

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA LA
CONSTRUCCION DE UNA PLANTA ELABORADORA
DE ACIDO TARTARICO, POR EL PROCESO
NEUTRO A PRESION.

351

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

FEDERICO PELAEZ SASTRE



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.

CLAS Tesis 1976

ABO M-c

FECHA _____

PROC 336

• _____



QUINTANA ROO

| | | |
|---------------|-------------------------------|-------|
| Presidenta, | Prof. EDUARDO ROJO Y DE REGIL | _____ |
| Vocal | " ARTURO LOPEZ TORRES | _____ |
| Secretario | " EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ | _____ |
| 1er. Suplente | " JOSE FCO. GUERRA RECASENS | _____ |
| 2o. Suplente | " CARLOS BAZAN VILLEGAS | _____ |


Sitio donde se desarrolló el tema : Lugares diversos

Nombre completo y firma del sustentante :



FEDERICO PELAEZ SASTRE

Nombre completo y firma del asesor del tema :



I.Q. EMILIO BARRAGAN
HERNANDEZ

A LA MEMORIA DE MI MAMA :

QUIEN SUPO INFUNDIRME CONFIANZA A BASE DE AMOR Y COMPRESION,
ESTANDO CONMIGO EN LOS MOMENTOS DIFICILES; JAMAS LA OLVIDARE.

A MI PAPA :

POR HABERME FORJADO CON AMOR Y CARIÑO, APOYANDOME DURANTE TODO
EL TRANCURSO DE MI VIDA.

A MIS HERMANOS :

MARIO , NORMA

ARTURO E INES ARACELI, DE QUIENES SIEMPRE RECIBI PALABRAS DE
ALIENTO.

A MI ASESOR :

EL ING. EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ, POR SU VALIOSA AYUDA EN
LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

A MIS MAESTROS.

A MI HONORABLE JURADO.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS, QUE DE UNA MANERA DIRECTA O INDIRECTAMENTE
ME HAN AYUDADO A TRAVES DE LA VIDA.

GRACIAS.

III

- CONTENIDO -

PAGINAS :

- INTRODUCCION -

1-2

I.- GENERALIDADES.

3-27

II.- ESTUDIO DE MERCADO.

28-54

III.- DESCRIPCION DE LOS PROCESOS
Y SELECCION DEL MISMO.

55-60

IV.- CALCULO Y SELECCION DEL EQUIPO.

61-102

V.- CONSIDERACIONES ECONOMICAS.

103-137

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

138-141

VII.- BIBLIOGRAFIA.

142-145

I N T R O D U C C I O N .-

El presente trabajo tiene por objeto desarrollar un estudio de factibilidad económica, para analizar las posibilidades que se tienen con la fabricación de ácido tartárico en el país. Actualmente la fabricación de este producto es nula y por lo tanto las cantidades utilizadas de ácido como sus sales — principales provienen del extranjero.

La mayoría de los procesos, explotados a nivel industrial para la fabricación de ácido tartárico, son los que parten de algún subproducto de la industria vitivinícola y todos y cada uno de los procesos solo difieren del tipo de desperdicio que se utilice para su fabricación y de la manera de obtener la torta de tartrato de calcio, una vez hecha esta, todos los procesos tienen un desarrollo único para la obtención del ácido tartárico. La obtención del ácido por medio sintético resulta incoesteable y antieconómico como lo ha demostrado el tiempo y la práctica.*

el Proceso presente un ejemplo práctico de como un subproducto puede dar — buenos resultados económicos, además de disminuir completamente los desperdicios de esta industria en particular, con lo cual se considera que este — desperdicio puede convertirse en un producto comercial.**

Esto da una idea de la gran riqueza tartárica no aprovechada en el país y — que puede utilizarse dando como resultado cubrir las necesidades del mercado nacional y el consecuente cierre de fronteras para evitar fugas de divisas para el país por este concepto.

Ahora bien la producción de uva en México, data desde la época de la colonia y aunque en un principio estuvo sometida a una serie de factores técnicos y económicos que frenaron su correcto aprovechamiento, en la actualidad, representa un fuerte renglón como fuente de trabajo, y un cultivo en el que se han hecho fuertes inversiones.

En el estudio del mercado se analiza una recopilación de datos como son las cantidades de uva producida en el país; así como las cantidades de uvas estrujadas en la fabricación del vino y de jugos de uva en los años de 1962—1971 (dato más reciente), para la proyección de la materia prima necesaria en la producción del ácido en base también a los datos de importación del —

ácido en el período de 1962-1973, para que de manera similar se haga la proyección al futuro de las cantidades necesarias de ácido para los años venideros, por medio del método de mínimos cuadrados, con el fin de ver que tan factible es producir el ácido de acuerdo a los medios con que cuenta el país. Al no existir producción en México las empresas importadoras de ácido tartárico y de sus sales principales, representan el consumo nacional, de las cuales más del 60% se encuentran en el Distrito Federal; por lo que el mercado está concentrado en la Capital.

Las partes finales del trabajo se reducen al estudio económico sobre el costo del equipo, terreno, edificación, ingeniería civil, etc. Hasta establecer la inversión inicial, y la elaboración del flujo de efectivo y los conceptos involucrados para su formación., existen dos alternativas para el proyecto de llevarse a cabo este, uno en el que se encuentre financiado y otro en el que no haya financiamiento, se discuten los resultados para ambas alternativas.

*.- M.A. Amerine & W.V. Cruess .
The Technology of Wine Making, pags. 577-589.
AVI, Publishing Co., 1969.

**.- E.K. Metzner.
Tartrates from Winery Pomace.
Chemical Engineering Progress, Vol. 43 April 1947. Pags. 160-162.

CAPITULO I

GENERALIDADES.— La vid es una planta sarmentosa de la familia de las ampelídeas y género vitis, de vegetación muy rápida y provista de zarcillos que le permiten agarrarse y trepar. Es de talle trepador, hojas alternas, simples, por lo regular profundamente recortadas de cinco escotaduras e senos, dentados y peciolados; cáliz pequeño y ligeramente dentado; corola con cinco pétalos soldados en el ápice y libres en la base, que caen en una sola pieza después de la floración; cinco estambres muy cortos. El fruto es un racimo compuesto de bayas globosas, blancas, rosadas, encarnadas con cuatro semillas de envoltura córnea y albumen oleoso que se conoce con el nombre de granuja o pepitas de uva. En el género vitis están comprendidas todas las vides que se cultivan, cuyas especies exceden de cuarenta. Se dividen en dos subgéneros: Las muscadinia y las euvites. Las primeras son plantas trepadoras de enorme potencia vegetativa y se encuentran en las regiones tropicales de Norteamérica. Las euvites comprenden unas cuarenta especies, todas — ellas asiáticas y americanas, salvo una que es europea (vitis vinífera). Las vides americanas comprenden unas veinte especies, muchas de las cuales se emplean como — portainjertos en estado puro o en forma de híbridos después de la aparición de la filoxera en europa a la que — son muy resistentes.

M. Foëx ha hecho la siguiente clasificación de las principales especies del género vitis, indicando al propio tiempo el origen de las mismas:

| CLASIFICACION* | NOMBRE DE LAS ESPECIES | ORIGEN | |
|-------------------|--|---------|----------------------------------|
| SECCION I | | | |
| Muscadinia. | <ul style="list-style-type: none"> Serie 1 <ul style="list-style-type: none"> Vitis Rotundifolia Mich. V. Munsoniana Sims Labruscae <ul style="list-style-type: none"> V. Labrusca Lin Serie 2 <ul style="list-style-type: none"> Labruscoideae americanae <ul style="list-style-type: none"> V. Californica Benth. V. Caribaea D. C. V. Coriacea Sutt V. Candicans Eng SERIE 3 <ul style="list-style-type: none"> Aestivales <ul style="list-style-type: none"> V. Aestivalis Mich V. Bicolor Leo V. Lincoemii Buck Serie 4 <ul style="list-style-type: none"> Cinerascentes <ul style="list-style-type: none"> V. Cinerea Eng. V. Cordifolia Mich. V. Berlandieri Planch. | América | |
| SECCION II | | | |
| Euvites | <ul style="list-style-type: none"> Serie 5 <ul style="list-style-type: none"> Rupestris <ul style="list-style-type: none"> V. Rupestris Scheele. V. Monticola Buck. V. Arizonica Eng. Serie 6 <ul style="list-style-type: none"> Ripariae <ul style="list-style-type: none"> V. Riparia Mich. V. Rubra Mich. Serie 7 <ul style="list-style-type: none"> Labruscoideae asiaticae . <ul style="list-style-type: none"> V. Ccignetiae Pull. V. Bamaneti R. du C. V. Thumbergi Sieb. y Zucc V. Lanata Roxb V. Pedicellata Laws. Serie 8 <ul style="list-style-type: none"> Vides no clasificadas adn. <ul style="list-style-type: none"> V. Spinovitis Davidi R. du C. V. Pagnuccii R. du C. V. Amurensis Rupr. Serie 9 <ul style="list-style-type: none"> Viniferae <ul style="list-style-type: none"> V. Vinifera Lin. | | Asia ORIENTAL |
| | | | Europa Asia OCC. Africa NT |

*. DICCIONARIO DE AGRICULTURA ECONOMIA Y VETERINARIA TOMO III pag. 923-927.

MORFOLOGIA Y FISILOGIA DE LA VID.

Como se ha dicho anteriormente, la vid es una planta sarmentosa, trepadora, cuyo tronco suele alcanzar poca circunferencia, si bien algunas veces llega a medir de un metro a uno punto cincuenta metros de diámetro, principalmente en las selvas americanas.

RAIZ.— Todas las vides se multiplican por injerto ó estaca poseen varias raíces principales más o menos divergentes, de las que nacen las raíces secundarias ó raicillas que forman la cabellera. Las vides procedentes de semilla tienen una sola raíz principal e na be, penetrante, de la que nacen las raíces secundarias. Con el tiempo todas las raíces se establecen a un mismo nivel, cerca de la superficie del suelo; de aquí que en muchos casos las labores superficiales sean mejores para la viña que las labores profundas. Las raíces de las vides americanas suelen ser más resistentes a la filoxera que las vides europeas; en aquéllas, cuando el insecto pica la raíz, la planta produce inmediatamente por debajo de la herida una o varias capas de corcho que actúan de barre ra protectora; en las segundas la formación del corcho es más — lenta y menos abundante, y antes de la cicatrización el tejido interno de la raíz se ve invadido por ciertos microorganismos — del suelo que provecan su putrefacción y la destruyen.

TRONCO./ El tronco y las ramas de la vid son más o menos delgados; los ramos o sarmientos tienen de uno a dos metros de longitud, sólo por excepción tienen de ocho a diez metros en ciertas especies; en los nudos de los sarmientos nacen las hojas o pámpanos, en cuya axila están las yemas; opuestos a las hojas se encuentran los zarcillos y los racimos florales. Tanto el tronco principal como las ramas o sarmientos constan de la corteza y del cilin— dro central, en el que se distinguen, del centro a la periferia la medula, el leño o madera y el líber. Por los vasos de la ma— dera circula la savia bruta ó ascendente, que procede de las raíces, y por las del líber la savia elaborada o descendente —

que viene de las hojas. Entre el leño y el liber se encuentra la zona generatriz o cámbium, muy importante desde el punto de vista del injerto. Prácticamente, corteza es todo lo que se encuentra al exterior del cámbium, de forma que el viticultor no distingue más que tres partes: Corteza, leño y medula. En los vasos del liber y en las células de la corteza nueva que se forma cada año después del desprendimiento de la vieja, se acumula en otoño las materias nutritivas procedentes de las hojas, las cuales constituyen reservas destinadas a nutrir las yemas jóvenes que se desarrollarán en la primavera. De aquí que al utilizar sarmientos para estacas o púas de injertos tengan que escogerse de aquellas vides cuyas hojas no hayan desaparecido prematuramente por causa de enfermedades, a fin de que contengan las reservas necesarias al sustento de las estacas mientras no hayan emitido raíces ni hojas tiernas.

HOJA.— Es más o menos recortada; el limbo suele ostentar cinco lóbulos más o menos marcados, que corresponden a las cinco nervaduras principales. Las escotaduras que separan los lóbulos constituyen los senos, y la que corresponde al peciolo ó rabillo de la hoja es el seno peciolar. La forma de las hojas varía según las especies, según las variedades y aún mismo pie de vid, en los que es frecuente ver hojas casi enteras junto a otras profundamente recortadas. En general, las hojas muy recortadas, como las de las vides silvestres, indican infertilidad del viduño que las posee. Por esto al escoger sarmientos para estacas se preferirán aquellos cuyas hojas sean lo más enteras posibles. En la hoja se preparan las substancias necesarias para la alimentación de todos los órganos de la planta; en efecto, en ella se elaboran el azúcar, los ácidos y la materia colorante del grano; además devuelve de continuo a la atmósfera, en estado de vapor, el agua absorbida en exceso por las raíces para transportar las materias nu-

tritivas; finalmente, por ella se efectúa la respiración de la planta. De la importancia de la hoja en la fisiología de la vid deriva el interés del viticultor en combatir las enfermedades y parásitos de la misma, ya que todo ataque de la hoja ha de repercutir fuertemente en el fruto.

ZARCILLOS.— Son hojas modificadas y constituyen otra de las partes del ramo; continúan en ciertas vides americanas (*V. Labrusca*), en que aparecen en cada nudo en la parte opuesta a la hoja, son discontinuas en las vides europeas y en los mismos híbridos de la *V. Labrusca*, en que van alternando los nudos con zarcillos con otros que carecen de él.

Ordinariamente los zarcillos son bi ó trifurcados, y en la axila de las bifurcaciones aparecen a veces yemas o botones que dan origen a un ramo, hojas rudimentarias y aún racimos.

YEMAS .— Cada hoja lleva en la axila una yema u ojo principal acompañada de otra u otras dos más pequeñas o yemas estipulares, de las cuales suele desarrollarse ya una en el propio año de su formación, dando lugar a una ramificación conocida en viticultura con los nombres de brote falso y brote anticipado. Las yemas estipulares de la base del sarmiento no se desarrollan de ordinario al primer año, sino al siguiente, después de la poda, simultáneamente con la yema principal o después de ésta.

Todas ellas constituyen los ojos durmientes, invernantes o de reserva. En primavera se desarrolla la yema principal y de los sarmientos nuevos, y de no desarrollarse por haberla muerto la helada, la sustituye una de las yemas u ojos estipulares que han pasado el invierno, en tanto que la otra no se desarrolla o si acaso se da sarmientos raquíuticos y por lo tanto estériles. El brote anticipado sólo da frutos en ciertas variedades de vid muy fértiles, como el gamay, por ejemplo. Esta circunstancia es muy digna de tenerse en cuenta, pues destruido el brote de la yema princi-

pal a causa de la helada, el brote anticipado, que si bién se de sarrolla en el primer año de su formación lo hace en período más tardío que las yemas principales del año precedente, no está expuesto a dicho accidente y por lo tanto siempre llega a dar fruto. En el leño viejo se ven hojas latentes que suelen desarrollarse tras las pedas muy cortas y dan los sarmientos mamones, por lo regular infértiles, como los que a veces se desarrollan de las yemas pequeñas que se encuentran en la base de los sarmientos de un año.

FLOR .- La flor de la vid es pequeña, verde, con cinco sépalos rudimentarios y otros tantos pétalos soldados en el vértice formado a modo de capuchón que cubre los cinco estambres y el ovario. Entre los estambres y los pétalos se encuentran los nectarios, glandulas en forma de abultamientos redondeados que encierran un líquido azucarado y odorífero que en la época de la floración exhala un perfume especial. El ovario consta de dos celdas con dos óvulos cada una, que después de la fecundación se convertirán en semillas. Al abrirse la flor, el capuchon se separa por la base y luego los estambres lo levantan y lo sehan a un lado. Primero la abertura de las anteras mira hacia el interior de la flor, pero después de abierta ésta mira hacia afuera, de forma que difícilmente se produce la autofecundación porque raras veces los granos de polen caen sobre los estigmas de la propia flor. Las flores de la vid reunidas en racimos se desarrollan e puestas a las hojas a partir del cuarto o quinto nudo, encontrándose hasta tres o cuatro racimos en un mismo sarmiento en las variedades fértiles.

FRUTO.- El fruto de la vid, como el de las demás plantas, no es más que el ovario fecundado y maduro. Constituye un racimo, que puede ser simple o alado, es decir, tener algún racimillo en forma de

ala al lado del racimo principal; llamese ramoso o ramificado cuando estos racimillos son varios. Refiriéndose a la forma del racimo simple, éste puede ser cilíndrico, cónico, ovoides, cilíndrico-cónico, etc.

El racimo consta de dos partes, el escobajo ó raspón, que adhiere al sarmiento por medio del pedúnculo, y los granos. Estos constan de pedicelo, hellejo, pulpa y semillas (una a cuatro y aún más), y en cuanto a su forma pueden ser globosos, discoides, elipsoides, ovoides y aplanados.

CICLO EVOLUTIVO DE LA VID

En los países templados la vid entra en vegetación en primavera; cuando la temperatura y la humedad del suelo son suficientes, es decir, entre 9° y 12° según se trate de variedades preoces o tardías, empieza la brotación. En las comarcas donde se producen heladas primaverales son de aconsejarse las variedades de brotación tardía.

BROTACION.— Las hojas rudimentarias de las yemas o brotes se desarrollan, tanto más rápidamente cuanto más elevada es la temperatura, cuando la temperatura es de 20- 25°, al aumento de los pámpamos es de tres a cinco centímetros diarios. Los brotes se desarrollan rápidamente hasta el momento de la fecundación y la formación de las semillas; a partir de este momento la actividad de la vegetación disminuye en provecho de la formación del fruto. Durante la maduración de la vid cesa casi por completo de emitir hojas.

FLORACION Y FECUNDACION.— La floración empieza a los diecisiete e dieciocho grados y la fecundación suele ser cruzada, es decir que el racimo floral el polen de una misma flor no fecunda al propio ovario, sino el de otras flores del mismo racimo o de otros racimos de la misma cepa o de las contiguas, lo cual explica los muchos casos de hibridaciones espontáneas que nos e

frece la naturaleza. La autofecundación no es posible, porque como se ha visto, el capuchón floral no persiste, sino que, al abrirse, se desprenden y cae de la flor. Para que la fecundación se haga bien precisa una temperatura de 20 - 25° y una atmósfera más bien húmeda para que el estigma no se desecue demasiado pronto y el grano de polen pueda germinar en él fácilmente; un poco de viento facilita el transporte del polen de unas flores a otras. Las lluvias frías y los bruscos descensos de temperatura dificultan la fecundación; en efecto, las lluvias arrastran los granos de polen, y como el ovario no se fecunda, la flor aborta, se deseca y cae (7). Cuando el ovario es mal fecundado el grano queda pequeño y raquítico, abortado parcialmente. Teniendo la precaución de azufrar en el momento de la fecundación, este último accidente no sobreviene nunca, pues - la fecundación se hace mucho mejor. Con el polen de una variedad o especie de vid puede fecundarse otra variedad o especie para obtener un viduño que posea alguno o algunos de los caracteres de los viduños de que procede (Híbrido). Los híbridos han prestado grandes servicios como productores directos y como portainjertos.

Después de la fecundación, el ovario se desarrolla y el grano cuaja, constituyendo el agraz. Este es verde y tiene un sabor muy ácido, a causa de su pobreza en azúcar y su gran acidez. El grano aumenta rápidamente de peso y volumen; se constituye la pulpa, la cual se enriquece en ácidos especialmente y carece - tiene poco azúcar. En este periodo mientras el grano esta verde y ácido es cuando son más de temer las enfermedades. Al cabo de algún tiempo se detiene el aumento del grano y se constituyen las pepitas; luego viene el envero y el grano cambia de color. Durante el envero aumenta la proporción de azúcar y comienzan a disminuir los ácidos. Luego se reanuda el aumento de volumen del grano mientras el azúcar continúa aumentando y dis-

minuyendo la acidez. Cuando cesa de aumentar el azúcar, el g.a no está maduro. En algunas regiones y en ciertas variedades de vid se deja madurar la uva hasta que los granos empiezan a pasificarse para elaborar con ellos vinos generosos e vinos de marca dotados de cualidades especiales.

Durante el periodo de sobre maduración la uva se cubre de un hongo, el *Betrytis cinerea*, causante de la podredumbre noble, que produce una concentración del mosto por evaporación de una parte del agua y disminuye la acidez de la pulpa. Cuando la uva esta madura la pulpa tiene una composición variable según los viduñes.

