta t_m = \frac{99.6 - 3.6}{2.3 \log \frac{99.6}{3.6}} = 29^\circ \text{F.}$$

Finalmente Area necesitada:

$$A = 525.201 \cdot 242.8 \times 29 = 74 \text{ pies}^2.$$

Luego, longitud de tubo por pie² de superficie, para uno de 3.4", es de: 5.093. De donde: $74 \times 5.093 = 376.6$ pies de tubo.

Pero como dijimos que el enfriador era de 54 tubos, la longitud de cada uno será: $376.6 / 54 = 6.97$ pies que es un tamaño muy conveniente.

La bomba necesaria para hacer fluir el agua en los tubos del enfriador, será de: 25,000 lbs. hora = 49.9 gal. min.

Para esta cantidad, es conveniente una bomba centrífuga que haga circular 50 gal. min. y que requiere un motor de 0.75 H. P., contra una carga de 10 pies. (Vildbrant T = 17).

IV.—TANQUE DE DECANTACION

La forma, será similar a la del Extractor, así como el material de que se construya, o sea madera.

Entrarán a este tanque 22,369.53 lbs. carga (Ver Bal. de Mat.), más el Sulfato de Aluminio y el Bisulfito de Sodio. Estos últimos, no ocupan casi volúmen comparativamente, pues son cantidades muy pequeñas. Así pues, la Capacidad del tanque será:

Dimensiones:

Altura Total: 4 mts.

3 .. en la parte cilíndrica.

1 .. en la parte cónica truncada.

Diámetro: 3 .. parte cilíndrica.

2 .. base menor del cono truncado.

De donde Volúmen:

a).—Parte cilíndrica: $V = 3.1416 r^2 h$.

$$V = 3.1416 \times 2.25 \times 3 = 21.20 \text{ mts}^3.$$

$$\text{b).—Parte cónica: } V = 3.1416 h / 12 (D^2 + D.d + d^2),$$

$$V = 3.1416 \times 1.12 (9 + 6 + 4) = 4.94 \text{ mts}^3.$$

$$\text{c).—Volumen Total: } V_t = 21.2 + 4.94 = 26.14 \text{ mts}^3.$$

O sea un volumen para una capacidad de: 26.140 lts., que es más que suficiente para los 22,369.53 de Licor, más las substancias purificadoras.

El agitador usado para la mezcla del Licor con el Sulfato y el Bisulfito, será de paletas de madera y su potencia teórica se obtiene de la Fórmula:

$$\text{H. P.} = a. L^{2.72} U^{0.14} N^{2.86} P^{0.86} D^{1.1} W^{0.3} H^{0.6} \text{ Donde:}$$

a = constante dependiente del tipo de agitador. Para paletas, se puede tomar, 0.00046.

L = longitud de la paleta, en pies: 3.

U = viscosidad del Licor, en lbs. pie x seg.: 0.000512.

N = velocidad, en r. p. m., una muy conveniente para nuestro caso es de: 1.02 = 75 r. p. m.

P = densidad del Licor, en lbs. pie³: 65.52.

D = diámetro del tanque, en pies: 9.

W = anchura de las paletas, en pies: 1.

H = profundidad del liquido, en pies: 9. (Los tres metros de la parte cilíndrica).

Substituyendo y efectuando: H. P. = 1.75.

La agitación de 75 r. p. m., se puede obtener con un reductor "Staphens Adamson", acoplado al motor y con una reducción de 25:1, para un motor de 1.740 r. p. m.

V.—CALCULO DEL FILTRO PRENSA

Los marcos serán de madera, para evitar que el Tanino ataque al fierro. No será necesario que sea del tipo lavable, pues no son las tortas las que interesan, sino el filtrado.

Se operará a flujo constante y a una presión de: 20 lbs. pulg².

Capacidad:

Tenemos que son de madera de arrastre (más el 1% de pérdida de Tanino) 2,100.12 Kgms. 24 horas. (Ver Bal. de Mat.)

La torta tiene una densidad aproximada de 44 lbs./pie³.

Ocupará un volumen de: $2,100.12 \div 44 = 110$ pies³.

De donde, los marcos deberán tener las siguientes dimensiones:

$$50'' \times 50'' \times 1.5''.$$

Volumen de la torta en cada marco:

$$50/12 \times 50/12 \times 1.5/12 = 2.16 \text{ pies}^3.$$

Ahora:

$$2.16 \times \text{No. de marcos} = 110. \text{ De donde:}$$

$$\text{No. de marcos} = 50.9 = 51.$$

Pero para evitar lo grande del filtro calculado, se pondrán 2, en paralelo, con las mismas dimensiones, pero con la mitad de marcos, o sean 26 solamente.