Si por ejemplo, al madurar las uvas se despunta o despampana la cepa removiendole o rompiendo los sarmientos jóvenes cuyas tiernas hojas continúan creciendo y se enriquecerían en azúcar los granos se enriquecen en estas materias (agua, azúcar, ácidos libres, bitartrato de potasio, materias nitrogenadas, minerales, aceites esenciales y materias grasas), fabricadas por las hojas adultas y que las hojas tiernas hubieran acaparado; así se explica la utilidad de este despunte tardío en ciertas condiciones.

LOS TRABAJOS DE PASTEUR

Louis Pasteur (8) para completar sus estudios en la escuela normal de París, trataba de perfeccionarse en el conocimiento de la cristalografía repitiendo una serie de cuidadosas medidas publicadas pocos años antes por de la Prevostaye sobre las formas cristalinas de varias sales del ácido tartárico. El ácido tartárico se encuentra en las uvas y se obtiene de los tártratos del vino, producto secundario de la industria vinícola; los tártratos están formados principalmente por tartrato de potasio, que es insoluble en alcohol y se va separando a medida que aumenta la concentración alcohólica durante la fermentación.

Las determinaciones de Pasteur coincidieron fundamentalmente con las que se habían publicado ya, pero a medida que el trabajo avanzaba, Pas-

teur se percató de una circunstancia que había pasado inadverti da para los investigadores anteriores, a saber, que todos los tartratos muestran evidentemente caras hemidricas. Con frecuen cia el fenómeno queda enmascarado por el desarrollo irregular de los cristales, a causa de deformaciones accidentales o per— que se detiene el desarrollo de las caras. Sin embargo, repi — tiende las cristalizaciones por procedimientos modificados cuando de ello era preciso, Pasteur pudo llegar a determinar que, de cada diecinueve tartratos diferentes, uno presenta caras hemidricas. Otra observación importante fué la de que todas las caras hemidricas de los tartratos presentan la misma orientación. Teniendo en cuenta que Biot había encontrado que todos los tartratos ópticamente activos desvían el plano de polarización de la luz en el mismo sentido y que Herschel había sugerido una posible correlación entre las características hemidricas y ópticas de los cristales de cuarzo, Pasteur llegó a la conclusión de que debía existir una relación entre la hemidria de los tartratos y su capacidad para desviar el plano de polarización de la luz cuando se hallan disueltos.

No obstante, semejante hipótesis pareció perder toda su validez cuando el químico y cristalógrafo Mitscherlich dió a conocer sus observaciones sobre la sal sódica - amónica del ácido racémico, sustancia encontrada por un cosechero de vino como producto secundario de la cristalización del ácido tartárico que es, por su parte, el principal producto ácido de la fermentación alcohólica. La misma sustancia había sido estudiada previamente por Berzelius, quien le dió el nombre de ácido racémico, tomada del latín (*racemus, uva*). Para una idéntica composición química a la del ácido tartárico, la nueva sustancia mostraba propiedades físicas diferentes y, en realidad, fué este el primer caso de isomería que obligó a Berzelius a crear dicha palabra para describir tan interesante fenómeno. Al examinar el ácido racémico y

Sus sales, Biot encontró que carecen de influjo sobre el plano de polarización de la luz, es decir, que son ópticamente inactivas, la diferencia del ácido tartárico dextrógire. A continuación, Mitscherlich sometió a una minuciosa comparación cristalegráfica las sales sódico - amónicas de los ácidos tartárico y racémico, de idéntica composición química, encontrando que ambas poseen exactamente la misma forma cristalina, la misma doble refracción y, en consecuencia, la misma inclinación de sus ejes ópticos, diferenciándose tan sólo en que la una es dextrógira y la otra es ópticamente inactiva. Como la existencia de isómeros activos e inactivos ópticamente, con idéntica forma cristalina, contradecía claramente la hipótesis recién formulada Pasteur tuvo la audacia de pensar que Mitscherlich pedía haber pasado por alto la existencia de caras hemidrícas en el tartrato. Con esta idea - fija Pasteur volvió a investigar las dos sales creyendo que encontraría las caras hemidrícas en el tartrato y que, por el contrario, el racemate sería totalmente simétrico. En efecto, - encontré que el tartrato sódico-amónico produce cristales hemidrícos, como otros tartrates estudiados con anterioridad, pero quedé altamente sorprendido al hallar que el racemate sódico-amónico, en apariencia a su hipótesis también era hemidríco. Sin embargo, su perspicaz espíritu de observación pudo darse cuenta de que "las caras hemidrícas tienen todas igual orientación en el tartrato, mientras que en el racemate se encuentran unas a veces inclinadas a la derecha y otras hacia a la izquierda". Utilizando un pelo de vaca especialmente afilado, Pasteur fué separando bajo el microscopio los cristales hemidrícos con orientación a la derecha de aquellos otros con orientación a la izquierda. Al examinar al polarímetro las soluciones de ambas sales por separado, hizo el extraordinario descubrimiento de que los cristales con hemidría hacia la derecha desviaban el plano de polarización de la luz, también a la derecha mientras que los otros cristales hacían girar el plano hacia a la izquierda.

Cuando disolvía simultáneamente en agua cantidades iguales de ambos tipos de cristales, la solución resultaba indiferente a la luz polarizada de igual manera que los cristales de partida. Con este experimento realizado, Pasteur consiguió la primera separación e desdoblamiento de un compuesto ópticamente inactivo en sus componentes ópticamente activos. Precipitando las sales de barite e de plomo de cada una de las sustancias y dirigiéndelas con ácido sulfúrico, Pasteur obtuvo los ácidos libres.

ACIDO TARTARICO

El ácido tartárico comercial, es la forma dextrógira del ácido 2,3-dihidrosuccínico.

Este ácido se conoce desde la antigüedad en la forma de su sal ácida de potasio, que se encuentra en la uva. Después de fermentado el jugo de la uva, la sal queda depositada en las cubas donde se guarda el vino; y se conoce con el nombre "de piedra del vino" ó tártaro crudo.

PROPIEDADES FISICAS

El ácido dextrótartárico tiene un peso molecular de 150.06, cristaliza en solución acuosa a más de 5° C, es obtenido en forma anhidra y a una temperatura menor de 5°C se obtiene en forma de un monohidrato, inestable, e incluso a las temperaturas ordinarias. Los cristales anhidros pertenecen al sistema monoclinico y funden a 169-170°C; tiene una densidad a 20°C de 1.76. La rotación óptica de una solución acuosa varia con la concentración.

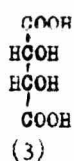
El ácido tartárico es un ácido orgánico enérgico siendo su primera constante de disociación de 8.96×10^{-4} y la segunda de 7.46×10^{-5} . Cien gramos de alcohol etílico absoluto disuelven 20.4gr. de ácido tartárico a 18°C; y cien gramos de éter disuelven 0.30 g. de ácido tartárico a 18°C. En la tabla I-1 se dan las solubilidades del ácido dextrótartárico, y en la gráfica A-1 se representan dichos valores.

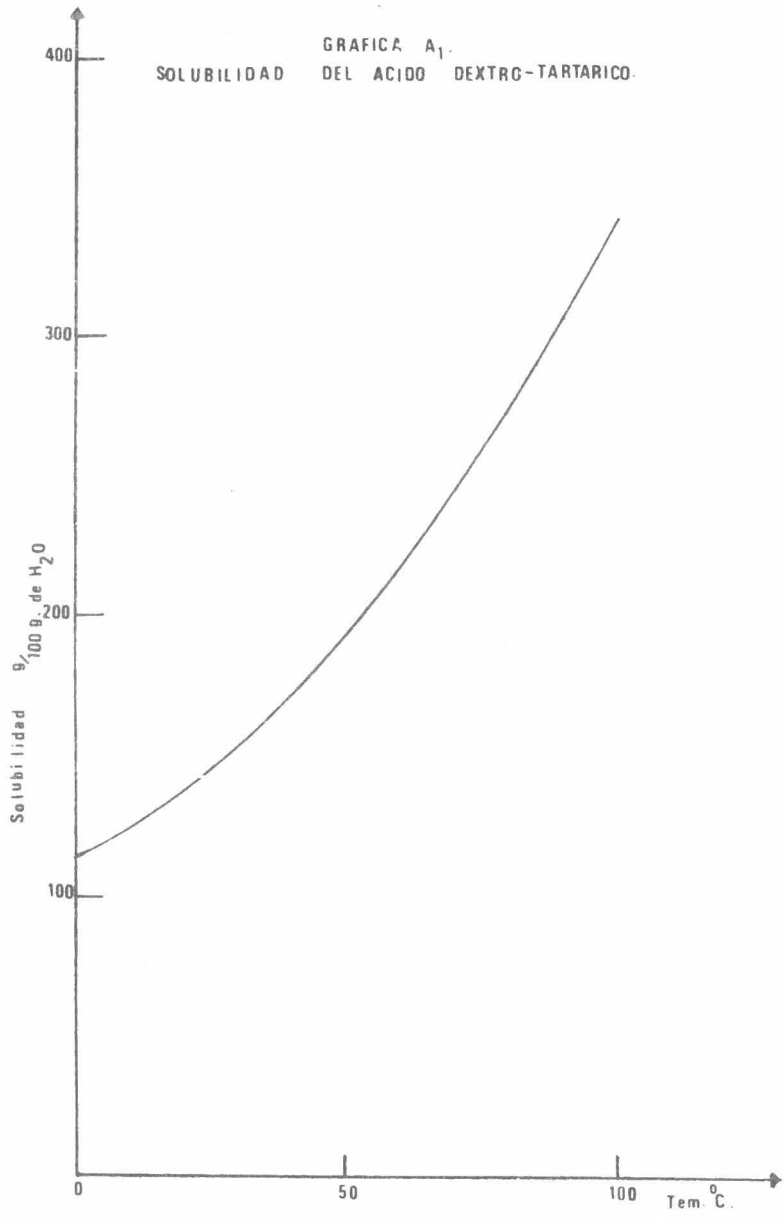
TABLA I-1 Solubilidad del ácido dextro-tartárico ... (11)

| Temperatura °C. | Solubilidad g/100g. de H ₂ O | Temperatura °C. | Solubilidad g/100g. de H ₂ O |
|--------------------|--|--------------------|--|
| 0 | 115 | 50 | 195 |
| 5 | 120 | 55 | 206 |
| 10 | 125 | 60 | 218 |
| 15 | 132 | 65 | 230 |
| 20 | 139 | 70 | 244 |
| 25 | 147 | 75 | 258 |
| 30 | 156 | 80 | 273 |
| 35 | 166 | 85 | 290 |
| 40 | 176 | 90 | 307 |
| 45 | 185 | 95 | 325 |
| | | 100 | 343 |

ISOMEROS.-

Existen cuatro formas del ácido tartárico; que son: el ácido dextro-tartárico fórmula (1), el ácido leve-tartárico fórmula (2) los prefijos se refieren al sentido en que giran el plano de polarización de la luz. El ácido meso-tartárico, que es ópticamente inactivo fórmula (3). Además existe la forma racémica que es una mezcla equimolecular de (1) y (2).





De acuerdo con la nomenclatura estereoquímica de los ácidos tartáricos ópticamente activos puede prestarse a confusiones; y esto se debe a que los dos extremos de la molécula son iguales, sucediendo al tomar el carbono 2 e el carbono 3 como base para la designación de la configuración. De esta manera la fórmula (1) puede ser el ácido L-tartárico contando de arriba hacia abajo; pero también puede ser el ácido D-tartárico con referencia al átomo 2. Para evitar este tipo de ambigüedades, se ha sugerido que se indique (1), el número del átomo de carbono de referencia: Así que la fórmula (1) sea el ácido dextró-tartárico puede ser designado como D(2)(R)-tartárico ó como ácido L(3)(R)-tartárico. La R indica la configuración relativa.

El ácido dextro-tartárico se presenta en numerosas plantas y frutos aunque no están tan extensamente distribuidos como el ácido cítrico ó como el L-ascóico. La única fuente comercial es el tártaro crudo de la industria vinícola.

El ácido leve-tartárico se ha encontrado en el fruto y en las hojas de *Bauhinia reticulada*, árbol indígena del sudán. De igual manera - que el ácido dextro, forma cristales monoclinicos anhidros.

El ácido racémico no es un producto primario de los procesos vegetales, pero se forma fácilmente calentando el ácido dextrógiro con álcali fuerte o ácido fuerte o solamente por el calor.

El ácido meso-tartárico no se encuentra en la naturaleza. Se puede obtener de los isómeros por ebullición prolongada con álcali cáustico.

En la tabla II-2 se comparan las propiedades físicas de los isómeros

TABLA II-2 Constantes físicas de los ácidos tartáricos. (11)

| | Dextro | Levo | Racémico | meso |
|---|--------|--------|----------|--------|
| P.f., °C. (anhidro) | 169-70 | 169-70 | 205-6 | 159-60 |
| Solubilidad en el agua a 20°C. g./100g.H ₂ O | 139 | 139 | 206 | 125 |
| Solubilidad de la sal ácida de potasio, a 25°C., g/100g H ₂ O | 0.84 | 0.84 | 0.72 | 16.7 |
| Moléculas de agua en el hidrato de la sal cálcica | 4 | 4 | 8 | 3 |

REACCIONES.-

Calentando el ácido dextre-tartárico por encima de su temperatura de fusión (170°C), se forman anhídridos amorfos, los cuales por ebullición con agua regeneran el ácido. Mayor calentamiento causa la formación simultánea de ácido pirúvico, CH_3COCOOH , y del ácido pirtartárico, $\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$, - y finalmente un residuo negro carbonoso. El peróxido de hidrógeno en presencia de la sal ferrosa forma ácido dihidroximalico, HOCCOH-COHCOOH .

El ácido nitrante produce un éster dinitro, el cual por hidrólisis da ácido dihidroxitartárico, $\text{HOCC}(\text{OH})_2\text{C}(\text{OH})_2\text{COOH}$. Este se convierte en el ácido tartrónico, $\text{HOCH}(\text{COOH})_2$, por oxidación con ácido nítrico. El cloruro de acetilo y el anhídrido acético forman anhídrido diacetiltartárico,

$\text{OOCCH}(\text{OOCCH}_3)_2\text{CH}(\text{OOCCH}_3)_2\text{COO}$ que por hidrólisis da ácido diacetiltartárico.

El ácido tartárico es reducido por el ácido yodhídrico concentrado; primero se forma ácido D-málico, $\text{HOOCCHOHCH}_2\text{COOH}$, y después ácido succínico, $\text{COOH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$. La solución de plata amoniacal es reducida con la formación de un espejo de

plata. Per sus grupos hidroxilos el ácido impide la precipitación per las bases de las sales de numerosos metales, entre ellos el aluminio, el hierro, el cobre y el plomo en virtud de la formación de complejes.

SALES Y ÉSTERES.-

El ácido tartárico forma sales ácidas estables (monobásicas) y neutras (dibásicas); así como ésteres ácidos y neutros.

Las sales de importancia comercial son enúmeradas a continuación:

- 1.- Bitartrate de potasio (cremer tártare).
- 2.- Tartrate de sodio y potasio (sal de la rechella).
- 3.- Tartrate de calcio (muy importante per ser un intermedio para la fabricación de ácido tartárico).
- 4.- Tartrate de antimonio y potasio (tártare emético).

En la tabla III-3 se muestran algunas propiedades de las sales

TABLA III-3.....(11)

| Nombre | Fórmula | Solubilidad g/100ml. | Água de cristalización | Peso molecular |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| Bitartrate de potasio | $KHC_4H_4O_6$ | 0.6 a 20°C | — | 188.2 |
| Tartrate de sodio y potasio | $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ | 26 a 26°C | 25.5% | 282.2 |
| Tartrate de antimonio y potasio | $K(SbOH)_2C_4H_4O_6 \cdot 1/2H_2O$ | 8.7 a 25°C | 2.7% | 333.9 |

ANALISIS.-

Calentando en baño de vapor unos miligramos de ácido tartárico con 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado que contenga 0.5 % de pirogalol, se produce un intenso color violeta. Un color análogo se desarrolla con el resorcinol y el ácido sulfúrico a 130° C. Estas reacciones colorantes no son dadas por el ácido cítrico ó el ácido málico. La cromatografía sobre papel es el mejor método para la identificación y la evaluación cuantitativa en presencia de otros ácidos orgánicos (11). La determinación cuantitativa usual es por precipitación de la sal ácida de potasio con acetato ó citrato de potasio en exceso y ácido acético en alcohol diluido y subsiguiente valoración del precipitado. El análisis comercial de los tártaros por este procedimiento se llama análisis Gelaenberg. También se usa el método polarimétrico reforzando el poder rotatorio con acetato de uranio ó melibdato sódico (11).

USOS

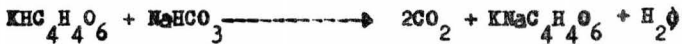
ACIDO TARTARICO.-

Es utilizado al igual que el ácido cítrico, en la preparación de bebidas carbonatadas, especialmente las de sabor de uva, como acidulante en la manufactura de pastres y galletinas, en tabletas y polvos efervescentes, mezclado con frecuencia con ácido cítrico. Se emplea en la limpieza y pulido de metales, en ciertos tipos de trabajo fotográficos, para impresiones y revelados. En industria textil se emplea en el estampado del percal para efectuar la liberación del color del polvo blanqueador.

Por tener la propiedad de formar complejos; así como también sus sales alcalinas ha sido empleado con ventaja en procedimientos de electrodepósitos.

BITARTRATO DE POTASIO (Crémor tártaro).-

Se usa en la levadura química de panificación, en donde por su poca solubilidad en frío inhibe la reacción con el bicarbonato hasta que alcanza la temperatura de cocción, liberando así la mayor cantidad del anhídrido carbónico en un tiempo óptimo. Una lechada de este compuesto es excelente para limpiar el latón. En el estañado electrolítico del hierro y del acero, y en algunos procedimientos de aceleración de los metales. Esta levadura que contiene ácido tartárico o tartrato ácido de potasio (cremor tartare) e una mezcla de ambas muestra las siguientes reacciones:



Esta levadura libera casi todo su dióxido de carbono en frío durante la mezcla de la masa. Uno de los residuos que deja es sal de la Rochelle., pero esta sal está presente en cantidades tan pequeñas que no deja ningún efecto perjudicial.

TARTRATO DE SODIO Y POTASIO. (Sal de la Rochelle).-

Se utiliza en el plateado de espejes, como emulsivo en la manufactura de quesos artificiales, como laxante en virtud de su gran presión osmótica, que impide la absorción de agua en el intestino y como ingrediente para la determinación de sustancias reductoras, especialmente azúcares. Es un laxante salino, se absorbe una cantidad pequeña, que es excretada parcialmente por los riñones, con lo cual produce un efecto diurético.

TARTRATO DE POTASIO Y ANTIMONIO (Tártaro emético).-

Es empleado en pequeñas dosis como expectorante en jarabes contra la tos.- en agricultura para la destrucción de varias especies de insectos. Se emplea como mordiente para

fijar los colores básicos en el algodón, pieles y cueros. En el tratamiento de enfermedades tropicales y por la resistencia que presenta al lavado y a la luz en lacas de colorantes básicos.

TOXICIDAD DEL ACIDO TARTARICO.-

El ácido tartárico, al contrario del ácido cítrico y de otros ácidos de diferentes frutas, no es metabolizado en el organismo humano. Administrado por vía bucal, se oxida muy pequeña porción para dar anhídrido carbónico, 20 % se encuentra en la orina y nada hay en las heces debido a la destrucción por las bacterias en el intestino. Cuando se da por vía parenteral, la excreción es cuantitativa en la orina después de diez horas. No es bien absorbido en el tubo gastrointestinal, pero ejerce efecto catártico. Por vía gástrica, la toxicidad del ion tartrato es muy poca debido a la falta de absorción. La inyección parentérica en cantidad inmoviliza el calcio de la sangre y perturba la acción del corazón.

ORIGENES DE RIQUEZA TARTARICA

Se ha tratado de fabricar ácido tartárico sintéticamente pero los costes son tan altos para competir con los tartratos naturales que preceden como subproducto de la fabricación del vino y en la cual el tártaro crudo se encuentra en las siguientes formas:

- 1.- Oruje.- Que son las tortas prensadas del jugo de la uva no fermentada o fermentada parcialmente, se hierven en agua. En caso de haber alcohol se destilan y el líquido caliente se deja sedimentar, se decanta y se refrigera para que cristalice. El cráter tartárico recuperado, tiene un contenido de 85 a 90 %.
- 2.- Las heces del vino.-
Que son los Sedimentos que quedan en los tanques de

almacenamiento después de la fermentación o fortificación, y están compuestas de, sustancias pectínicas, células de levadura y tártaro.

3.- ARGOLAS (Piedra del vino).-

Son las costras cristalinas que se forman sobre las paredes y pisos de los tanques, contiene más de 40% de ácido tártrico total y es rico en óxido tártrico (bitartrato de potasio), y bajo en calcio.

FUENTES DE MATERIA PRIMA EN MEXICO

Antecedentes históricos del cultivo de la vid.

A pesar de que la vid se propaga en el país desde hace varios siglos, su cultivo ha estado sujeto no sólo a los cambios políticos y sociales que a partir de la conquista se han operado en el país, sino también a múltiples factores técnicos y económicos que han frenado su correcto aprovechamiento.

En términos generales puede asentarse que, no obstante que desde la época colonial se establecieron viñedos comerciales en la Nueva España, con el principal propósito de satisfacer la demanda de vino utilizado en las ceremonias religiosas, con el paso del tiempo nuestro vecino país del norte supo aprovechar adecuadamente sus áreas ecológicamente apropiadas para el establecimiento de viñedos, convirtiéndose así en uno de los principales países productores de uva en el mundo, y en esa época utilizó materiales de propagación llevados de las plantaciones establecidas originalmente en el país.

México ocupa el 2.5% de la superficie ocupada por vid en el continente americano; y el 4.5% de la superficie que los países iberoamericanos destinados al cultivo de la vid.

El cultivo de la vid en la actualidad y su importancia económica en el país.-

- A pesar de todo lo anteriormente expuesto, la viticultura representa en México un importante renglón como fuente de trabajo, y un cultivo en el que se han hecho fuertes inversiones, puesto que la superficie cosechada en 1971 (estadística más reciente) fué 23,362 hectáreas; con un volumen de producción de 218,490 toneladas, y un valor de la cosecha de 285.5 millones de pesos, cifra que no incluye las plantaciones que todavía no se encuentran en producción y cuya superficie es del orden de 5,000 hectáreas; calculándose, por otra parte que anualmente se registra un incremento de 1,500 hectáreas de nuevas plantaciones. Por lo que se refiere al valor de las inversiones realizadas en el cultivo de la vid, se estima que el valor de las plantaciones es del orden de 1,310.1 millones de pesos, que sumados al valor de los terrenos ocupados es de 438.4 millones de pesos, y arrojan un total de 1,748.5 millones de pesos invertidos en la producción de la uva .

Estas cifras aumentan en importancia si se toma en cuenta que parte de los terrenos que se han destinado a este cultivo han requerido de fuertes inversiones para hacerles productivos, por lo que su valor se ha incrementado en un 60%, con respecto a lo que costaron antes de dedicarles al mencionado cultivo.

Por último, las inversiones realizadas por la industria vitivinícola se calculan en 1,500 millones de pesos, que sumados a los 1,748.5 millones invertidos en el cultivo, arrojan un total de 3,248.5 millones de pesos de inversión en la viticultura nacional .

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION*

La producción de la uva Mexicana que absorbe el consumo interno se distribuye de acuerdo a la tabla siguiente :

| DISTRIBUCION | % |
|---|-------|
| Como fruta fresca. | 35 |
| Para jugos. | 2 |
| Para elaboración de brandys y aguardientes. | 45 |
| Para elaboración de vinos de mesa. | 15 |
| Para industrializar como pasa. | 3 |
| | 100 % |

De acuerdo con la tabla anterior se observa que el 62% de la producción de uva se utiliza para la fabricación de jugos, brandys, vinos de mesa y aguardientes dando como resultado un subproducto que en el país no se ha explotado; además de las otras fuentes citadas anteriormente.

EPOCAS DE COSECHA**

La cosecha de la mayor parte de la uva cultivada en el país se inicia en el mes de junio, y alcanza su máximo en julio y agosto decreciendo en septiembre para terminar en los primeros días de octubre; sin embargo en la mayor parte de las regiones productoras se cosechan ciertas cantidades de uva durante el invierno, principalmente en diciembre y enero y aún en algunas regiones se obtienen pequeñas cantidades en abril, en la gráfica "A₂" se puede apreciar objetivamente la iniciación, desarrollo y duración de las cosechas en las principales regiones productoras de uva.

*.-Comisión Nal. de Fruticultura. S.A.G. Serie Técnica Folleto 3.

**.- Monografías Comerciales La uva. d. Secr. de Agra. y Fomento.

GRAFICA A 2 .-Epoocas de cosecha de uva en las principales regiones productoras.

| No. REGIONES. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.-Coahuila-Durango. | █ | █ | █ | █ | | | | █ | | █ | | |
| 2.-B.C. Norte. | | █ | █ | █ | | | █ | █ | | | █ | |
| 3.-Rincón de Ramos. | | █ | █ | █ | | | █ | | █ | | | |
| 4.-B.C. Sur. | | █ | █ | █ | | | | | █ | | █ | █ |
| 5.-Delicias. | | █ | █ | █ | | | █ | | | | | |
| 6.-S. L. P. | █ | █ | █ | █ | | | █ | █ | █ | | | |
| 7.-Hermosillo. | █ | █ | █ | █ | | | | █ | █ | | | |
| 8.-Fresnillo. | | █ | █ | █ | | | | █ | | | █ | |
| 9.-Sur de Sonora. | | █ | █ | █ | | | | | █ | | | |
| 10.-Huichapan. | | █ | █ | █ | | | | █ | | | | |

EMPRESAS VINICOLAS EXISTENTES EN EL PAIS.

- a).-Baja California:- Donde se encuentran las siguientes empresas :
 BODEGAS DE SANTO TOMAS, VINICOLA DE ENSENADA, BODEGAS TERRA SOLA, VINICOLA REGIONAL, VINICOLA TECATE, BODEGAS DE RANCHO-GRANDE, etc.
- b).-Chihuahua:- Las zonas de Delicias y Jiménez son las regiones vitivinícolas más productoras; y existen dos plantas: BODEGAS DE DELICIAS, y VINICOLA DE DELICIAS.
- c).-Región de la Laguna:-Que pertenece al Estado de coahuila y Durango que tienen viñedos en constante crecimiento, las industrias que ahí operan son: VINICOLA DEL VERGEL, BODEGAS DE BATOPILAS, INDUSTRIAS VINICOLAS, DOMECQ, VINICOLA DE SALTILLO, BODEGAS DE SAN LORENZO, BODEGAS EL ROSARIO, BODEGAS MARQUES DE AGUAYO y BODEGAS CAPELLANIA.

d].- Aguascalientes.- Aún siendo zona tradicional en el cultivo de la vid su importancia se debe a la expansión lograda en los últimos años que han sido la más notable del país. En este Edo. se encuentran las siguientes bodegas: Vincela de Aguascalientes, Bodegas Montecasino, Can centradas de Juges de Uva, Bodegas de San Ignacio y Bodegas del Centre.

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

Este capítulo desempeña un papel muy importante en cualquier estudio encaminado a la fabricación de un producto o productos; ya que de ello depende las posibilidades de su aceptación en el mercado.

En el caso específico del ácido tartárico y de sus sales al cual es el objeto de este estudio, se puede decir que de acuerdo con los datos obtenidos, - que dichos productos no son elaborados en el país, lo que representa una fuga de divisas para México.

Al no existir producción en el país de los productos anteriormente mencionados, se considera que las importaciones de ácido tartárico y de sus sales -- principalmente son iguales a su demanda.

Los datos que a continuación se dan, fueron sacados de los "Anuarios estadísticos del comercio exterior" (S.I.C.).

El ácido tartárico se encuentra bajo la fracción arancelaria 501.00.21 de -- los años de 1962- 1965, y don la fracción arancelaria 29.16.A.006 de los años de 1966 en adelante.

IMPORTACIONES DEL ACIDO TARTARICO.

| Años | Kg. Legales | Valor en \$ |
|------|-------------|-------------|
| 1962 | 512,223 | 3,637,062 |
| 1963 | 628,471 | 4,711,951 |
| 1964 | 917,179 | 7,375,602 |
| 1965 | 770,059 | 6,383,087 |
| 1966 | 860,968 | 7,379,236 |
| 1967 | 923,548 | 8,556,441 |
| 1968 | 863,370 | 8,390,113 |
| 1969 | 936,246 | 9,250,055 |
| 1970 | 1,171,467 | 11,684,078 |
| 1971 | 1,178,798 | 12,169,000 |
| 1972 | 1,026,961 | 11,171,986 |
| 1973 | 1,031,762 | 13,569,446 |
| 1974 | 827,389 | 18,925,023 |

IMPORTACION DE BITARTRATO DE POTASIO (Fracción arancelaria 29.16.C.006).

| Años | Kg. Legales | VALOR en \$ |
|-------|---------------|-------------|
| 1965 | 65,066 | 454,602 |
| 1966 | 60,377 | 425,917 |
| 1967 | 83,297 | 624,423 |
| 1968 | 15,204 | 565,343 |
| 1969 | 60,767 | 457,451 |
| 1970 | 95,866 | 759,850 |
| 1971 | 97,230 | 815,624 |
| 1972 | 17,000 | 148,872 |
| 1973 | 96,515 | 907,020 |
| 1974* | 101,660 | 1,252,160 |

IMPORTACION DE TARTRATO DE SODIO Y POTASIO (Sal de la Rochella, fracción arancelaria de 1962- 1971 501.17.02, y 1972-197 es 29.16.C.007).

| Años | Kg. Legales | VALOR en \$ |
|-------|---------------|-------------|
| 1962 | 4,958 | 34,517 |
| 1963 | 36,849 | 276,325 |
| 1964 | 34,468 | 273,844 |
| 1965 | 21,280 | 183,506 |
| 1966 | 32,871 | 220,300 |
| 1967 | 30,113 | 207,608 |
| 1968 | 41,467 | 261,851 |
| 1969 | 23,282 | 157,265 |
| 1970 | 47,957 | 335,110 |
| 1971 | 39,219 | 257,906 |
| 1972 | 41,317 | 293,321 |
| 1973 | 54,457 | 464,674 |
| 1974* | 40,946 | 773,271 |

IMPONTACION DE TARTRATO DE POTASIO Y ANTIMONIO (Tárrtrato emético, fracción arancelaria de 1962-1971 501.17.01, y de 1972-197 29.16.C.008).

| AÑOS | Kg. Legales | Valor en \$ |
|-------|-------------|-------------|
| 1962 | 3,055 | 46,660 |
| 1963 | 2,300 | 39,023 |
| 1964 | 1,530 | 36,691 |
| 1965 | 2,019 | 31,916 |
| 1966 | 2,780 | 40,697 |
| 1967 | 3,166 | 54,741 |
| 1968 | 2,359 | 42,108 |
| 1969 | 2,310 | 41,532 |
| 1970 | 3,102 | 104,655 |
| 1971 | 2,326 | 96,500 |
| 1972 | 1,709 | 103,914 |
| 1973 | 1,968 | 132,540 |
| 1974* | 1,694 | 86,543 |

*Datos obtenidos hasta el mes de septiembre de 1974.

CALCULO DE LA ECUACION DE LA RECTA DE AJUSTE PARA EL ACIDO TARTARICO.

Ecuaciones utilizadas en la técnica de mínimos cuadrados, (13)

$$\sum Y = N a + \sum b x \dots\dots\dots \text{ecs. (1)}$$

$$\sum xY = a \sum x + b \sum x^2 \dots\dots\dots \text{ecs. (2)}$$

$$Y = a + b x \dots\dots\dots \text{ecs. (3)}$$

Siendo cada literal:

N = número de datos.

Y = valores de las ordenadas (ó sea la demanda en Kg.L. de ácido Tartárico).

x = valores de las abcisas (ó sea los años).

b = pendiente.

a = ordenada al origen.

DATOS.-

| Años | x | Y x10 ⁵ | x ² | x Y |
|--------|---------------|--------------------|------------------|---------------------|
| 1962 | 1 | 5.122 | 1 | 5.122 |
| 1963 | 2 | 6.285 | 4 | 12.57 |
| 1965 | 4 | 7.701 | 16 | 30.804 |
| 1966 | 5 | 8.610 | 25 | 43.050 |
| 1967 | 6 | 9.235 | 36 | 55.410 |
| 1968 | 7 | 8.634 | 49 | 60.438 |
| 1969 | 8 | 9.362 | 64 | 74.896 |
| 1970 | 9 | 11.715 | 81 | 105.435 |
| 1971 | 10 | 11.788 | 100 | 117.880 |
| 1972 | 11 | 10.270 | 121 | 112.970 |
| 1973 | 12 | 10.318 | 144 | 123.816 |
| TOTAL. | $\Sigma x=75$ | $\Sigma Y=99.04$ | $\Sigma x^2=641$ | $\Sigma xY=742.391$ |

Siendo

$$N= 11$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{75}{11} = 6.81818$$

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{99.04}{11} = 9.00363$$

CONTINUACION DE LOS DATOS PARA LA OBTENCION DE LA ECUACION DE LA RECTA
DE AJUSTE PARA EL ACIDO TARTARICO

| $(x-\bar{x})$ | $(x-\bar{x})^2$ | $(y-\bar{y})$ | $(y-\bar{y})^2$ |
|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|
| -5.81818 | 33.8512 | 3.88163 | 15.067 |
| -4.81818 | 23.2148 | 2.71863 | 7.39094 |
| -2.81818 | 7.94213 | 1.30262 | 1.69684 |
| -1.81818 | 3.30577 | 0.39363 | 0.15494 |
| -0.81818 | 0.66941 | 0.23137 | 0.05353 |
| +0.18182 | 0.03305 | 0.36963 | 0.13662 |
| +1.18182 | 1.39669 | 0.35837 | 0.12842 |
| +2.18182 | 4.76033 | 2.71137 | 7.35152 |
| +3.18182 | 10.1239 | 2.78437 | 7.75271 |
| +4.18182 | 17.4876 | 1.26637 | 1.60369 |
| +5.18182 | 26.8512 | 1.31437 | 1.72756 |
| | $\Sigma(x-\bar{x})^2 = 129.635$ | | $\Sigma(y-\bar{y})^2 = 43.0635$ |

Por otra parte despejando "b" de las ecs. (1) y (2) y haciendo las sustituciones apropiadas se tiene que:

$$b = \frac{\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{N}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}}$$

Sustituyendo los valores de cada término en la ec.

$$\frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{N} = \frac{(75)(99.04)}{11} = 675.272$$

$$\frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{(75)(75)}{11} = 511.363$$

$$b = \frac{742.391 - 675.272}{641 - 511.363} = 0.52$$

$$b = 0.52$$

Cálculo del coeficiente de correlación para el ácido tartárico.

$$r = b \sqrt{\frac{(\sum (x - \bar{x})^2)}{(\sum (Y - \bar{Y})^2)}} \dots \dots \dots \text{ec. (4)}$$

Sustituyendo los valores se tiene:

$$r = 0.52 \sqrt{\frac{129.635}{43.063}}$$

$$r = 0.52 \times 1.74$$

$$r = 0.905 \text{ Coeficiente de correlación para el ácido tartárico.}$$

Obtención de la ecuación de la recta de ajuste.

$$\bar{Y} = a + b \bar{x} \dots \dots \dots \text{ec. (5)}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N}; \quad \bar{Y} = Y \text{ media.}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}; \quad \bar{x} = x \text{ media.}$$

$$\text{DONDE: } a = \bar{Y} - b \bar{x}$$

$$\bar{Y} = \frac{99.04}{11} = 9.00363$$

$$\bar{x} = \frac{75}{11} = 6.81818$$

$$a = 9.00363 - 0.52 (6.81818)$$

$$a = 9.00363 - 3.54545$$

$$a = 5.46$$

Los valores de "a" y "b" se sustituyen en la ecuación (3) quedando de la siguiente manera:

$$Y = 5.46 + 0.52(x) \text{ Ecuación del ajuste de la recta para el ácido tartárico.}$$

Se hace la aclaración que el año de 1964 no se tomó en cuenta debido a que se sale de la tendencia.

Pronóstico de la demanda (Kg. x 10⁵) para el ácido tartárico

| AÑOS | X | ECUACION | Y x 10 ⁵ |
|------|----|---------------------|---------------------|
| 1974 | 13 | Y = 5.46 + 0.52(13) | 12.22 |
| 1975 | 14 | Y = 5.46 + 0.52(14) | 12.74 |
| 1976 | 15 | Y = 5.46 + 0.52(15) | 13.26 |
| 1977 | 16 | Y = 5.46 + 0.52(16) | 13.78 |
| 1978 | 17 | Y = 5.46 + 0.52(17) | 14.30 |
| 1979 | 18 | Y = 5.46 + 0.52(18) | 14.82 |
| 1980 | 19 | Y = 5.46 + 0.52(19) | 15.34 |

Los datos de la demanda real así como la demanda esperada para el ácido tartárico se encuentran representados en la gráfica A₃.

CALCULO DE LOS LIMITES DE CONFIANZA.-

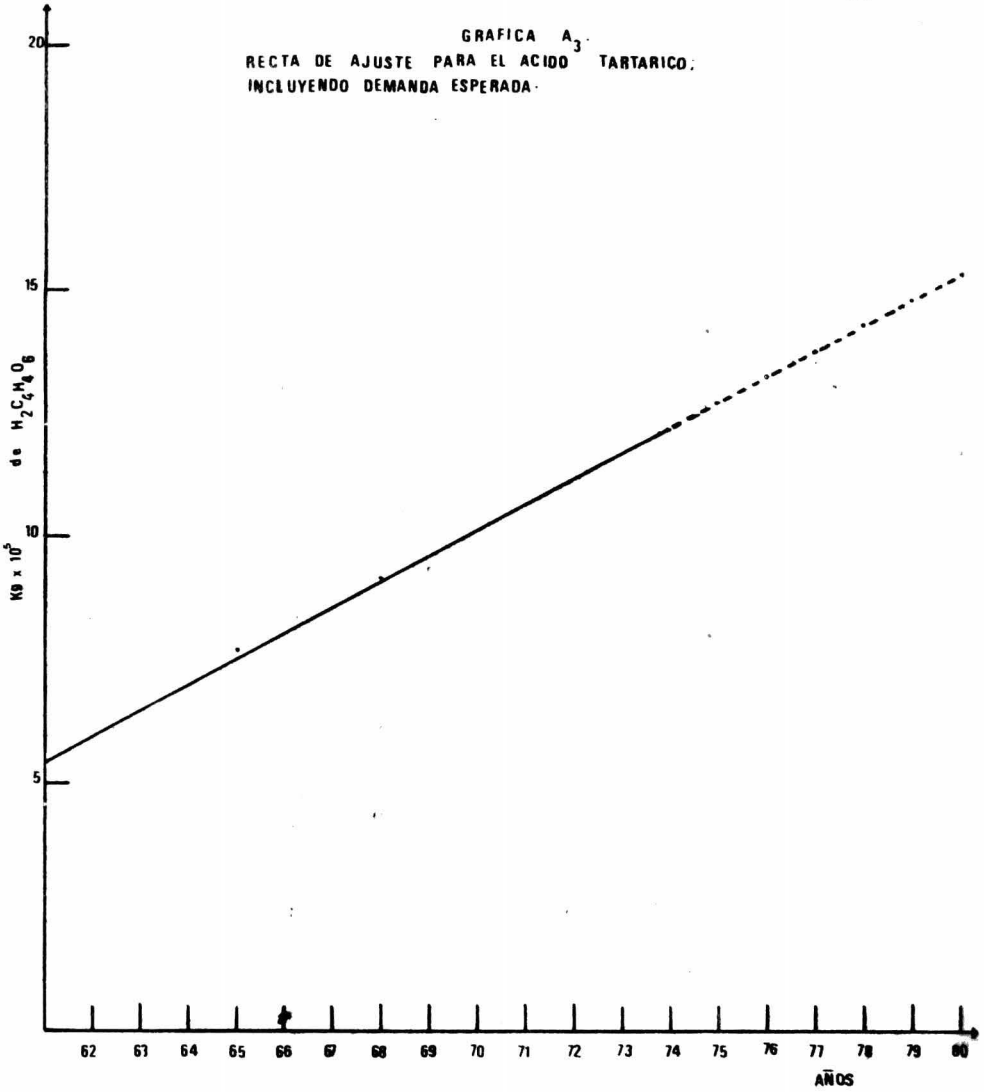
Es una prueba que determina, la probabilidad máxima y mínima para que se cumpla un pronóstico (dentro de los datos estudiados).