Bomba que se utilizará para el filtrado:

Debe dar una presión de 20 lbs./pulg². = 40.7 pies de carga (Vidbrant T-X). La bomba dará un caudal de: 2,708.46 Kgms./hora. (Ver Bal. de Mat.)

$$\text{O sean: } 90.28 \text{ lbs./min.}$$

Potencia de la bomba:

$$\text{H. P.} = W \times L/23,100.$$

$$W = \text{lbs./min.} = 90.28.$$

$$L = \text{carga, en pies} = 40.7.$$

Substituyendo y efectuando:

$$\text{H. P.} = 0.15.$$

$$\text{Con } 50\% \text{ de eficiencia: } 0.30.$$

Motor empleado 1/2 H. P.

VI.—CALCULO DEL EVAPORADOR NECESARIO

Como no es gran cantidad lo que va a evaporarse, se escogerá uno de un solo cuerpo, o de un solo efecto.

Será de tipo de tubos verticales, cortos, de Bronce.

Los tubos serán de 5 pies de largo por 2" de diámetro.

Se va a operar a 26" de Hg. de vacío (125 F. 1.022 B. T. U. /lb.)

Se usará vapor de 10 lbs. /pulg². gage. 239 F.

Temperatura a que entrará el alimento: 77 F.

Calor de condensación del vapor: 952 B. T. U. /lb.

Para calcular lo más exacto posible el área de calentamiento necesaria, presupondremos que nuestro licor tiene características similares a las del agua.

Por el Bal. de Mat. se necesitan evaporar: 1,917.5 lbs. /hora.

Como la densidad es 1, son 1,917.5 Kgms. hora. o 4,218.5 lbs. /hr.

Cantidad de calor transferido

$$Q = 4,218.5 \times 1.022 = 4,311.317 \text{ B. T. U. /hora.}$$

Peso de vapor requerido: $4,311.317 / 952 = 4,528$ lbs. /hora.

Como ambos coeficientes de película dependen de la Temperatura t_w (de la pared del tubo), es necesario calcular por el método de prueba y error, ya que se desconoce ésta.

$$\text{Suponemos } t_w = 99 \text{ F. Entonces: } t_w - 99 - 77 = 22 \text{ F.}$$

De la fig. No. 38 del Stoever, $h_o = 1,400$.

De la tabla No. 44: $F_p = 0.96$ (factor de correc. de Presión, ya que nuestra presión sin corregir debería ser: $26 / 30 = 0.86$ Atmosf. Abs.)

Por la fórmula: $h_o = 1.25 \times h_o \times F_p$ Substituyendo:

$$h_o = 1.25 \times 1,400 \times 0.96 = 1,680 \text{ B. T. U. /pie}^2 \text{ hr.}^\circ\text{F.}$$

El área, A_o :

$$4,311.317 = 1,680 \times A_o \times 22.$$

Despejando: $A_o = 116$ pies².

El diámetro interior del tubo de 2", es: 1.834 pulg. De donde, la superficie exterior correspondiente: $116 \times 2.0/1.834 = 126$ pies².

La velocidad de condensación del vapor W:

$$W = 4,528/126 = 35.9 \text{ lbs./pie}^2 \text{ hr.}$$

Ahora, por la fig. No. 37 del mismo Stoeber: $h_o = 320$ (para

$$W = 35.9).$$

$F_t = 0.99$ y $F_n = 0.75$. Substituyendo:

$$h_1 = 320 \times 0.99 \times 0.75 = 236.8 \text{ B. T. U./pie}^2 \text{ hr.}^\circ\text{F.}$$

Para mayor exactitud combinamos este coeficiente, con uno de escala, $h_s = 3,000$ B. T. U./pie² hr.°F. (Para una clase de corrección de vapor saturado y condensado).

$$1/h_2 = 1/236.8 + 1/3,000. \quad h_2 = 221 \text{ B. T. U./pie}^2 \text{ hr.}^\circ\text{F.}$$

La Temperatura t_w la calculamos por la ecuación:

$$t_w = \frac{h_1 t_1 + h_2 t_2}{h_1 + h_2} \quad \text{Substituyendo:}$$

$$t_w = \frac{1,680 \times 77 + 221 \times 239}{1,680 + 221} = 97^\circ\text{F.}$$

que queda con una diferencia de 2" con la Temperatura de 99°F, presupuesta, lo cual es permisible, para ya no volver a recalcular.