Como se tiene un modelo probabilístico, sigue una distribución "t" de student, las ecuaciones que se utilizan para este cálculo son las siguientes:

$$\sigma_{Ei}^2 = \frac{1}{n-2} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \hat{\beta} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \dots \text{ecs. (a)}$$

$$\sigma_{fi}^2 = \sigma_{Ei}^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right] \dots \text{ecs (b)}$$

GRAFICA A₃
RECTA DE AJUSTE PARA EL ACIDO TARTARICO;
INCLUYENDO DEMANDA ESPERADA.



$$E(\hat{y}_1) = \hat{y}_1 \pm t^* \sigma_{\hat{y}_1} \dots \text{ecs (c)}.$$

Se hacen las sustituciones adecuadas y se obtiene:

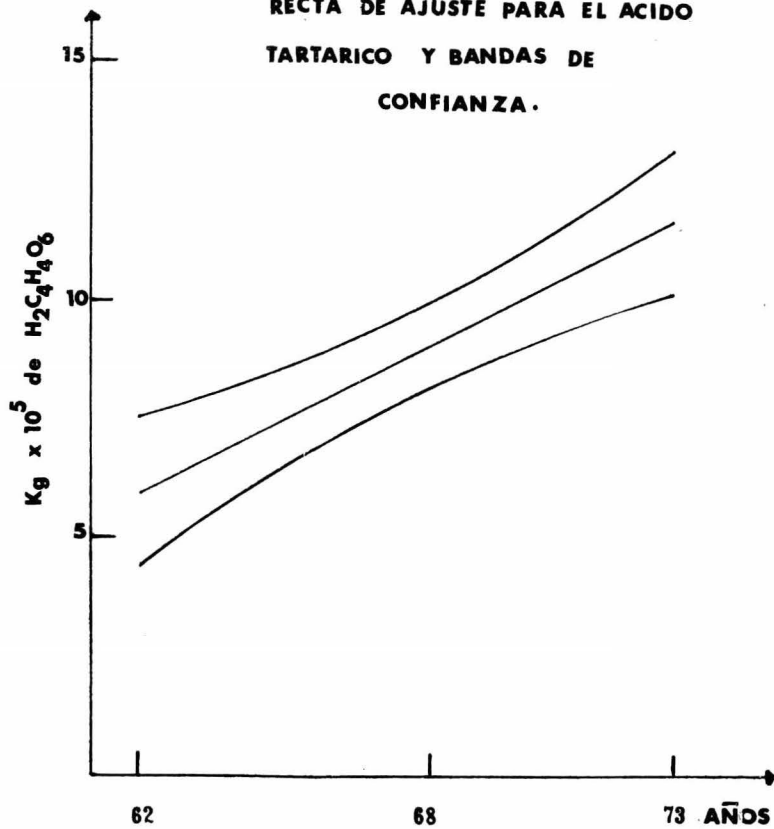
| \hat{y}_i | $\sigma_{\hat{y}_i}$ | $\sigma_{\hat{y}_i} t^*$ | \hat{y}_i | $E(\hat{y}_i)_{\max}$ | $E(\hat{y}_i)_{\min}$ |
|-------------|----------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.47104 | 0.68632 | 1.5524 | 5.98 | 7.5324 | 4.4276 |
| 0.34995 | 0.59156 | 1.3381 | 6.50 | 7.8381 | 5.1619 |
| 0.25577 | 0.50573 | 1.1439 | 7.54 | 8.6839 | 6.3961 |
| 0.18849 | 0.43415 | 0.9820 | 8.06 | 9.0420 | 7.0780 |
| 0.14813 | 0.38487 | 0.8705 | 8.58 | 9.4505 | 7.7095 |
| 0.13468 | 0.36698 | 0.8301 | 9.10 | 9.9301 | 8.2699 |
| 0.14813 | 0.38487 | 0.8705 | 9.62 | 10.4905 | 8.7495 |
| 0.18849 | 0.43415 | 0.9820 | 10.14 | 11.1220 | 9.1580 |
| 0.25577 | 0.50573 | 1.1439 | 10.66 | 11.8039 | 9.5161 |
| 0.34995 | 0.59156 | 1.3381 | 11.18 | 12.5181 | 9.8419 |
| 0.47104 | 0.68632 | 1.5524 | 11.70 | 13.2524 | 10.1476 |

Los valores obtenidos se encuentran representados en la gráfica A₃.

Ahora bien, como después de obtener el ácido tartárico, es relativamente fácil producir sus sales, se englobó todo a una base común en este caso el ácido tartárico.

GRAFICA A₃.

RECTA DE AJUSTE PARA EL ACIDO
TARTARICO Y BANDAS DE
CONFIANZA.



Obtención de los factores necesarios; para pasar todo a una base común, en este caso ácido tartárico.

a).- P.M. = Peso Molecular

P.M. Del ácido tartárico = 150.06

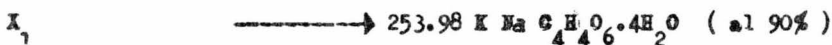
P.M. Del tartrato de sodio y potasio = 282.2

P.M. Del bitartrato de potasio = 188.2

P.M. Del tartrato de anti-monio y potasio = 333.9

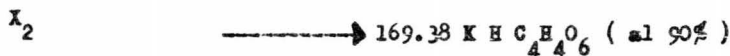
150.06 de ácido tartárico $\xrightarrow{\text{producen}}$ 282.2 de tartrato de sodio y potasio.

Esto es al 100 %; como se considera una eficiencia de producción de 90% se tendrá:



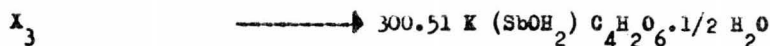
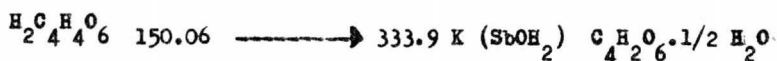
$$X_1 = \frac{150.06}{253.98} = 0.59083 \quad \text{Factor para la sal de Roehella.}$$

b).- Para el bitartrato de potasio



$$X_2 = \frac{150.06}{169.38} = 0.886$$

c).- Para el tartrato emético



$$X_3 = \frac{150.06}{300.51} = 0.5$$

Todos los factores obtenidos anteriormente, multiplicados por la demanda de las sales respectivas dan la cantidad de ácido tartárico necesario como se muestra en la tabla siguiente:

| ACIDO TARTARICO | | ACIDO TARTARICO NECESARIO PARA LOS TARTRATOS: | | | |
|-----------------|-----------|---|-----------------------|----------------|---------------------|
| | | Sodio y Potasio | Bitartrato de Potasio | Emético | Suma de ácido Total |
| | | 0.59083 Factor | 0.886 Factor | 0.50 Factor | |
| Años | | | | | |
| 1962 | 512,223 | 2,929.33 | | 1,532.5 | 516,684 |
| 1963 | 628,471 | 21,771.40 | | 1,150.0 | 651,392 |
| 1964 | 917,179 | 20,364.70 | | 765.0 | 938,308 |
| 1965 | 770,059 | 12,572.80 | 57,648.4 | 1,009.5 | 841,289 |
| 1966 | 860,968 | 19,421.10 | 53,502.8 | 1,390.0 | 935,281 |
| 1967 | 928,548 | 17,791.60 | 73,801.1 | 1,583.0 | 1,016,723.1 |
| 1968 | 863,370 | 24,499.90 | 67,162.3 | 1,175.0 | 956,207 |
| 1969 | 936,346 | 13,755.70 | 53,839.5 | 1,155.0 | 1,004,996.2 |
| 1970 | 1,171,467 | 28,334.40 | 84,937.2 | 1,515.0 | 1,286,289 |
| 1971 | 1,178,798 | 23,171.70 | 86,765.9 | 1,163.0 | 1,289,898 |
| 1972 | 1,026,961 | 24,411.30 | 15,062.0 | 854.5 | 1,067,288.8 |
| 1973 | 1,031,762 | 32,184.80 | 85,512.2 | 984.0 | 1,150,443 |

Ahora se ajustan los datos del ácido, necesario para producir sus sales principales, a una recta por el método de mínimos cuadrados, para obtener el coeficiente de correlación.

La demanda del año de 1964, no se tomó en cuenta por salirse de la tendencia, para realizar este ajuste.

CALCULO DE LA ECUACION DE LA RECTA DE AJUSTE DEL ACIDO
TARTARICO CON SUS SALES PRINCIPALES.

| AÑOS | X | Y x 10 ⁵ | X Y | X ² |
|------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1962 | 1 | 5.17 | 5.17 | 1 |
| 1963 | 2 | 6.51 | 13.02 | 4 |
| 1965 | 4 | 8.41 | 33.64 | 16 |
| 1966 | 5 | 9.35 | 46.75 | 25 |
| 1967 | 6 | 10.17 | 61.02 | 36 |
| 1968 | 7 | 9.56 | 66.92 | 49 |
| 1969 | 8 | 10.05 | 80.40 | 64 |
| 1970 | 9 | 12.86 | 115.74 | 81 |
| 1971 | 10 | 12.89 | 128.90 | 100 |
| 1972 | 11 | 10.67 | 117.37 | 121 |
| 1973 | 12 | 11.50 | 138.00 | 144 |
| | $\Sigma X=75$ | $\Sigma Y= 107.14$ | $\Sigma XY= 806.93$ | $\Sigma X^2 = 641$ |

CONTINUACION DE LA TABLA.

| $(x - \bar{x})$ | $(x - \bar{x})^2$ | $(Y - \bar{Y})$ | $(Y - \bar{Y})^2$ |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| -5.81818 | 33.8515 | -4.57 | 20.8849 |
| -4.81818 | 23.2148 | -3.23 | 10.4329 |
| -2.81818 | 7.94213 | -1.33 | 1.7689 |
| -1.81818 | 3.30577 | -0.39 | 0.1521 |
| -0.81818 | 0.66941 | +0.43 | 0.1849 |
| +0.18182 | 0.03305 | -0.18 | 0.0324 |
| +1.18182 | 1.39669 | +0.31 | 0.0961 |
| +2.18182 | 4.76033 | +3.12 | 9.7344 |
| +3.18182 | 10.1239 | +3.15 | 9.9225 |
| +4.18182 | 17.4876 | +0.93 | 0.8649 |
| +5.18182 | 26.8512 | +1.76 | 3.0976 |
| | $\Sigma (x - \bar{x})^2 = 129.635$ | | $\Sigma (Y - \bar{Y})^2 = 57.1716$ |

$$N = 11; \bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{75}{11} = 6.81818$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Y}{N} = \frac{107.14}{11} = 9.74$$

De acuerdo, a los valores obtenidos en la tabla se buscan "a" y "b" de la siguiente manera:

$$b = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \quad (\text{Que es, sólo la sustitución y despeje de "b" de las ecuaciones, (1) y (2).})$$

Se tiene que:

$$\sum xy = 806.93$$

$$\frac{(\sum x)(\sum y)}{N} = \frac{(75)(107.14)}{11} = 730.5$$

$$\frac{(\sum x)^2}{N} = \frac{(75)(75)}{11} = 511.363$$

$$\sum x^2 = 641 \quad \therefore$$

$$b = \frac{806.93 - 730.5}{641 - 511.363} = \frac{76.43}{129.637} = 0.59$$

$$b = 0.59$$

Por otra parte:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots \dots \dots \text{ecs. (5) Se despeja "a"}$$

$$\bar{y} = 9.74$$

$$\bar{x} = 6.81818$$

$$a = 9.74 - 0.59(6.81818)$$

$$a = 9.74 - 4.02272$$

$$a = 5.72$$

Se sustituyen los valores de "a" y "b" en la ecuación (3) y se tiene:

$$Y = a + b (x) \dots\dots\dots \text{ec. (3)}$$

$Y = 5.72 + 0.59 (x)$ Ec. de la recta de ajuste para el ácido tartárico, con sus sales englobadas.

Con la ecuación obtenida se hace la proyección de la demanda para los años siguientes:

Pronóstico de la demanda (Kg. $\times 10^5$) del ácido tartárico, tomado como base común.

| x | AÑOS | ECUACION | DEMANDA |
|----|------|-----------------------|--------------------------|
| | | | ESPERADA $Y \times 10^5$ |
| 13 | 1974 | $Y = 5.72 + 0.59(13)$ | 13.39 |
| 14 | 1975 | $Y = 5.72 + 0.59(14)$ | 13.98 |
| 15 | 1976 | $Y = 5.72 + 0.59(15)$ | 14.57 |
| 16 | 1977 | $Y = 5.72 + 0.59(16)$ | 15.16 |
| 17 | 1978 | $Y = 5.72 + 0.59(17)$ | 15.75 |
| 18 | 1979 | $Y = 5.72 + 0.59(18)$ | 16.34 |
| 19 | 1980 | $Y = 5.72 + 0.59(19)$ | 16.93 |

Cálculo del coeficiente de correlación para la recta de ajuste. de la ecuación (4) se tiene:

$$\rho = b \sqrt{\frac{\text{varianza de } x}{\text{varianza de } Y}}$$

ρ = coeficiente de correlación

b = pendiente

$$\rho = 0.59 \sqrt{\frac{129.635}{57.1716}}$$

$$\rho = 0.59 \times 1.51$$

$$\rho = 0.90$$

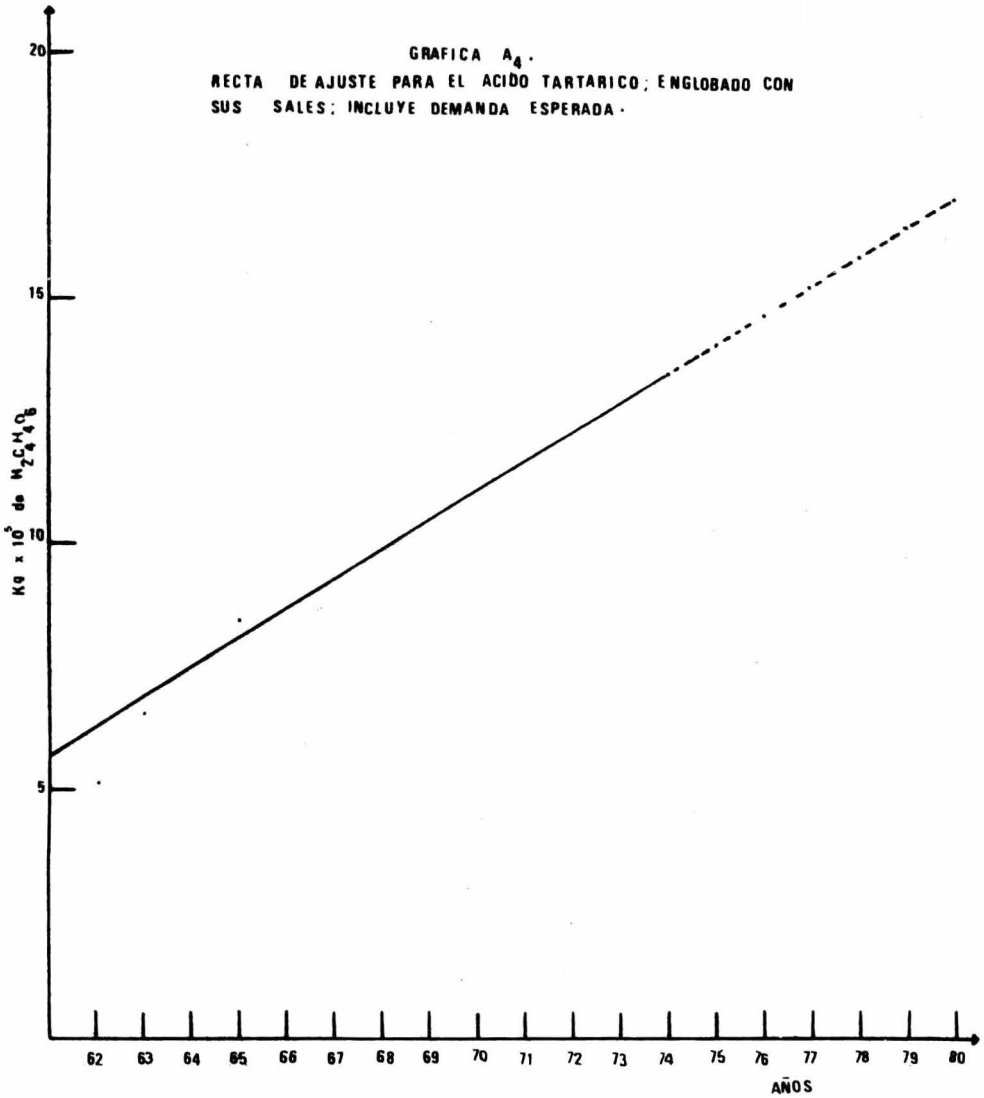
El coeficiente de correlación, es aceptable, para el pronóstico de la demanda esperada.

Se hace la aclaración que el año de 1964 no se tomó en cuenta por salirse totalmente de la tendencia.

Los datos de la demanda real, así como la demanda esperada para el ácido tartárico, con sus sales englobadas se encuentran representados en la gráfica A₄.

GRAFICA A₄.

RECTA DE AJUSTE PARA EL ACIDO TARTARICO; ENGLOBALADO CON
SUS SALES; INCLUYE DEMANDA ESPERADA.



ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA NECESARIA PARA LA PRODUCCION DEL
ACIDO TARTARICO EN EL PAIS.

Datos de la producción de uva en el país en el periodo de
1960 a 1971*.

| ESTADO | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Total (en Ton.) | 63,349 | 72,747 | 70,480 | 81,650 | 86,905 | 97,900 |
| Zona Norte | 28,330 | 39,905 | 34,589 | 38,888 | 39,091 | 47,845 |
| Coahuila | 20,183 | 28,878 | 24,220 | 26,603 | 26,731 | 29,796 |
| Chihuahua | 6,383 | 7,327 | 6,797 | 7,112 | 6,995 | 8,581 |
| Durango | 1,327 | 3,216 | 3,158 | 4,690 | 4,844 | 8,939 |
| Nuevo León | 20 | 29 | 33 | 36 | 36 | 29 |
| S. L. P. | 205 | 243 | 179 | 197 | 220 | 203 |
| Zacatecas | 212 | 212 | 202 | 250 | 265 | 297 |
| Nte. Pacifico | 17,853 | 13,823 | 12,287 | 14,967 | 17,539 | 14,824 |
| B.C. | 17,247 | 13,214 | 11,686 | 14,318 | 16,875 | 12,419 |
| B.C.(Territorio) | 533 | 548 | 553 | 600 | 581 | 630 |
| Sinaloa | 6 | 1 | 1 | - | - | - |
| Sonora | 67 | 60 | 47 | 49 | 83 | 1,775 |
| Centro | 17,166 | 19,019 | 23,604 | 27,795 | 30,275 | 35,231 |
| Ags. | 15,562 | 17,368 | 22,376 | 25,743 | 27,543 | 27,429 |
| Gto. | 169 | 578 | 624 | 714 | 780 | 862 |
| Hgo. | 151 | 100 | 78 | 76 | 131 | 95 |
| Jal. | 10 | 10 | 9 | 10 | 11 | 17 |
| Mex. | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Pue. | 6 | 9 | 8 | 13 | 16 | 22 |
| Qro. | 1,268 | 953 | 508 | 1,239 | 1,794 | 6,806 |
| Otros. | - | - | - | - | - | - |

CONTINUACION DE LOS DATOS DE LA PRODUCCION DE UVA EN EL PAIS EN EL PERIODO
DE 1960 a 1971*

| ESTADO | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Total (enTon.) | 105,892 | 113,784 | 117,615 | 122,803 | 163,700 | 218,490 |
| Zona Norte | 54,606 | 53,902 | 56,177 | 57,263 | 67,675 | 125,800 |
| Coahuila | 31,620 | 32,427 | 35,480 | 37,898 | 46,575 | 30,000 |
| Chihuahua | 9,600 | 7,830 | 6,747 | 4,312 | 15,000 | 13,000 |
| Durango | 12,804 | 13,100 | 13,430 | 14,600 | - | 78,000 |
| Nuevo León | 22 | 18 | 23 | 20 | 50 | - |
| S. L. P. | 231 | 212 | 170 | 69 | 600 | 800 |
| Zacatecas | 329 | 315 | 327 | 364 | 5,450 | 4,000 |
| Nte. Pacifico | 12,872 | 14,714 | 16,781 | 18,455 | 20,930 | 30,000 |
| B.C. | 9,949 | 10,037 | 11,823 | 13,155 | 13,950 | 20,000 |
| B.C. (Territorio) | 675 | 746 | 815 | 960 | 980 | - |
| Sinaloa | - | - | - | - | - | - |
| Sonora | 2,248 | 3,931 | 4,143 | 4,340 | 6,000 | 10,000 |
| Centro | 38,414 | 45,168 | 44,657 | 47,085 | 75,095 | 62,690 |
| Ags. | 28,849 | 37,450 | 37,587 | 40,000 | 61,680 | 51,190 |
| Gto. | 969 | 837 | 796 | 710 | 7,200 | 5,000 |
| Hgo. | 52 | - | - | - | 60 | - |
| Jal. | 11 | 17 | 19 | 25 | - | - |
| Mex. | - | - | - | - | - | - |
| Pue. | 27 | 32 | 43 | 50 | 235 | - |
| Qro. | 7,506 | 6,832 | 6,212 | 6,300 | 5,920 | 5,000 |
| Otros. | | | | | | 1,500 |

* - Series Estadísticas. Boletín mensual de la Dirección General de Economía Agrícola, número. 500-511, México 1969.

PROYECCION DE LA MATERIA PRIMA NECESARIA

De acuerdo a datos proporcionados por industrias Martell (2) por cada 100 Kg. de uva procesada o prensada se obtiene 30 Kg. de orujo.

Por otra parte como se vió anteriormente, el 62% de la uva producida en el país corresponde a la elaboración de brandys y aguardientes, vinos de mesa, y elaboración de jugos, con estos datos se procede al cálculo de la materia prima necesaria, de acuerdo con los medios, con que cuenta el país.

| AÑOS | UVA PROCESADA (TON.) & | ORUJO (TON.) && |
|------|------------------------|-----------------|
| 1960 | 39,276 | 11,783 |
| 1961 | 45,103 | 13,531 |
| 1962 | 43,698 | 13,110 |
| 1963 | 50,623 | 15,187 |
| 1964 | 53,881 | 16,164 |
| 1965 | 60,698 | 18,210 |
| 1966 | 65,653 | 19,696 |
| 1967 | 70,546 | 21,164 |
| 1968 | 72,921 | 21,876 |
| 1969 | 76,138 | 22,841 |
| 1970 | 101,494 | 30,448 |
| 1971 | 135,463 | 40,639 |

& .- Representa el 62% de la uva producida en el país.

&&.- En base a que, 100 Kg. de uva producen 30 Kg. de orujo.

CALCULO DE LA ECUACION DE LA RECTA DE AJUSTE PARA LA MATERIA PRIMA NECESARIA (ORUJO).

Datos:

| AÑOS | x | Y x 10 ³ (Ton.) | x ² | x Y |
|------|-----------------|----------------------------|--------------------|------------------------|
| 1960 | 1 | 11.79 | 1 | 11.79 |
| 1961 | 2 | 13.54 | 4 | 27.08 |
| 1962 | 3 | 13.11 | 9 | 39.33 |
| 1963 | 4 | 15.19 | 16 | 60.76 |
| 1964 | 5 | 16.17 | 25 | 80.85 |
| 1965 | 6 | 18.21 | 36 | 109.26 |
| 1966 | 7 | 19.70 | 49 | 137.90 |
| 1967 | 8 | 21.17 | 64 | 169.36 |
| 1968 | 9 | 21.88 | 81 | 196.92 |
| 1969 | 10 | 22.85 | 100 | 228.50 |
| 1970 | 11 | 30.45 | 121 | 534.95 |
| 1971 | 12 | 40.64 | 144 | 487.68 |
| | $\Sigma x = 78$ | $\Sigma Y = 244.70$ | $\Sigma x^2 = 650$ | $\Sigma xY = 1,884.38$ |

Continuación de los datos:

| (x- \bar{x}) | (x- \bar{x}) ² | (Y- \bar{Y}) | (Y- \bar{Y}) ² |
|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| -5.5 | 30.25 | -8.60 | 73.9600 |
| -4.5 | 20.25 | -6.85 | 46.9225 |
| -3.5 | 12.25 | -7.28 | 52.9984 |
| -2.5 | 6.25 | -5.20 | 27.0400 |
| -1.5 | 2.25 | -4.22 | 17.8084 |
| -0.5 | 0.25 | -2.18 | 4.7524 |
| +0.5 | 0.25 | -0.69 | 0.4761 |
| +1.5 | 2.25 | +0.78 | 0.6084 |
| +2.5 | 6.25 | +1.49 | 2.2201 |
| +3.5 | 12.25 | +2.46 | 6.0516 |
| +4.5 | 20.25 | +10.06 | 101.2036 |
| +5.5 | 30.25 | +20.25 | 410.0625 |

$$\Sigma(x-\bar{x})^2 = 143.00$$

$$\Sigma(Y-\bar{Y})^2 = 744.0104$$

$$N = 12$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{78}{12} = 6.5$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} = \frac{244.70}{12} = 20.39$$

$$b = \frac{\sum xY - \frac{(\sum x)(\sum Y)}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}$$

$$b = \frac{1884.38 - \frac{(78)(244.70)}{12}}{650 - \frac{6084}{12}}$$

$$b = \frac{1884.38 - \frac{19086.60}{12}}{650 - 507} = \frac{1884.38 - 1590.55}{143} = \frac{293.83}{143} = 2.05475$$

Coefficiente de correlación.

$$r = b \sqrt{\frac{(\sum x - \bar{x})^2}{(\sum Y - \bar{Y})^2}}$$

$$r = 2.054475 \sqrt{\frac{143}{744.104}}$$

$$r = 2.54475 \times 0.438293$$

$$r = 0.905 \quad \text{Coefficiente de correlación para la materia prima necesaria.}$$

Obtención de la ecuación de la recta de ajuste.

De la ecuación (5):

$$\bar{Y} = a + b \bar{X}; \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{N}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}; \quad \text{Donde} \quad a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$\bar{Y} = 20.39166$$

$$\bar{X} = 6.5$$

$$a = 20.39166 - 2.05447 (6.5)$$

$$a = 20.39166 - 13.35405$$

$$a = 7.038$$

Se sustituyen los valores de "a" y "b" en la ecuación:

$$Y = a + bx$$

$$Y = 7.038 + 2.055 \text{ (Ecuación de la recta de ajuste para la materia prima)}$$

Con esta ecuación se hace la proyección para los años siguientes.

Pronóstico de la materia prima necesaria.

| Años | x | Ecuación | $Y \times 10^3$ (Ton.) |
|------|----|-------------------------|------------------------|
| 1972 | 13 | $Y = 7.038 + 2.055(13)$ | 33.75 |
| 1973 | 14 | $Y = 7.038 + 2.055(14)$ | 35.81 |
| 1974 | 15 | $Y = 7.038 + 2.055(15)$ | 37.86 |
| 1975 | 16 | $Y = 7.038 + 2.055(16)$ | 39.92 |
| 1976 | 17 | $Y = 7.038 + 2.055(17)$ | 41.98 |
| 1977 | 18 | $Y = 7.038 + 2.055(18)$ | 44.03 |
| 1978 | 19 | $Y = 7.038 + 2.055(19)$ | 46.08 |
| 1979 | 20 | $Y = 7.038 + 2.055(20)$ | 48.14 |
| 1980 | 21 | $Y = 7.038 + 2.055(21)$ | 50.19 |

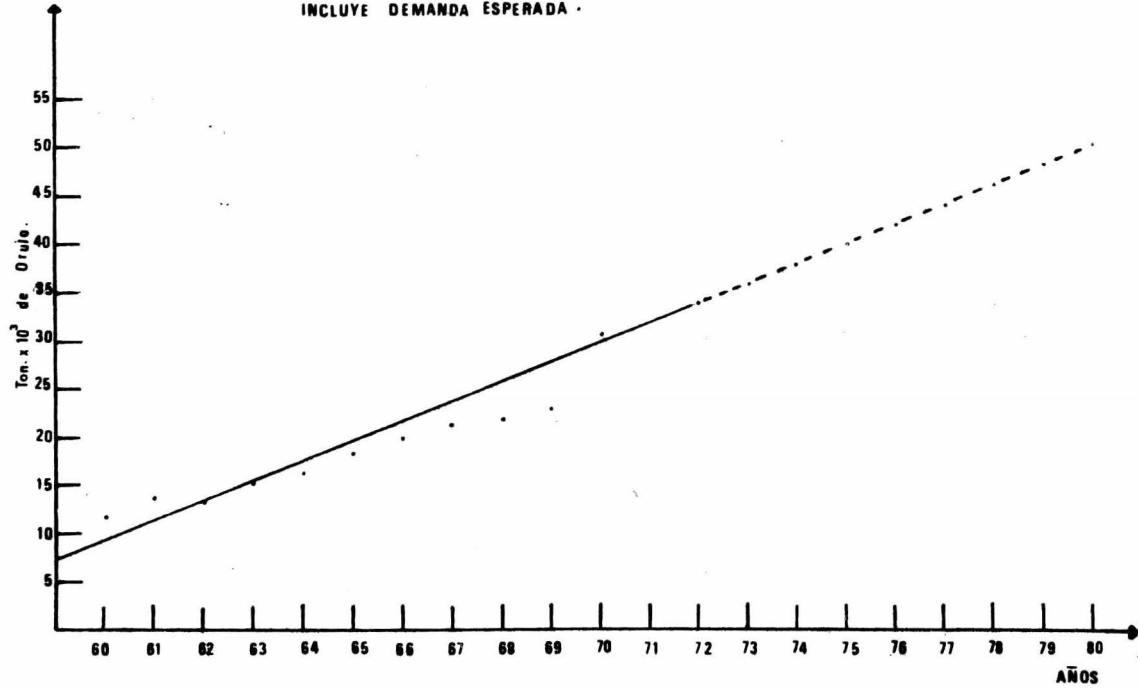
De acuerdo a lo anteriormente visto, se observa que México cuenta con la materia prima necesaria para la elaboración del ácido tartárico. Los datos reales; así como los datos proyectados se encuentran representados en la gráfica A₅.

Debido a que en el país, no existe fabricación de ácido tartárico y de sus sales principales; las compañías que se presentan a continuación representan el mercado nacional:

| EMPRESAS IMPORTADORAS DE BITARTRATO DE POTASIO | LOCALIDAD | EDO. |
|--|-----------|-------|
| Artículos Mundet Embotelladora | México | D.F. |
| Compañía Universal Ind. S.A. | México | D.F. |
| Central de Drogas S. A. | México | D. F. |
| Delfino Arrijoja Vargas | Puebla | Pue. |
| Empresa Importadora Guadalajara S.A. | Guad. | Jal. |
| Dromex S. A. | México | D.F. |
| Ind. Nal. Relojes Suizos S.A. | México | D.F. |
| Merck Mex. S.A. | Naucalpan | Mex. |

GRAFICA A₅

RECTA DE AJUSTE PARA LA MATERIA PRIMA.
INCLUYE DEMANDA ESPERADA.



| E M P R E S A S IMPORTADORES DE ACIDO TARTARICO | LOCALIDAD | EDO. |
|--|------------|--------|
| Richardson Merrell S. A. | Naucalpan | México |
| Embotelladora Mexicana S.A. | México | D.F. |
| Articulos Mundet Embotelladora | México | D.F. |
| Proveedores Químicos S.A. | México | D.F. |
| Hules Mundiales S.A. C.V. | Naucalpan | México |
| Cia. Universal Ind. S.A. | México | D.F. |
| Productos Químicos Mardupol S.A. | México | D.F. |
| Beecham Mex. S.A. | México | D.F. |
| Materias Primas S.A. | México | D.F. |
| Solvemex S.A. | México | D.F. |
| Refrescos Pascual S.A. | México | D.F. |
| Bristol Myers Mex. S.A. | México | D.F. |
| Solventes Prop. Químicos S.A. | Xalostoc | Mex. |
| Sydney Ross Co. S.A. | Cuautitlan | Mex. |
| Galletera Mex. S.A. | Monterrey | N.L. |
| Casa Holck S.A. | Monterrey | N.L. |
| Usher S.A. | México | D.F. |
| I C I Mex. S.A. C.V. | México | D.F. |
| Abst. Químicos S.A. | Xalostoc | Mex. |
| Aplicaciones Farma. S.A. | México | D.F. |
| Bodegas de Sto. Tomás | Ensenada | B.C. |
| Vides Guadalupe S.A. | Tijuana | B.C. |
| Embotelladora La Victoria S.A. | Tijuana | B.C. |
| Productos Uva S.A. | Tijuana | B.C. |
| Califrut Mex. S.A. | Tijuana | B.C. |
| Lab. Takeda Mex. S.A. | México | D.F. |

| EMPRESAS IMPORTADORAS DE TARTRATO DE SODIO Y POTASIO | LOCALIDAD | EDO. |
|---|------------|-------|
| Compañía Universal Ind. S.A. | México | D.F. |
| Productos Químicos Básicos S.A. | México | D.F. |
| Oxymex S.A. C.V. | México | D.F. |
| Piezo Mex. S.A. C.V. | México | D.F. |
| Central Drogas S.A. | México | D.F. |
| Merok Mex. S.A. | Naucalpan | Mex. |
| Kodak Mex. S.A. C.V. | México | D.F. |
| Electronica Divison S.A. | México | D.F. |
| Rey Mol S.A. C.V. | México | D.F. |
| Oscar Alvarez Jaquez | CD. Juárez | Chih. |

| EMPRESAS IMPORTADORAS DE TARTRATO EMETICO | LOCALIDAD | EDO. |
|--|------------|-------|
| Ciba - Geigy Mex. S.A. | México | D.F. |
| J. T. Baker S.A. C.V. | México | D.F. |
| Merck Mex. S.A. | Naucalpan | Mex. |
| Dupont S.A. C.V. | México | D.F. |
| Central de Drogas S. A. | México | D.F. |
| Oscar Alvarez Jaquez | Gd. Juárez | Chih. |
| Almacen Drogas La Paz S.A. | Guad. | Jal. |

Como se puede observar más del 60% de las compañías importadoras se encuentran en el Distrito Federal; por lo que el mercado está concentrado hacia la capital de la República.

*.- Listados de importaciones y exportaciones.
Dirección General de Aduanas, I.M.C.E.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS Y SELECCION DEL MISMO.

1.- PROCESO DE TOSTACION.-

En este procedimiento se tuesta el tártaro crudo por medio de un cilindro horizontal provisto de un agitador montado horizontalmente con numerosas paletas. Está rodeada por una camisa de calentamiento por la cual circula el agente de transmisión de calor, que puede ser, un líquido de alta temperatura de ebullición, como el Dowtherm. Reguladores automáticos mantienen la temperatura deseada. Los tostadores admiten una carga de 2,200 a 4,500 Kg. de tártaro crudo. Antes de entrar en el tostador, el material crudo es triturado en un molino con batidores oscilantes semejantes a un molino de Gruendler.

El tiempo de tostado es de 2 a 6 horas a $155-165^{\circ}\text{C}$; según la calidad del crudo. El tostado se traslada por medio de un transportador helicoidal, a un tanque de precipitación, de madera, provisto de un serpentín de enfriamiento. Se añade rápidamente lechada de cal hasta neutralidad para el tornasol. Se añade luego lechada de sulfato de calcio precipitado hasta 20% en exceso. La mezcla se filtra en un gran filtro prensa rotatorio y lavado con agua fría. El filtrado va desde esta prensa a los tanques de almacenaje. La torta del filtro-prensa se hace de nuevo pulpa y se vuelve a lavar en una segunda prensa rotatoria, el filtrado de esta torta es deshecha y la torta se sigue procesando.

El principal inconveniente de este proceso es que hay que tener un control riguroso en las temperaturas; ya que de no ser así el exceso de temperatura causa una destrucción del tártaro y por ende una disminución en el rendimiento.

2.- PROCESO DE DECANTACION.- (11)

En este proceso las heces frescas y húmedas, o las heces secas y finamente trituradas, se tratan con suficiente ácido clorhídrico para disolver todos los tartratos. El magma acidificado se diluye con agua suficiente para obtener por lo menos 50% de solución clara después de la sedimentación. Se decanta este líquido ácido y el sedimento se lava rápidamente por suspensión en agua y decantación. La mezcla de los extractos es neutralizada con caliza triturada o con cal hidratada. Dejando la reacción final ligeramente ácida al tornasol para reducir la coprecipitación de los fosfatos de hierro y aluminio. El procedimiento sólo requiere tinas de madera y filtros sencillos por gravedad; pero la simplicidad del equipo no compensa los grandes volúmenes de solución que se necesitan y las consiguientes pérdidas por solubilidad.

3.- PROCESO NEUTRO A PRESION.- (11)

Este proceso consiste en diluir el orujo en un tanque de madera con tres partes de agua, calentando a 87°C durante 2 horas; inmediatamente después la mezcla es filtrada con el fin de quitar el orujo y el filtrado es conducido a una autoclave de acero provista de agitador y calentada directamente con vapor a presión de 3-3.5 Kg. /cm² durante 2 horas a 118°C, donde es neutralizada la mezcla con lechada de cal. Después de suprimir la presión, se vierte la masa en un tanque de acero inoxidable provisto de un agitador y cámara de enfriamiento. Después de enfriar a 50°C la carga es tratada con cloruro de calcio hasta que haya 5% en exceso sobre la cantidad calculada por la acidez original; inmediatamente después se le agrega decalite 1% para que sirva como filtro ayuda. La lechada se filtra y se lava en un filtro prensa. La torta prensada debe ser acidificada fuertemente con ácido sulfúrico, de manera constante, pues los tártaros neutros son fácilmente infectados por bacterias, las cuales pueden ocasionar pérdidas de tartratos.

4.- PROCESO DE ADSORCIÓN EN UN INTERCAMBIADOR.- (6)

En este proceso la recuperación de tartratos se hace de los líquidos residuales de las destilerías por medio de una torre intercambiadora de iones; dentro de la cual se encuentra una resina de intercambio en forma de cloruro. Una solución de sal común puede servir como regeneradora.

La concentración del tartrato en solución aumenta de 15 a 18 veces sobre la del líquido original. El producto final es tartrato de calcio de gran pureza.

Los principales inconvenientes de este proceso son el ensuciamiento de la cama de resina; suciedad que impide el buen funcionamiento formando un tapón al momento de la evacuación de las soluciones, y el alto costo de las columnas de intercambio iónico.

Como se observa todos los procesos anteriormente descritos sólo difieren en la manera de obtener la torta de tartrato de calcio, una vez hecha esta, todos los procesos tienen un desarrollo único para la obtención de ácido tartárico; el proceso es el siguiente:

La torta obtenida de tartrato de calcio es acidificada con ácido sulfúrico al 70% hasta tener una concentración de 1.117 Kg. / l.

La papilla es filtrada en un filtro prensa de madera y la torta se lava con agua en una proporción del 50% de la solución obtenida.

El líquido obtenido se vierte a un evaporador de plomo y antimonio con tubos de níquel que son alimentados con vapor a presión de 3 - 5 lb. / in² (210 - 350 g. / cm²).

El licor es concentrado hasta 58% de ácido tartárico en peso. El licor concentrado es filtrado, empleando porcelana porosa como medio filtrante. El filtrado claro es introducido a un evaporador de cobre hasta obtener una concentración de 63% ; este evaporador opera a las mismas condiciones del evaporador anterior. El magma de -- cristales obtenidos se centrifuga para la eliminación de las aguas madres, la primera cosecha tiene un rendimiento del 65% . El agua madre de esta primera cristalización se vuelve a evaporar para ob-

tener una segunda cosecha de cristales hasta una concentración nuevamente del 63%. Análogamente, el agua madre de esta produce una tercera cristalización, la cual es pobre en calidad.