Sin embargo, en el área $A_1 = 116$ pies² que encontramos, no se tomó en cuenta Δt a través del tubo, por lo que hay que volverla a recalcular, conociendo el valor de U:

$$1/U = 2.00/1.834 \times 1,680 + 0.083/12 \times 59 + 1/221 = 189 \text{ B.T.U./pie}^2 \text{ hr}^\circ\text{F.}$$

(Substituidos los valores de $k = 59$ B.T.U./pie hr°F para el Cobre, y $L = 0.083$ pulg. que es el grueso de la pared del tubo de 2").

Entonces el área real A_2 :

$$4,311,317 = 189 \times A_2 (239 - 99).$$

De donde, $A_2 = 162.9$ pies².

Como el tubo de 2" tiene 0.522 pies² de área, por pie lineal, y como cada tubo mide 5 pies: $0.522 \times 5 = 2.61$ pies².

No. de tubos: $162.9/2.61 = 62.4$, o sean 63 tubos de Bronce, de 2" de diámetro, por 5 pies de largo No. 14 B.W.G.

En la siguiente tabla aparece el gasto de Potencia de los diferentes motores:

CONSUMO DE POTENCIA EN LOS MOTORES

A continuación se especifica la potencia aproximada en Kw-hr.

Equipo	H.P.	Hrs. de trabajo al día	Kw-hrs.
Molinos	40 H.P.	24	716.14
Extractor	5 H.P.	21	78.33
Enfriador	0.75 ..	3	1.60
Decantador	2 ..	3	4.40
Filtros Prensa	0.5 ..	24	8.60
Bomba de agua gral.	30 ..	24	537.30
Total diario:			1,346.37

La caldera que se utilizará en esta Fábrica, para producir el vapor necesario en las operaciones de extracción y evaporación, será de tubos de humo, por ser característico de ellas producir vapor más rápidamente, ya que el consumo no va a ser el mismo continuamente durante las 24 horas, sino que habrá un gasto mucho mayor en la primera hora de cada extracción, hasta alcanzar los 90 C a que se efectúa, y después solamente se ocupará vapor, para mantener constante esa Temperatura compensando las pérdidas debidas a la radiación y a las originadas por la recirculación del vapor.

Para la evaporación, podría aprovecharse el exausto del extractor, ya que se necesita solamente de 10 lbs. pulg.² (90 menos que el otro), o bien, si no reúne las condiciones necesarias de Presión y Temperatura, se tomaría directamente de la caldera, usando una válvula de reducción.

CAPITULO VIII.

Localización de la Planta

Ya que en los procesos de Extracción, Enfriamiento, Evaporación, se utiliza mucha agua, ya sea en forma líquida o de vapor, la Planta debe situarse en un lugar donde haya abundancia de ella.

Además por tener la materia prima menos del 50% de Tanino, conviene situarla cerca de donde se encuentre, para evitar el costo elevado de fletes.

Un lugar adecuado sería Tecoman Col., pues quedaría sumamente cercano de las manglares, que se encuentran en las riberas del Río Armería, la laguna de Cuyutlán, etc.

Se aprovecharían además, las aguas de dicho río, para las necesidades de la Fábrica.

Otra razón por demás obvia, de la situación de la Planta en Tecoman, es que dicho pueblo está comunicado, tanto por carretera, como por ferrocarril, con las ciudades de Guadalajara, Colima, y el puerto de Manzanillo.

CAPITULO IX.

Balance Económico

BASE: 300 días de trabajo .

A. COSTO DE MAQUINARIA.

Dos Motores Fairbanks Morse, con motores de 20 H. P. cada uno	\$ 46,000.00
Un tanque de extracción de madera, con bomba y motor de 2 H. P. ....	.. 20,560.00
Un enfriador de tubos de bronce, con bomba y motor de 0.75 H. P. ....	.. 15,000.00
Un tanque de Decant, de madera, con agitador y motor de 2 H. P. ....	.. 12,000.00
Dos Filtros Prensa, con bomba y motor de 1 1/2 H. P. ....	.. 20,475.00
Un Evaporador de tubos verticales de bronce, cortos ..	16,000.00
Una Caldera de 75 H. P. con accesorios .....	.. 90,000.00
	<hr/>
	\$ 220,635.00
10% de dirección e instalación .....	.. 22,063.50
	<hr/>
TOTAL	\$ 242,698.50

B. COSTOS DE TERRENO Y EDIFICIOS.

1,200 Mts ² . de terreno, a \$20.00	\$ 24,000.00
500 Mts ² . de construcción a \$200.00 .....	.. 100,000.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 124,000.00