Las cristalizaciones primera y segunda, crudas son disueltas en tanques de madera hasta obtener una disolución de 0.762 Kg. /l a 50°C. El sulfato es separado con carbonato de bario el cual es agregado en una relación del 1% del ácido tartárico que se obtiene; los iones fierro son eliminados con ferrocianuro de calcio, en la misma proporción anterior (o sea 1% en peso del ácido tartárico presente); también se agrega carbón decolorante en una proporción del 5% de la cantidad de ácido tartárico presente. El líquido se filtra en un filtro prensa de placas y marcos de madera, después se envía el líquido a tanques de almacenaje de acero mñel. Acto seguido se evapora hasta una concentración de 63% en un evaporador de cobre con tubos de mñel que opera en condiciones similares a el evaporador primero y segundo. Después el licor es conducido a un cristalizador continuo; de ahí son llevados a una centrifuga lavando los cristales con agua en una proporción del 20% de ácido tartárico presente; después los cristales son conducidos a un secador rotatorio hasta obtener una humedad final del 4%. Y por último el polvo de ácido tartárico se hace en un pulverizador de impacto Raymond. Las reacciones químicas que se efectuan en el proceso son las siguientes:



Conversión del tartrato de calcio en ácido tartárico:

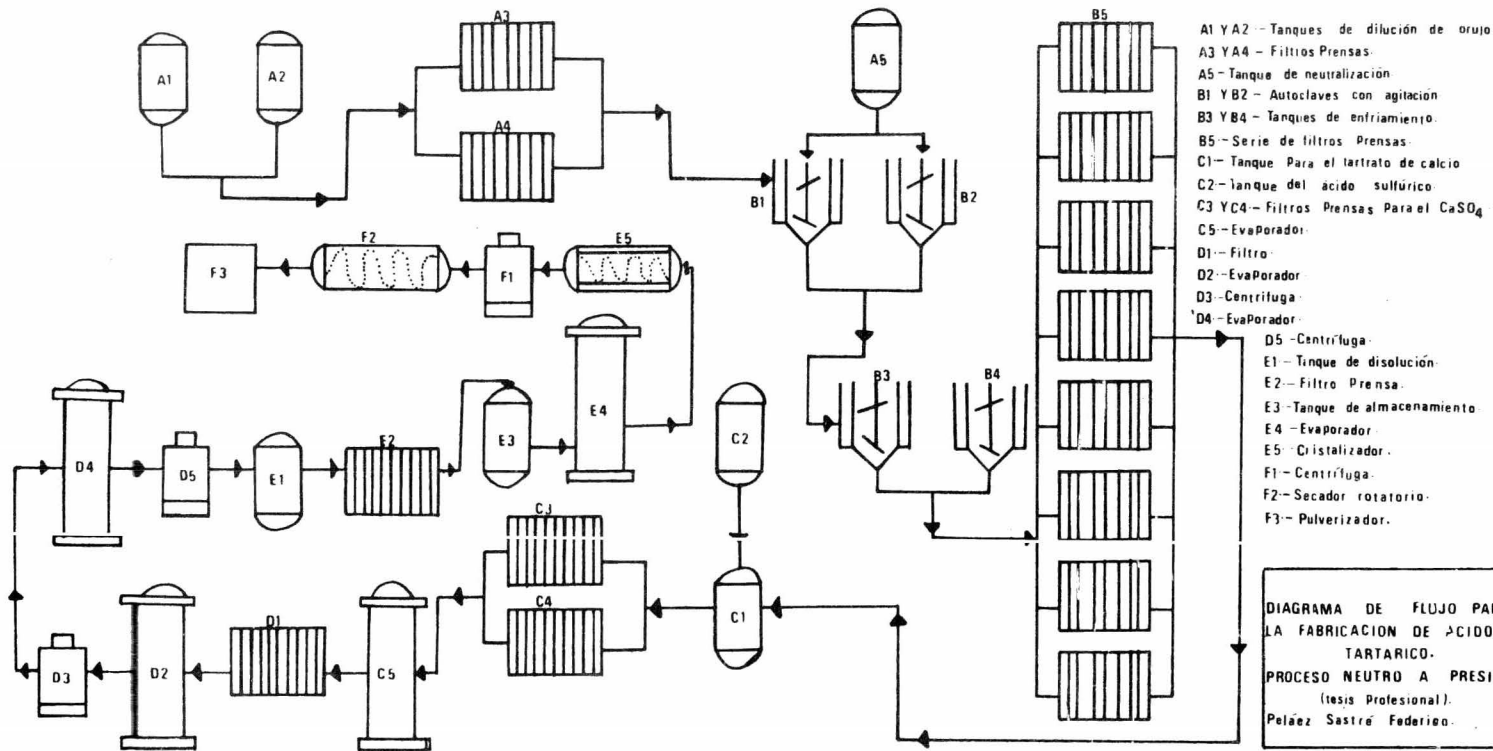


Esta descripción sencilla de recuperación se complica por impurezas inorgánicas y orgánicas. Una de las mayores dificultades es la escasa facilidad de filtración de las soluciones de tártaro crudo. Pero

afortunadamente el tratamiento húmedo en autoclave a 3-5 Kg. /cm² facilita la ulterior filtración.

Por las características, anteriormente descritas de los procesos; se observa que el proceso idóneo para desarrollar es el neutro a presión por las siguientes causas:

- a).- El equipo utilizado en lo que cabe es sencillo para su operación.
- b).- El rendimiento que se obtiene es del 95% .
- c).- No hay que manejar grandes volúmenes y por lo tanto no hay pérdidas por solubilidad.
- d).- El costo del equipo empleado no es muy alto en comparación a los otros procesos, tomando en cuenta, los resultados obtenidos.
- e).- El tiempo de procesamiento es corto.



CAPITULO IV.

CALCULO Y SELECCION DEL EQUIPO.

Los cálculos que se efectúan para el dimensionamiento del equipo, se to-
mó la demanda para el año de 1978, ó sea 1,575,000 Kg. de ácido tartá-
rico.

Se considera que el año laborable es de 300 días.

$$\text{Capacidad} = \frac{1,575 \text{ Ton. de ácido}}{300 \text{ días}} = 5.25 \frac{\text{Ton.}}{\text{día}} \text{ de ácido tartárico.}$$

Si la fabrica trabaja las 24 hrs. del día.

$$5.25 \frac{\text{Ton.}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}} = 0.21875 \frac{\text{Ton.}}{\text{hrs.}} \text{ de ácido tartárico} = 218.75 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}}$$

Por otra parte el orujo tiene 4 % de ácido tartárico en peso. . . (16).

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de orujo} &= \frac{(218.75 \text{ Kg. de ac.}) (100 \text{ Kg. de orujo})}{\text{hr.} \times 4 \text{ Kg. de ac.}} = \frac{21,875}{4} \\ &= 5,468.75 \frac{\text{Kg. orujo}}{\text{hr.}} \end{aligned}$$

Debido a que el proceso tiene una duración aproximadamente de 4 hr. se
obendrá la capacidad por carga del proceso:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de la carga} &= 5,468.75 \frac{\text{Kg. orujo}}{\text{hr.}} \times \frac{4 \text{ hr.}}{1 \text{ carga.}} \\ &= 21,875 \frac{\text{Kg. orujo}}{\text{carga}} \end{aligned}$$

El primer paso para llevar a cabo el proceso, el orujo se introduce en
un tanque y con este motivo se procede al cálculo;

1.- El proceso dice que el orujo se mezcla con tres partes de agua, la

densidad del orujo es de 2 Kg. / lt. (16).

$$\left. \begin{array}{l} \text{Orujo} = 2 \text{ Kg./lt.} \end{array} \right\}$$

Por lo tanto el volúmen ocupado por la carga de orujo es:

$$V_{\text{orujo}} = 21,875 \frac{\text{Kg.}}{\text{carga}} \times \frac{1 \text{ lt.}}{2 \text{ Kg.}} = 10,937.5 \frac{\text{lt.}}{\text{carga}}$$

Como el volúmen del agua es 3 veces el volúmen del orujo:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 3 \times 10,937.5 = 32,812.5 \text{ lt.} = 32,812.5 \text{ Kg.}$$

Por lo que el volúmen de la mezcla será:

$$V_{\text{tot.}} = V_{\text{orujo}} + V_{\text{agua}}$$

$$V_{\text{tot.}} = 43,750 \frac{\text{lt.}}{\text{carga}}$$

Se toma un factor de seguridad del 15% para el volúmen del tanque y se tiene:

$$V_{\text{tanque}} = 43,750 \times 1.15 = 50,312.5 \text{ lt.}$$

Como es un volúmen grande se divide en dos tanques con un volúmen de

$$V_{\text{de c/tanque}} = 25,156.25 \text{ lt.}$$

La mayoría de estos tanques son los que su altura es igual a su diámetro ... (4), por lo tanto:

$$V = \pi r^2 h ; \text{ Como } r = \frac{d}{2} \quad r^2 = \frac{d^2}{4} ; h = d$$

Se sustituye en la formula y se tiene:

$$V = \frac{\pi}{4} d^3; \quad \frac{\pi}{4} = 0.785 \quad V = 0.785 d^3$$

Se despeja el diámetro:

$$d = \sqrt[3]{\frac{V}{0.785}} = \sqrt[3]{\frac{25.15625}{0.785}} = \sqrt[3]{32.0461} = 3.17 \text{ metros.}$$

Cantidad de calor para el procesamiento del orujo, de la formula:

$$Q = \frac{Wc \Delta T}{P}$$

$$W_{\text{tot.}} = W_{\text{agua}} + W_{\text{orujo}}$$

$$W_{\text{tot.}} = 32,812.5 \text{ Kg.} + 21,875 \text{ Kg.} = 54,687.5 \text{ Kg.}$$

Peso de orujo por tanque:

$$\frac{54,687.5 \text{ Kg.}}{2} = 27,343.7 \frac{\text{Kg.}}{\text{tanque}}$$

$$c_p = \frac{0.84 \text{ K cal.}}{\text{Kg. } ^\circ\text{C}} \dots (12)$$

$$\Delta T = 87 - 25 = 62^\circ\text{C}$$

$$Q = 27,343.7 \times 0.84 \times 62 = 1,424,059.4 = 1.42 \times 10^6 \text{ K cal.}$$

Como se deja hasta ebullición durante 2 hr. se tiene que la cantidad de calor necesaria por hora es:

$$Q = \frac{1.42 \times 10^6}{2} = 7.1 \times 10^5 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}} \quad \text{Para cada tanque.}$$

2.- FILTRO PRENSA.-

De acuerdo a la ecuación:

$$\frac{\theta}{\frac{V}{a}} = K'P \left(\frac{V}{a} \right) + c \dots \dots (14)$$

θ = Tiempo de filtración en segundos.

V = Volumen de filtración en cm^3 .

a = Área de filtración en cm^2 .

$K'P = \beta$ = Pendiente de la recta.

$c = \alpha$ = Ordenada al origen.

La ecuación anterior es del tipo:

$$Y = \alpha + \beta X$$

La ecuación se transforma en:

$$\frac{\theta}{V} a^2 - ca - K'PV = 0$$

Que es una ecuación de segundo grado:

$$a = \frac{-c \pm \sqrt{c^2 - 4 \frac{\theta}{V} (-K'PV)}}{2 \frac{\theta}{V}}$$

$$a = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 4 \theta K'P}}{2 \frac{\theta}{V}}$$

De acuerdo con los datos reportados . . . (3), se toman 250cm^2 de área y las lecturas se hacen cada 100cm^3 de filtrado y se obtiene $K'P = 39$ y $c = 19$.

El volúmen a filtrar son:

$$V = 43,750 \text{ lt.} = 4.375 \times 10^7 \text{ cm}^3$$

Por mayor comodidad se usan dos filtros para no trabajar con volúmenes grandes por lo tanto el volúmen de cada filtro es:

$$V_{\text{c/filtro}} = 2.1875 \times 10^7 \text{ cm}^3.$$

El tiempo de operación es de cuatro horas, de las que tres horas, son tiempo efectivo, y una hora es para acondicionamiento.

$$\theta_{\text{efectivo}} = 10.8 \times 10^3 \text{ seg.}$$

Se sustituye en la ecuación todos los valores y se tiene:

$$a = \frac{19 + \sqrt{19^2 + 4 (10.8 \times 10^3) 39}}{2 \frac{10.8 \times 10^3}{2.1875 \times 10^7}} = 133 \times 10^4 \text{ cm}^2 = 133 \text{ m}^2 = 1,235 \text{ ft.}^2$$

Especificaciones (14).

Filtro prensa, de placas y marcos.

Tamaño de la placa = 42" x 42".

No. de placas = 53.

Medio filtrante Lonetas de algodón.

No. de estilo 10.

Descripción = Peso medio ligero; medianamente abierto.

Hilos/pulgada = 50 x 30 .

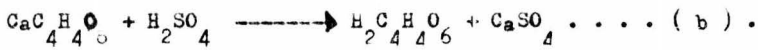
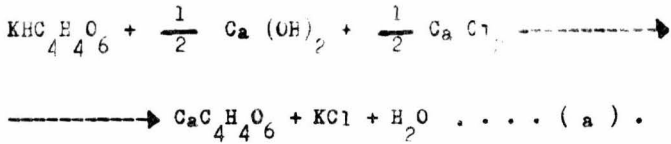
Peso 498 g./m².

Material de las placas = Fierro.

Area de filtrado = 1,235 ft.².

3.- TANQUE DE NEUTRALIZACION.-

De acuerdo con las reacciones:

Se ve que para obtener una mol de $\text{H}_2\text{C} \begin{matrix} \text{H} & \text{O} \\ \text{2} & \text{4} & \text{4} & \text{6} \end{matrix}$ en la reacción (b).Se necesita $1/2$ mol de $\text{Ca} (\text{OH})_2$ en la reacción (a).

$$\text{P.M. Ca} (\text{OH})_2 = 74.$$

$$\text{P.M. H}_2\text{C} \begin{matrix} \text{H} & \text{O} \\ \text{2} & \text{4} & \text{4} & \text{6} \end{matrix} = 150.06$$

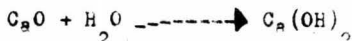
Cantidad de ácido tartárico = Peso del orujo \times contenido de ácido.

$$\text{Cantidad de H}_2\text{C} \begin{matrix} \text{H} & \text{O} \\ \text{2} & \text{4} & \text{4} & \text{6} \end{matrix} = 21,875 \text{ Kg.} \times 0.04 = 875 \text{ Kg. de ácido.}$$

Ca (OH)₂ necesaria para obtener 875 Kg. de ácido.

$$\frac{875 \times 1/2 \text{ P.M. Ca} (\text{OH})_2}{\text{P.M. ac. tar.}} = \frac{875 \times 37}{150.06} = 215.75 \text{ Kg.}$$

Por otra parte de la reacción :



$$\text{P.M. CaO} = 56$$

$$\text{Cantidad necesaria de CaO} = \frac{56 \times 215.75}{74} = 163.3 \text{ Kg.}$$

Se toma una lechada de cal del 35% ... (16).

$$\text{Cantidad de H}_2\text{O} = \frac{65 \times 163.3}{35} = 303.3 \text{ Kg.} = 303.3 \text{ lt.}$$

$$\left\{ \text{CaO} = 3.32 \text{ Kg./lt.} \right.$$

$$\text{Volumen de CaO} = \frac{163.3 \text{ Kg.}}{3.32 \text{ Kg./lt.}} = 49.2 \text{ lt.}$$

$$\text{Volumen del tanque} = \text{Vol. H}_2\text{O} + \text{Vol. CaO} = 303.3 + 49.2 = 352.5 \text{ lt.}$$

Se toma un factor de seguridad de 15 %.

$$\text{Volumen real} = 352.5 \times 1.15 = 405.4 \text{ lt.}$$

Estos tanques son de forma cilíndrica y su altura es igual a 1.25 de su diámetro (4).

$$V = \pi r^2 h ; r^2 = \frac{d^2}{4} ; h = 1.25 d \quad \text{por lo tanto:}$$

$$V = \frac{1.25 \pi}{4} d^3$$

$$V = 0.982 d^3 \quad \text{por lo tanto:}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{0.4054}{0.982}} = 0.745 \text{ m.}$$

$$\text{Altura} = 1.25 d = 1.25 \times 0.745 = 0.9312 \text{ m.}$$

Cálculo del espesor del tanque:

Datos:

$$d = 0.742 \text{ m.}$$

$$h = 0.932 \text{ m.}$$

$$\rho_{\text{Ca (OH)}_2} = 1.45 \text{ Kg./lt.}$$

Formula:

$$t = \frac{P_d \times d}{2 S E} + c$$

$$P_d = 2.5 P_t.$$

P_d = Presión de diseño.

d = Diámetro.

S = Esfuerzo máximo permisible del acero al carbón = 1,320 Kg./cm².

E = Eficiencia de la soldadura = 90%.

c = Coeficiente de seguridad = 1/8" = 0.318 cm.

h = Altura.

P_t = Presión de trabajo.

t = Espesor del tanque.

$$P_t = 0.932 \text{ m.} \times 1.45 \text{ Kg./lt.} \times 1,000 \text{ lt.} / 1 \text{ m}^3 \times 1 \text{ m}^2 / (100 \text{ cm})^2 = 0.1351 \text{ Kg./cm}^2.$$

$$P_d = 2.5 P_t = 2.5 \times 0.1351 = 0.338 \text{ Kg./cm}^2.$$

$$t = \frac{0.338 \text{ Kg./cm}^2 \times 74.5 \text{ cm.}}{2 \times 1320 \text{ Kg./cm}^2 \times 0.9} + 0.318 \text{ cm.}$$

$$t = 0.0106 + 0.318 = 0.3286 \text{ cm} = 0.1293 \text{ in.}$$

Se selecciona un espesor comercial de 3/16".

Especificaciones (4).

Tanque de acero al carbón.

Espesor del tanque 3/16".

Capacidad 405.4 lt.

4.- AUTO CLAVE CON AGITACION.-

Volúmen de la solución igual a 43,750 lt.

Volúmen de la autoclave = Vol. de la solución + Vol. de la lechada.

Volúmen de la autoclave = 44,102.5 lt.

Se toma un margen de seguridad del 20%.

$V_{real} = 52,923$ lt.

Por las razones expuestas en los otros equipos con anterioridad; se divide el volúmen en dos autoclaves, por lo tanto:

$V_{c/autoclave} = 26,461.5$ lt.

Para este tipo de autoclaves, altura = 1.25 d (4).

$$d = \sqrt[3]{\frac{26.5 \text{ m}^3}{0.980}} = 3.0016 \text{ m.}$$

Altura = 1.25 x 3.0016 = 3.752 m.

Cantidad de calor que necesita cada autoclave:

$$Q = 22,051.2 \times 0.9 (118 - 87^{\circ}\text{C}) = 6.15 \frac{\text{K cal.}}{2 \text{ hr.}}$$

$$q = 3.07 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}} \quad \text{Para cada autoclave.}$$

Cálculo de la potencia del agitador.-

$$V = 26,500 \text{ lt.} = 26.5 \text{ m}^3.$$

$$d = 3.0016 \text{ m.}$$

$$d = 3.0016 \text{ m} \times \frac{1 \text{ ft.}}{0.305 \text{ m.}} = 9.84131 \text{ ft.}$$

$$Z_1 = \text{Altura del líquido} = d = 9.84131 \text{ ft.}$$

$$d' = \text{Diámetro del impulsor} = 1/3 d = 1/3 \times 9.84131 = 3.28043 \text{ ft.}$$

$$Z_1 = \text{Elevación del impulsor} = 1.2 d' = 3.93651 \text{ ft.}$$

μ = Viscosidad = 1.8 c.p.s.

ρ = Densidad = 1.30 Kg./lt. = 81 lb./ft.³

N = No. de revoluciones por segundo = 2 * 120 r.p.m.

$t^{\circ}_C = 30^{\circ}C = 83^{\circ}F.$

$$N_{Re} = \frac{d'^2 N \rho}{\mu} = \frac{(3.28043)^2 (2) (81)}{1.8 \times 6.72 \times 10^{-4}} = 1.44122 \times 10^6 \approx 1.442 \times 10^6$$

$$\frac{N P_o}{\rho} = 0.20$$

$$N_{Fr} = \frac{(a - \log. N_{Re})}{b}$$

De acuerdo con los valores anteriores, se ve que cumple las condiciones de la tabla IV-4, en el número 4, que a continuación se presenta:

TABLA IV-4. (9).

| TIPO DE IMPULSOR | $\frac{d}{d'}$ | $\frac{Z_1}{d'}$ | $\frac{Z_2}{d'}$ | a | b | No. |
|--------------------|----------------|------------------|------------------|-----|----|-----|
| IMPULSOR MARINO | 3.3 | 2.7 | 0.75 | 1.7 | 18 | 1 |
| 3 ASPAS PASO= 2d' | | a | a | | | |
| | 2.7 | 3.9 | 1.3 | 2.3 | 18 | 2 |
| LA MISMA QUE No. 1 | | a | a | | | |
| PERO PASO= 1.05 d' | 4.5 | 2.7 | 0.75 | 0 | 18 | 3 |
| LA MISMA QUE No. 1 | | a | a | | | |
| PERO PASO= 1.04 d' | 3 | 3.9 | 1.3 | 2.1 | 18 | 4 |
| LA MISMA QUE No. 1 | | a | a | | | |
| PERO PASO= d' | | 3.9 | 1.3 | | | |

$$a = 2.1$$

$$b = 18$$

$$\frac{a - \log. N_{Re}}{b} = \frac{2.1 - 0.128}{18} = - \frac{4.028}{18} = - 0.22377$$

$$\frac{N_{Po}}{N_{Fr}} = 0.20$$

$$- 0.22377$$

(N_{Fr})

$$N_{Fr} = \frac{N^2 d'}{g} = \frac{(2)^2 (3.28043)}{32.2} = 0.4075$$

$$N_{Po} = \frac{0.20}{(0.4075)^{0.22377}} = \frac{0.20}{0.815} = 0.24539$$

$$N_{Po} = \frac{P g_c}{N^3 d'^5} = 0.24539$$

$$P = \frac{N_{Po} N^3 d'^5}{g_c} = \frac{(0.24539) (2)^3 (3.28043)^5 (81)}{32.2} = \frac{60406}{32.2} = 1875.96$$

$$P = \frac{1875.96}{550} = 3.41083 \text{ H.P.} \approx 3.5 \text{ H.P.}$$

N_{Po} = Coeficiente de resistencia, para el sistema de agitación referido como un "Número de Potencia".

N_{Fr} = Número de Froude.

P = Potencia.

N_{Re} = Número de Reynolds.

$g \text{ ó } g_c$ = Aceleración de la Gravedad.

5.- TANQUE DE ENFRIAMIENTO.-

Volúmen de la solución = 44,102.5 lt.

Se debe poner un filtro ayuda, como decalite en una proporción de 1% de la solución; en este caso es 441 lt.

También se agrega cloruro de calcio:

De las reacciones anteriores (a) y (b) se ve que $1/2$ mol de CaCl_2 se forma una mol de ácido tartárico.

P.M. $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 = 150.06$

P.M. $\text{CaCl}_2 = 111.0$

$$\text{Cantidad de } \text{CaCl}_2 = \frac{\text{Kg. de ácido} \times 1/2 \text{ P.M. } \text{CaCl}_2}{\text{P.M. ácido}}$$

$$\text{Cantidad de } \text{CaCl}_2 = \frac{875 \times 55.5}{150.06} = 323.62 \text{ Kg.}$$

Se toma un exceso de CaCl_2 del 5% y se obtiene la cantidad necesaria.

$$\text{CaCl}_2 = 339.8 \text{ Kg.}$$

$$\left\{ \text{CaCl}_2 = 2.15 \text{ Kg./lt.} \right.$$

$$\text{Volúmen } \text{CaCl}_2 = \frac{339.8}{2.15} = 158.05 \text{ lt.}$$

Volúmen del tanque = Vol. de la solución + Vol. del filtro ayuda + Vol. CaCl_2 .

$$\text{Volúmen del tanque} = 44,102.5 \text{ lt.} + 441 \text{ lt.} + 158.05 \text{ lt.} = 44,701.5 \text{ lt.}$$

Se toma un factor de seguridad del 15 %.

$$\text{Volúmen real} = 51,406.7 \text{ lt.} = 51.41 \text{ m}^3.$$

Se toma 2 tanques para mayor facilidad :

Volumen de cada tanque = 25.705 m^3

Para este tipo de tanques altura = $1.25 d \dots (4)$.

$$d = \sqrt[3]{\frac{25.705}{0.980}} = 2.972 \text{ m} = 9.74426 \text{ ft.}$$

Cálculo de la potencia del agitador:

Volumen = 25.705 m^3

$\rho_{\text{CaCl}_2} = 2.15 \text{ Kg./lt.} = 134 \text{ lb./ft.}^3$

$\mu = 1.0 \text{ c.p.s.}$
 50°C

$N = 2 \text{ r.p.s} = 120 \text{ r.p.m.}$

$Z_1 = d = 9.74426 \text{ ft.}$

$d' = \text{Diámetro del impulsor} = 1/3 \times 9.74426 = 3.24808 \text{ ft.}$

$Z_1 = 3.89769 \text{ ft.}$

$$N_{\text{Re}} = \frac{d'^2 N \rho}{\mu} = \frac{(3.24808)^2 (2) (134)}{(1)(6.72 \times 10^{-4})} = 4.21 \times 10^6$$

$$\frac{N_{\text{Po}}}{N_{\text{Re}}} = 0.29$$

$$(N_{\text{Fr}}) = \frac{(a - \log N_{\text{Re}})}{b}$$

De la tabla IV-4 :

$a = 2.1$

$b = 18$

$$\frac{a - \log N_{\text{Re}}}{b} = \frac{2.1 - 6.62499}{18} = \frac{-4.52499}{18} = -0.25138$$

$$\frac{N_{\text{Po}}}{-0.25138} = 0.19$$

(N_{Fr})

$$N_{Fr} = \frac{N^2 d^3}{g} = \frac{(2)^2 (3.24808)}{32.2} = \frac{12.9763}{32.2} = 0.40299$$

$$N_{Po} = \frac{0.19}{(0.40299) 0.25138} = \frac{0.19}{0.789} = 0.24081$$

$$N_{Po} = \frac{P}{N^3 d^5} = 0.24081$$

$$P = \frac{N_{Po} N^3 d^5}{g_o} = \frac{(0.24081) (2)^3 (3.24808)^5 (134)}{32.2}$$

$$= 2,898.28 \frac{\text{ft.} \cdot \text{lb.}}{\text{seg.}}$$

$$P = \frac{2,898.28}{550} = 5.2696 \text{ H.P.} \approx 5.5 \text{ H.P.}$$

6.- FILTRO PRENSA.-

Volumen a filtrar = 44,701.5 lt. = $4.47 \times 10^7 \text{ cm}^3$.

Por razones de capacidad se usan ocho filtros:

Volumen de cada filtro = $5.59 \times 10^6 \text{ cm}^3$.

Tiempo de operación cuatro horas, de las cuales tres horas son de tiempo efectivo y una hora para acondicionamiento.

De acuerdo a datos reportados . . . (3), se tomaron 250 cm^2 de área experimental, haciendo lecturas cada 100 cm^3 de solución filtrante, resultando:

$$K^2 P = 195 ; c = 214$$

$$a = \frac{214 + \sqrt{45,796 + 4(10.8 \times 10^3) (195)}}{2 \frac{10.8 \times 10^3}{5.59 \times 10^6}} = 75.3 \times 10^4 \text{ cm}^2 = 75.3 \text{ m}^2$$

$$= 810.5 \text{ ft}^2.$$

Especificaciones: (14) .

Filtro Prensa, de placas y marcos:

Area filtrante = 811 ft.²

Tamaño de las placas = 42" x 42" .

Número de las placas = 33 .

Medio filtrante = Lonetas de algodón.

Número de estilo = 10.

Descripción = P_{eso} medio ligero, medianamente abierto.

Hilos/in. = 50 x 30 .

Peso = 498 g./m².

Material = Hierro fundido.

7.- TANQUE DE TARTRATO DE CALCIO.-

Concentración necesaria = 1.117 Kg./vt.

P.M. Del tartrato de calcio $\text{CaC}_2\text{H}_2\text{O}_4$ = 188
4 4 6

P.M. Del ácido tartárico $\text{HC}_2\text{H}_2\text{O}_4$ = 150.06
2 4 4 6

Cantidad de tartrato = $\frac{\text{P.M. CaC}_2\text{H}_2\text{O}_4 \times \text{Kg. de HC}_2\text{H}_2\text{O}_4}{4 4 6 \quad 2 4 4 6}$

P.M. $\text{HC}_2\text{H}_2\text{O}_4$
2 4 4 6

Cantidad de tartrato de calcio = $\frac{188 \times 875}{150.06} = 1,096.22 \text{ Kg.}$

Cantidad de H_2SO_4 = $\frac{\text{P.M. H}_2\text{SO}_4 \times \text{HC}_2\text{H}_2\text{O}_4}{2 4 \quad 2 4 4 6}$

P.M. $\text{HC}_2\text{H}_2\text{O}_4$
2 4 4 6

Cantidad de H_2SO_4 = $\frac{98 \times 875}{150.06} = 571.5 \text{ Kg.}$

Cantidad de filtro ayuda = Vol. del filtro ayuda \times densidad del filtro ayuda.

Cantidad del filtro ayuda = 441 lt. \times 0.49 Kg./lt. = 216.1 Kg.

Cantidad de sólidos = cant. de $\text{CaC}_2\text{H}_4\text{O}_6$ + cant. de H_2SO_4 + cant. de filtro ayuda.

Cantidad de sólidos = 1,096.22 + 571.5 + 216.1 = 1,883.82 Kg.

Debido a que se necesita una concentración de 1.117 Kg. /lt.

$$\text{Volumen} = \frac{1,883.82}{1.117} = 1,686.5 \text{ lt.}$$

Se toma un factor de seguridad del 15% y se tiene que:

Volumen real del tanque = 1,686.5 \times 1.15 = 1,939.5 lt.

Para estos tanques altura = 1.25 diámetro. . . . (4).

$$d = \sqrt[3]{\frac{1.9395 \text{ m}^3}{0.982}} = \sqrt[3]{1.975050} = 1.254 \text{ m.}$$

$$h = 1.25 \times 1.254 = 1.57 \text{ m.}$$

Cálculo del espesor del tanque:

$$d = 1.254 \text{ m.}$$

$$h = 1.57 \text{ m.}$$

$$\rho = 1.117 \text{ Kg./lt.}$$

$$P_t = 1.57 \text{ m.} \times 1.117 \text{ Kg./lt.} \times 1,000 \text{ lt./1 m}^3 \times 1 \text{ m}^2 / 10^4 \text{ cm}^2 = 0.01754 \text{ Kg./cm}^2$$

$$P_d = 2.5 P_t = 2.5 \times 0.01754 = 0.0439 \text{ Kg./cm}^2.$$

$$t = \frac{0.0439 \times 125.4}{2 \times 1,320 \times 0.9} + 0.318$$

$$t = 0.002295 + 0.318 = 0.3203 \text{ cm} = 0.1263 \text{ in.}$$

Se escoge un espesor comercial de $3/16''$.

Especificaciones. . . . (15).

Tanque.

Material = acero al carbón.

Diámetro = 1.254 m.

Altura = 1.57 m.

8.- TANQUE PARA EL ACIDO SULFURICO.-

Debido a que se utiliza un ácido del 70%, se calcula la cantidad de agua necesaria:

$$\text{Cantidad de agua} = \frac{30 \times 571.5}{70} = 245 \text{ Kg.}$$

$$\text{Vol. del ácido sulfúrico} = \frac{571.5}{1.835} = 311.4 \text{ lt.}$$

Vol. del ácido al 70% = Vol. del agua + Vol. del ácido.

$$\text{" " " } = 245 \text{ lt.} + 311.4 \text{ lt.} = 556.4 \text{ lt.}$$

Se toma un factor de seguridad del 15%.

Volúmen real = $556.4 \times 1.15 = 640 \text{ lt.}$

Para este tipo de tanques altura = 1.25 d. (4)

$$d = \sqrt[3]{\frac{0.640 \text{ m}^3}{0.982}} = 0.867 \text{ m.}$$

$$h = 1.25 \times 0.867 = 1.08 \text{ m.}$$

Especificaciones (15) .

Tanque.

Material = Kónel.

Espesor = $3/16''$.

Volúmen = 0.640 m^3 .

9.- FILTRO PARA EL SULFATO DE CALCIO.-

Tiempo efectivo = $10.8 \times 10^3 \text{ seg.}$

Volumen a filtrar = 1,686.5 lt. = $1.69 \times 10^6 \text{ cm}^3$.

De acuerdo a datos reportados por . . . (3), se tomaron 250 cm^2 de área y se hicieron lecturas cada 100 cm^3 , dando como resultado: $K'P = 143.25$; $c = 311$.

$$a = \frac{311 + \sqrt{(311)^2 + 4 (10.8 \times 10^3) (143.25)}}{2 \frac{10.8 \times 10^3}{1.69 \times 10^6}} = 19.57 \times 10^4 \text{ cm}^2 = 19.57 \text{ m}^2 = 210.6 \text{ ft}^2$$

Debido a que la torta de sulfato de calcio, se tiene que lavar con agua, en una proporción del 50% de la solución, o sea 845 lt. de agua, se usa un filtro adicional.

Especificaciones (14).

Filtro prensa; de placas y marcos.

tamaño de las placas = 36" x 36" .

No. de placas = 18 .

Medio filtrante = Vinyon.

No. de estilo = 1 .

Descripción = ligeramente abierto.

Hilos /in. = 54 x 34

Material = Madera.

Tejido.- ordinario.

Peso = 463.07 g./cm^2 .

Area filtrante = 211 ft.²

10.-EVAPOADOR.-

Solución que se filtra = 1,690 lt.

Agua de lavado = 845 lt.

Cantidad de sulfato de calcio que se queda en el filtro =

$$= \frac{\text{P.M. CaSO}_4 \times \text{cant. de CaCO}_3}{4 \quad 4 \quad 6}$$

$$\text{P.M. CaCO}_3 \quad 4 \quad 4 \quad 6$$

$$\text{cant. de CaSO}_4 = \frac{136 \times 1,096.22 \text{ Kg.}}{188} = 793 \text{ Kg. CaSO}_4.$$

$$\rho_{\text{CaSO}_4} = 2.96 \text{ Kg./lt.}$$

$$\text{Vol. CaSO}_4 = \frac{793}{2.96} = 268 \text{ lt.}$$

Volúmen del filtro ayuda = 441 lt.

Solución a evaporar = 2,535 - 268 - 441 = 1,826 lt.

Cantidad del ácido tartárico = 875 Kg.

$$\rho_{\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = 1.76 \text{ Kg. /lt.}$$

$$\text{Volúmen de H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 = \frac{875}{1.76} = 497.2 \text{ lt.}$$

Cantidad de agua = 1,826 - 497.2 = 1,328.8 lt. = 1,328.8 Kg.

Kg. de solución = 875 Kg. de ácido + 1,328.8 Kg. de agua = 2,203.8 Kg.

C_i = Concentración inicial.

C_f = Concentración final.

$$C_i = \frac{875 \times 100}{2,203.8} = 39.7 \%$$

Concentración final = 58 %.

Alimentación = 2,203.8 Kg./d hr. = 551 Kg./ hr. = 1,213 lb./ hr.

ΔV = cantidad de vapor en lb/ hr.

ME = masa entrante.

$$\Delta V = \text{ME} \frac{C_i - C_f}{C_f} = 1,213 \frac{58 - 39.7}{58} = 382.7 \text{ lb./hr. de vapor.}$$



QUÍMICA

Presión de trabajo = 4.5 lb./in.² Absolutas

$$\left\{ \begin{array}{l} T_t = 158^\circ F = 70^\circ C. \\ \lambda_t = 1,004 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}} \end{array} \right.$$

Presión de vapor = 19.7 lb./in.² Absolutas

$$\left\{ \begin{array}{l} t_v = 158^\circ F = 70^\circ C. \\ \lambda_v = 965 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}} \end{array} \right.$$

$$Q = U A \Delta T = \Delta V \left[H_v + H_{\text{liq. conc.}} \frac{C_i}{C_f - C_i} - H_{\text{liq. dil.}} \frac{C_f}{C_f - C_i} \right]$$

Q = cantidad de calor en $\frac{\text{Btu.}}{\text{hr.}}$

U = coeficiente total de transmisión de calor en $\frac{\text{Btu.}}{\text{ft}^2 - \text{hr.} - ^\circ F}$

A = área de evaporación en ft.²

ΔT = diferencia de temperaturas en $^\circ F$.

H_v = entalpia del vapor producido en $\frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$

$H_{\text{liq. conc.}}$ = entalpia del liquido concentrado en $\frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$

$H_{\text{liq. dil.}}$ = entalpia del liquido diluido en $\frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$

Por otra parte:

$$H_v = (T_t - 32) + \lambda_t + \underbrace{0.48}_{\text{Cantidad muy pequeña que no fue considerada}} \text{ (aumento del punto de ebullición)}$$

Cantidad muy pequeña que no fue considerada.

$$H_v = (158 - 32) + 1,004 = 1,130 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$$

$$H_{\text{liq. conc.}} = c_{\text{P liq. conc.}} (T - 32) = 0.7 (158 - 32) = 88.2 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$$

$$H_{\text{liq. dil.}} = c_{\text{P liq. dil.}} (T_{\text{liq. dil.}} - 32) = 0.8 (87 - 32) = 44 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$$

$$Q = 382.7 \left[1,130 + 88.2 \frac{39.7}{58 - 39.7} - 44 \frac{58}{58 - 39.7} \right]$$

$$Q = 382.7 (1,321.34 - 139.453)$$

$$Q = 382.7 \times 1,181.88 = 452,305 \frac{\text{Btu.}}{\text{hr.}}$$

$$U = 200 \frac{\text{Btu.}}{\text{ft}^2 \cdot \text{hr.} \cdot ^\circ\text{F}} \dots \dots (10).$$

$$\Delta T = 227 - 158 = 69^\circ\text{F}$$

$$A = \frac{Q}{U \Delta T} = \frac{452,305}{200 \times 69} = 32.78 \text{ ft.}^2$$

Se toma un margen del 15 %

$$\text{Area real} = 32.78 \times 1.15 = 37.7 \text{ ft.}^2$$

Especificaciones: Catálogo Núm. 315 Swenson Co.

Evaporador, tipo calandria.

Tubos de 2.5 ft. de longitud.

Diámetro = 1" BWG 16

No. de tubos = 58

Diámetro del tubo de recirculación = 4 in.

Diámetro del evaporador = 2.5 ft.

Altura total = 5 ft.

Espesor = 1/2 in.

Material = plomo y antimonio; con tubos de níquel.

11.- FILTRO DE PIEDRA POROSA.-

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de licor concentrado} &= \Delta V \frac{C_i}{C_f - C_i} = 382.7 \frac{39.7}{58 - 39.7} \\ &= 830.23 \text{ lb./hr.} \\ &= 377 \text{ Kg./hr.} \end{aligned}$$

Se utiliza un volumen de porcelana de 0.67 m^3 que es el óptimo para el gasto obtenido.

12.- EVAPORADOR.-

$$\Delta V = ME \frac{C_f - C_i}{C_f}$$

$$C_i = 58 \%$$

$$C_f = 63 \%$$

$$\Delta V = 830.23 \frac{63 - 58}{63} = 65.89 \text{ lb./hr.}$$

Se aplican las mismas fórmulas que para el evaporador del caso No. 10.

Debido a que trabaja a las mismas condiciones;

$$Q = \Delta V \left(H_v + H_{\text{liq. conc.}} \frac{C_i}{C_f - C_i} + H_{\text{liq. dil.}} \frac{C_f}{C_f - C_i} \right)$$

$$H_v = (T_t - 32) + \lambda_v = (158 - 32) + 1,004 = 1,130 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$$

$$H_{\text{liq. conc.}} = C_{\text{pliq. conc.}} (T_t - 32) = 0.65 (158 - 32) = 81.9 \frac{\text{Btu.}}{\text{lb.}}$$

$$H_{\text{liq. dil.}} = C_{\text{P liq. dil.}} (t_{\text{inc.}} - 32) = 0.7 (70 - 32) = 26.6 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}$$

$$Q = 65.89 \left[1,130 + 81.9 \frac{58}{63-58} - 26.6 \frac{63}{63-58} \right]$$

$$Q = 65.89 (2080.04 - 335.16)$$

$$Q = 65.89 (1,744.88) = 114,970 \frac{\text{Btu.}}{\text{hr.}}$$

$$A = \frac{114,970}{200 \times 69} = 8.33 \text{ ft.}^2$$

Tomando un margen del 15 %

$$\text{Area real} = 8.33 \times 1.15 = 9.58 \text{ ft.}^2$$

Especificaciones: Catálogo Núm. 65 Swensen Co.

Evaporador = tipo calandria.

Tubos de 2 pies de largo.

Diámetro 7/8" BWG 16 .

No. de tubos = 21

Diámetro del tubo de recirculación = 3"

Diámetro del evaporador = 2 ft.

Altura total = 4 ft.

Espesor = 1/2" .

Material = Cobre.

13.- CENTRIFUGA.-

Cantidad de ácido tartárico = 875 Kg.

Concentración final = 63 % .

$$\text{Cantidad a procesar} = \frac{875}{0.63} = 1,388.88 \text{ Kg./4 hr.} = 347.22 \text{ Kg./hr.}$$

Especificaciones: (15).

Centrifuga de canasta perforada discontinua.

114 - 159 Kg./ ciclo (carga de la canasta).

Capacidad Ton./hr. de 0.36 - 1.1 .

Diámetro en pulgadas = 39 .

Tiempo total del ciclo = 10 - 20 min.

Potencia = 9 H.P.

Material = Acero A.T.M.

r.p.m = 850 .

14 ,--EVAPORADOR.--

El rendimiento de la centrifuga anteriormente calculada, es del 65% de la cantidad, contenida de ácido tartárico.

Cantidad de solución de ácido tartárico = 875 Kg. x 0.35 = 306.25 Kg.

Por otra parte la humedad de los cristales es de 20% . . . (11).

(875 - 306.25) 0.2 = 113.75 Kg.

Aguas madres = 568.75 - 113.75 = 455 Kg.

Cantidad inicial de ácido tartárico = 306.25 Kg.

Cantidad de agua = 455.00 Kg.

Cantidad de solución = 761.25 Kg. de solución.