C. COSTO ANUAL DE TRABAJO Y SUPERVISION

Gerente	\$2,500 al mes	\$	30,000.00
Jefe de Producción y Mantenimiento	..1,500		18,000.00
Jefes de turno (3)	..3,600		43,200.00
Contador	.. 900		10,800.00
Secretaria	.. 400		4,800.00
Químico Analista	.. 900		10,800.00
Almacenista	.. 600		7,200.00
Mecánico Electricista	.. 600		7,200.00
Operadores de Molinos (6)	..1,500		18,000.00
Operadores del Extrac. y Enf. (6)	..1,500		18,000.00
Operadores del Decantador (3)	.. 750		9,000.00
Operadores de los Filtros P. (6)	..1,500		18,000.00
Operadores del Evaporador (3)	.. 750		9,000.00
Portero (3)	.. 540		6,480.00
TOTAL			<u>\$ 211,480.00</u>

D. COSTO ANUAL DE MATERIA PRIMA.

Corteza de Mangle, 8,640 Ton	\$	864,000.00
Sulfato de Aluminio, 40,226 Kgms	..	28,186.00
Bisulfito de Sodio, 71,448 Kgms	..	118,603.00
TOTAL		<u>\$ 1,010,789.00</u>

E. COSTOS DE ENVASES.

70 barriles diarios de 200 litros, a \$30.00	\$	2,100.00
--	----	----------

F. OTROS GASTOS ANUALES.

a).—De Elaboración:

Electricidad (Alumbrado): 15,000 Kw-hr. a \$0.10	\$	1,500.00
Electricidad (Potencia) 399,892 Kw-hr. a \$0.10	..	39,989.20
Varios (Combustible, agua, etc.)	..	35,000.00
Mantenimiento del Equipo y Edif. 10% del costo	..	36,669.80

b).—De Trabajo:

Seguro Social	\$	10,500.00
Gratificaciones e Imprevistos	..	50,000.00

TOTAL		<u>\$ 173,612.00</u>
-------	--	----------------------

INVERSION DE CAPITAL NECESARIA.

Equipo instalado	\$ 242,698.50
Terrenos y Edificios .....	.. 124,000.00
Materias primas para 100 días de trabajo .....	.. 336,929.60
Trabajo y Supervisión, para 100 días de trabajo .....	.. 70,493.00
Inciso F), para 100 días de trabajo .....	.. 57,870.00
Inciso E), para 100 días de trabajo .....	.. 210,000.00
TOTAL	\$ 1'041,991.00

VALOR ANUAL DEL PRODUCTO (puesto en Fábrica)

Son: 3'097.200 Kgms. \$ 1'796,376.00

G. GASTOS DEPENDIENTES DEL CAPITAL INVERTIDO

Impuestos sobre Ingresos Mercantiles 18/1,000 sobre ventas	\$ 32,334.76
Impuestos al Estado, 2% del capital .....	.. 20,839.82
Impuestos varios, 1% del capital .....	.. 10,419.91
Amortización y Depreciación: a	

$$a = A \cdot r (1 + r)^n / (1 + r)^n - 1.$$

A=capital: 1'041,991.00

r=intereses: 12% anual.

n=tiempo de amortización: 10 años.

De donde: a =	\$ 149,699.50
TOTAL	\$ 213,293.99

TOTAL DE GASTOS ANUALES.

C + D + F + G =	\$ 1'609,174.99
UTILIDAD NETA ANUAL .....	.. 187,201.01

CAPITULO X

Conclusiones y Bibliografía

Como se observará, la fabricación de Licor concentrado de Tainino, puede llevarse a cabo con bastantes posibilidades de éxito, tanto Técnico como Económico.

Es de mucha necesidad la instalación de dicha Planta, para el aprovechamiento de la corteza del Mangle, ahora inútil, para transformarla en una materia prima, tan requerida por la Industria de la Teniería en la República.

Además también se contribuiría al desarrollo industrial del Estado de Colima, no solo con la cooperación de la Fábrica misma, sino también en el aumento de la Industria de las Pieles.

Guadalajara, 20 de Marzo de 1953.

ARMANDO NAVARRO FAISST.

Bibliografía

Commercial Organic Analysis Vol. V. Allen's.

Modern Practice in Leather Manufacture Wilson.

Fabricación de Extractos Curtientes y Cur-

tición R. Ferrer.

Chemical Engineering Hand Book John H. Perry.

Elements of Chemical Engineering Badger and McCabe.

Enciclopedia de Química Industrial Ullman.

Chemical Engineering Plant Design Vildbrant.

Applied Heat Transmission Stoever

Industrial Chemical Calculations Hougen and Watson

Catálogos:

No. 12 de la Fairbanks and Morse.

Manual No. 837 de Pfaulder.