Cantidad de solución en libras = 1,674.75

$$C_i = \frac{306.25}{761.25} \times 100 = 40.23$$

Concentración final $C_f = 63\%$.

$$\Delta V = M \frac{C_f - C_i}{C_f} = 1,674.75 \frac{63 - 40.23}{63} = 605.3 \frac{\text{lb.}}{4 \text{ hr.}}$$

$$\Delta V = 151.32 \frac{\text{lb.}}{\text{hr.}}$$

Las condiciones para este evaporador son iguales que las del evaporador anterior, con la única diferencia que:

$$H_{\text{liq. dil.}} = 0.8 (70-32) = 30.4 \quad \frac{\text{Stu.}}{\text{lb.}}$$

$$Q = 151.32 \left[1,130 + 81.9 \frac{40.23}{63 - 40.23} - 30.4 \frac{63}{63 - 40.23} \right]$$

$$Q = 151.32 (1,130 + 114.7 - 84.1104)$$

$$Q = (151.32) (1,160.58) = 175,618 \quad \frac{\text{Stu.}}{\text{hr.}}$$

$$A = \frac{Q}{U \Delta T} = \frac{175,618}{200 \times 69} = 12.72 \text{ ft.}^2$$

Se toma un factor de seguridad del 15%:

$$\text{Area real} = 12.72 \times 1.15 = 14.63 \text{ ft.}^2$$

Especificaciones: Catálogo Núm. 65 Swenson Co.

Evaporador tipo calandria.

Tubos de 7/8" BWG 16.

No. de tubos = 32 .

Diámetro del tubo de recirculación = 3"

Diámetro del evaporador = 2 ft.

Altura total = 4 ft.

Espesor = 1/2".

Material.- Cobre.

15.- CENTRIFUGA.-

m_p = masa que se necesita procesar.

m_c = masa entrante .

$$m_p = m_c - \Delta V = 1,674.75 - 151.32 = 1,532.43 \text{ lb.} = 692.5 \text{ Kg.}$$

Especificaciones: (15).

Centrifuga de canasta perforada discontinua.

Carga de la canasta 114 - 159 Kg. / ciclo.

Capacidad Ton./hr. 0.36 - 1.1 .

Diámetro en pulgadas = 39

Tiempo total del ciclo = 10 - 20 min.

Potencia = 9 H.P.

Material .- Acero A.T.M.

r.p.m = 850

16.- TANQUE DE DISOLUCION.-

solución = 0.762 Kg./lt.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}} = \frac{875}{0.762} = 1,148.3 \text{ lt.}$$

Ferrocianuro de calcio necesario para eliminar el fierro es 1 % del ácido tartárico o sea 8.75 Kg.

Carbonato de bario necesario para eliminar el sulfato de calcio también es 1 % del ácido tartárico presente 8.75 Kg.

Carbón decolorante necesario es 5 % del ácido tartárico o sea 43.75 Kg.

} del ferrocianuro = 1.7 Kg./lt.

} = 4.29 Kg./lt.
/ BaCO₃

} carbón = 0.5 Kg./lt.

$$\text{Vol. del ferrocianuro} = \frac{8.75}{1.7} = 5.14 \text{ lt.}$$

$$\text{Vol. del BaCO}_3 = \frac{8.75}{4.29} = 2.04 \text{ lt.}$$

$$\text{Vol. del carbón} = \frac{43.75}{0.5} = 87.5 \text{ lt.}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. del tanque} &= \text{Vol. del ácido} + \text{Vol. del ferrocianuro} + \text{Vol. BaCO}_3 \\ &+ \text{Vol. del carbón.} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen del tanque} = 1,148.3 + 5.14 + 2.04 + 87.5 = 1,243 \text{ lt.}$$

Se toma un factor de seguridad del 15 % :

$$\text{Volumen real} = 1,243 \times 1.15 = 1,429.5 \text{ lt.}$$

Para este tipo de tanques altura = Diámetro. . . . (4).

$$d = \sqrt[3]{\frac{1.4295 \text{ m}^3}{0.785}} = 1.22 \text{ m.}$$

Cantidad de calor para el tanque:

$$Q = 1,243 \times 0.8 (50 - 25) = 24,860 \frac{\text{K cal.}}{2 \text{ hr.}} = 12,430 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}}$$

Especificaciones : (15).

Volumen = 1,430 lt.

Espesor del tanque = 1"

Material .- Madera (Cipres).

17.- FILTRO PARA EL CARBON DEGOLORANTE.-

$$\text{Tiempo efectivo} = 10.8 \times 10^3 \text{ seg.}$$

$$\text{Volumen a filtrar} = 1,243 \text{ lt.} = 1.243 \times 10^6 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Area experimental} = 250 \text{ cm}^2 \text{ (3) .}$$

$$\text{Lectura cada } 100 \text{ cm}^3 \text{ (3) .}$$

$$K'P = 157 .$$

$$c = 335.$$

$$a = \frac{335 + \sqrt{(335)^2 + 4(10.8 \times 10^3)(157)}}{2 \frac{10.8 \times 10^3}{1.243 \times 10^6}}$$

$$a = \frac{335 + \sqrt{112,225 + 6,782,400}}{17.377 \times 10^{-3}} = 15.11 \times 10^4 \text{ cm}^2 = 15.11 \text{ m}^2 = 162.6 \text{ ft.}^2$$

Especificaciones: (14).

Filtro prensa; de placas y marcos.

Tamaño de las placas = 36" x 36".

No. de placas = 16 .

Medio filtrante .- Vinyon .

No. de estilo = 1 .

Descripción .- ligeramente abierto.

Hilos /in. = 54 x 34 .

Tejido = ordinario.

Peso = 463.07 g./m².

Area filtrante = 163 ft.²

18.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO.-

Volumen = 1,148.3 lt.

Se toma un factor de seguridad del 15%:

Volumen real = 1,148.3 x 1.15 = 1,320.54 lt.

Para estos tipos de tanques, altura = Diámetro ().

Por lo tanto:

$$d = \sqrt[3]{\frac{1.32054 \text{ m}^3}{0.785}} = 1.189 \text{ m.}$$

Especificaciones: (15).

Volúmen = 1.321 m.³

Material = M6nel.

Espesor = 5/8".

19.- EVAPORADOR.-

Cantidad inicial de ácido tartárico = 875 Kg. = 497.2 lt.

Cantidad de H₂O = 1,148.3 - 497.2 = 651.1 lt.

875 Kg. H₂C₄H₄O₆ + 651.1 Kg. H₂O = 1,526.1 Kg. de solución.

$$C_i = \frac{875}{1,526.1} \times 100 = 57.3 \%$$

C_f = 63 % (dato del proceso).

$$m_o = \frac{1,526.1 \times 2.2}{4} = 839.35 \frac{\text{lb.}}{\text{hr.}}$$

$$\Delta V = m_o \frac{C_f - C_i}{C_f} = 839.35 \frac{63 - 57.3}{63} = 75.93 \frac{\text{lb.}}{\text{hr.}}$$

m_o = Masa entrante.

Las condiciones de operación son las mismas que para el evaporador 12.

$$Q = \Delta V \left[H_v + H_{\text{liq. conc.}} \frac{C_i}{C_f - C_i} - H_{\text{liq. dil.}} \frac{C_f}{C_f - C_i} \right]$$

$$Q = 75.93 \left[1,130 + 81.9 \frac{57.3}{63 - 57.3} - 26.6 \frac{63}{63 - 57.3} \right]$$

$$Q = 75.93 (1,130 + 823.307 - 293.999)$$

$$Q = (75.93) (1,659.3) = 125,990 \frac{\text{litu.}}{\text{hr.}}$$

$$A = \frac{Q}{U \Delta T} = \frac{125,990}{200 \times 69} = 9.13 \text{ ft.}^2$$

Tomando un factor de seguridad del 15 % .

$$\text{Area real} = 9.13 \times 1.15 = 10.5 \text{ ft.}^2$$

Especificaciones: Catálogo Núm. 65, Swenson Co.

Evaporador .- tipo calandria.

Longitud de los tubos .- 2 ft.

Diámetro de los tubos $7/8''$ BWG 16 .

No. de los tubos = 23.

Diámetro del tubo de recirculación = 3".

Diámetro del evaporador = 2 ft.

Altura total, = 4 ft.

Espesor = $1/2''$.

Material .- Cobre con tubos de m6nel.

20 .-CRISTALIZADOR CONTINUO.-

$$m_p = \frac{875}{0.63} = 1,388.88 \frac{\text{Kg.}}{4 \text{ hr.}} = 347.22 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}} \text{ de soluci6n.}$$

$$\text{Cantidad de } \text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 = \frac{875}{4} = 218.75 \text{ Kg. / hr.}$$

$$\text{Calor de cristalizaci6n del } \text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 = - 23 \frac{\text{K cal.}}{\text{Kg.}} \dots (14)$$

La soluci6n se enfria de $70 - 25^\circ\text{C}$ (3) .

Calor especifico de la soluci6n = 0.65 . . . (3) .

El agua de enfriamiento entra a 20°C y a 30°C (3) .

El coeficiente U de transmisi6n de calor es de $\frac{95 \text{ K cal.}}{(\text{m}^2) (\text{hr.}) (^\circ\text{C})} \dots (14)$.

Calor que necesita eliminar de la soluci6n:

1.- Para enfriarse.

$$(347.22) (0.65) (70 - 25) = 10,156.1 \text{ Kcal./hr.}$$

2.- Para cristalizar.

$$(218.75) (-23) = 5,031.25 \text{ K cal. / hr.}$$

Calor total:

$$Q = 10,156.1 - 5,031.25 = 5,124.9 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}}$$

$$\Delta T_m = \frac{(70 - 30) - (25 - 20)}{2.3 \log. \frac{70 - 30}{25 - 20}} = \frac{40 - 5}{2.3 \log. \frac{40}{5}} = \frac{35}{2.3 \log. 8} = \frac{35}{2.3 \times 0.903}$$

$$\Delta T_m = 16.85^\circ\text{C.}$$

Longitud del cristalizador

$$L = \frac{Q}{0.915 U \Delta T_m} \dots \dots (14).$$

$$L = \frac{Q}{0.915 U \Delta T_m} = \frac{5,124.9}{0.915 \times 95 \times 16.85} = 3.5 \text{ m.}$$

Especificaciones: (14).

Cristalizador continuo, Swenson-Walker.

Longitud = 3.5 m.

Ancho = 0.61 m.

Material .- Acero inoxidable.

21.- CENTRIFUGA.-

Kg. de ácido tartárico = 875 .

Kg. de agua = 20 % del ácido tartárico para su lavado = 175 Kg.

Capacidad de la centrifuga = 875 + 175 = 1,050 Kg.

Especificaciones; (15).

Centrifuga de canasta perforada discontinua.

Carga de la canasta = 114 - 159 Kg./ cs.rga.

Capacidad en Ton./hr. = 0.36 - 1.1 .

Diámetro en pulgadas = 39

Tiempo total del ciclo = 10 - 20 min.

Potencia = 9 H.P.

Materia * Acero A.T.M.

r.p.m.* 850 .

22.- SECADOR ROTATORIO.-

Se tiene 20 % de humedad en base seca (inicial), y se quiere una humedad final de los cristales del 4 % base seca. Todos los cálculos se hacen en base a 1 hora, y con referencia a base húmeda por lo cual se transforman las humedades anteriores a la base referida de la manera siguiente:

Formula:

$$\frac{x}{1+x} = \frac{0.20}{1+0.20} = \frac{0.20}{1.20} = 16.66 \% \text{ base húmeda inicial.}$$

$$\frac{x}{1+x} = \frac{0.04}{1+0.04} = \frac{0.04}{1.04} = 3.846 \% \text{ base húmeda final.}$$

Contenido de agua en la alimentación: (1,050) (0.1666) = 175 Kg./hr.
de agua.

Sal seca = 1,050 - 175 = 875 Kg.

Contenido de agua del producto será:

$$\frac{x}{875+x} = 0.03846 .$$

$x = 32.40615 \text{ Kg./hr.}$

Producto total = 875 + 32.40615 = 907.40615 .

Evaporación = 175 - 32.40615 = 142.59385 Kg./hr.

La temperatura del aire caliente a la entrada es $t_{G_1} = 170^{\circ}\text{C}$, el aire

que se dispone está a una temperatura de bulbo seco $t_s = 20^{\circ}\text{C}$ y su

temperatura de bulbo humedo = $t_w = 15^{\circ}\text{C}$

Y con una humedad inicial = $W_G = 0.009 \frac{\text{Kg. de agua}}{\text{Kg. aire seco}}$. para un aire

que entra, a la temperatura de termómetro húmedo, cuando está en contacto con agua líquida se puede calcular mediante la ecuación siguiente:

$$\phi = \frac{h_G}{29 K_G P} = 0.26 \dots \dots (1), \text{ por aproximaciones sucesivas}$$

W_w = Humedad de saturación del aire.

λ_w = Calor latente del agua en K cal./ Kg.

Primera aproximación:

Se supone $t_{w1} = 53.3^\circ\text{C}$.

$$\phi = \frac{h_G}{29 K_G P} = 0.26; t_{G1} = 170^\circ\text{C}; W_G = 0.009 \text{ Kg. de agua/Kg.A.seco}$$

Para $t_{w1} = 53.3^\circ\text{C}$, $W_w = 0.1048$, $\lambda_w = 567.019$

$$W_w - W_G = 0.1048 - 0.009 = 0.0958 .$$

$$\phi = \frac{h_G (t_G - t_{w1})}{29 K_G P \lambda_w} = \frac{0.26 (170 - 53.3)}{567.019} = \frac{30.342}{567.019} = 0.05351 .$$

$0.0958 \neq 0.05351$ Por lo tanto t_{w1} supuesta es muy elevada.

Segunda aproximación:

Se supone $t_{w1} = 45.1^\circ\text{C}$. Por lo tanto :

$$W_w = 0.06576$$

$$W_G = 0.009$$

$$\lambda_w = 571.644$$

$$W_w - W_G = 0.06576 - 0.009 = 0.05676$$

$$\phi = \frac{(0.26)(124.9)}{571.644} = \frac{32.474}{571.644} = 0.0568$$

$$0.05676 \approx 0.0568$$

La suposición es buena.

La temperatura del aire que sale del secador, debe seleccionarse sobre la base de un balance económico, entre el costo del secador y el costo del combustible.

Sin embargo se ha encontrado que los secadores rotatorios operan más económicamente cuando el número total de unidades de transferencia está comprendida entre 1.5 y 2.5 (14), por lo

tanto:

$$NTU = \ln \left(\frac{t_{G1} - t_w}{t_{G2} - t_w} \right)$$

Se supone $NTU = 2$

Entonces se procede al cálculo de la temperatura de salida del aire

$$= t_{G2}$$

$$2 = \ln \left(\frac{170 - 45.1}{t_{G2} - 45.1} \right)$$

Sea $\ln x = 2$; $2.3 \log_e x = 2$

$$\log x = \frac{2}{2.3} = 0.86956$$

$x =$ antilog. de 0.86956

$$x = 7.4$$

$$7.4 = \frac{170 - 45.1}{t_{G2} - 45.1}$$

$$t_{G2} = \frac{124.9 + 333.74}{7.4}$$

$$t_{G2} = 61.97^{\circ}\text{C} \approx 62^{\circ}\text{C}.$$

Por otra parte, si todo el calor fuera transmitido directamente del aire al sólido seco (son despreciables la radiación y conducción de las paredes del secador al sólido), la temperatura del sólido seco sería 45.1°C , puesto que, se ha supuesto que la humedad está presente sobre la superficie de los cristales y que el secado se verifica a la temperatura constante del termómetro húmedo. Sobre esta base la temperatura de la sal que sale será de 45.1°C . Sin embargo para tener en cuenta estas aproximaciones y asegurar una capacidad de secado adecuada, se supone que la sal sale del secador a 86°C .

Balance de energía :

Calor necesario para elevar hasta la temperatura de descarga, el producto:

$$Q = (875) (0.287) (86 - 20) + 32.40615 (1) (86 - 20)$$

$$Q_1 = 16,574.25 + 2,138.8$$

$$Q_1 = 18,713.05 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}}$$

Calor necesario para eliminar la humedad:

$$Q_2 = 142.59385 \left[(45.1 - 20) + 571.644 + 0.45 (62 - 45.1) \right]$$

$$Q_2 = (142.59385) (25.1 + 571.644 + 7.6) = 86,175.22 \text{ Kcal./hr.}$$

Calor total:

$$Q_p = Q_1 + Q_2 = 104,888 \text{ K cal./hr.}$$

Aire necesario .-

Calor húmedo del aire que entra = $0.24 + 0.45 (0.009) = 0.24405$

Ahora se supone un calor húmedo medio de 0.25 y se procede al cálculo :

1^{er} Tanteo .

$$G'_{Gs} (0.25) (170 - 62) = 104,888$$

$$G'_{Gs} = \frac{104,888}{(0.25) (108)} = 3,884.74 \frac{\text{Kg. de aire seco}}{\text{hr.}}$$

$$W_2 = \frac{142.594}{3,884.74} + 0.009 = 0.036706 + 0.009 = 0.045706$$

$$S_2 = 0.24 + 0.45 (0.045706) = 0.26567$$

$$\bar{S} = \frac{0.24405 + 0.26567}{2} = 0.25486$$

Por lo tanto:

\bar{S} calculada $>$ \bar{S} supuesta.

2^{do} Tanteo .-

Se supone un calor húmedo medio de 0.26 .

$$G'_{Gs} (0.26) (170 - 62) = 104,888$$

$$G'_{Gs} = \frac{104,888}{(0.26) (108)} = 3,735.33 \frac{\text{Kg. de aire seco}}{\text{hr.}}$$

$$W_2 = \frac{142.594}{3,735.33} + 0.009 = 0.047174$$

$$S_2 = 0.24 + 0.45 (0.047174) = 0.26123$$

$$\bar{S} = \frac{0.24405 + 0.26123}{2} = 0.25264$$

3 ^{er} Tanteo.-

Se supone un calor húmedo medio de 0.256

$$G'_{Gs} (0.256) (170 - 62) = 104,888$$

$$G'_{Gs} = \frac{104,888}{(0.256) (108)} = 3,793.42 \frac{\text{KG. de aire seco}}{\text{hr.}}$$

$$W_2 = \frac{142.594}{3,793.42} + 0.009 = 0.046589$$

$$S_2 = 0.24 + 0.45 (0.046589) = 0.260965$$

$$\bar{S} = \frac{0.24405 + 0.260965}{2} = 0.2525$$

Por lo tanto :

\bar{S} calculada $<$ \bar{S} supuesta; se acepta.

$$\text{Porcentaje del aire que sale} = \frac{0.046589 \times 100}{0.15488} = 30.1 \%$$

0.15488 humedad del aire cuando está saturado a 62°C.

Diámetro del secador:

Se considera un exceso de aire calculado anteriormente, o sea un 9 % de exeso.

$$G'_{Gs} = 3,793.42 \times 1.09 = 4,134.827 = 4,135$$

Se debe seleccionar una velocidad másica del aire en la cual no haya grandes arrastres de polvo. Está comprendida entre:

$$1,954.65 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr} - \text{m}^2} \quad \text{---} \quad 19,546.65 \text{ Kg./hr.} - \text{m}^2 \quad \dots (14).$$

Se escoge una velocidad másica de 2, 624 $\frac{\text{Kg.}}{\text{hr.} - \text{m}^2}$

A la salida del secador:

$$G'_{Gs} = 4,135 \left[1 + (0.0466) \left(\frac{3,793.42}{4,135} \right) \right]$$

$$G'_{Gs} = 4,135 \left(1 + [(0.0466) (0.91739)] \right)$$

$$G'_{Gs} = 4,135 \times 1.04275 = 4,311.77 \text{ Kg./hr.}$$

Superficie:

$$S = \frac{4,311.77}{2,624} = 1.6432$$

Diámetro:

$$D = \sqrt{(0.785) (1.6432)} = \sqrt{1.28991} = 1.14 \text{ m.}$$

Coefficiente global de transmisión de calor:

$$U_a = \frac{57 G}{D}$$

$$G_G = \frac{G'_{Gs}}{S} = \frac{4,311.77}{1.6432} = 2,624$$

$$U_a = \frac{(57) (2,624)^{0.16}}{1.6432} = 121.4 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2}$$

El coeficiente, 57, o constante será utilizado en este caso; ya que se ha encontrado que en secado de cristales, constantes como la propuesta por Perry de 38 dan valores altos de U_a .

Cálculo del volúmen del secador :

q_p = periodo de precalentamiento.

$$q_p = (875) (0.287) (45.1 - 20) + (175) (1) (45.1 - 20) = 10,695.74 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}}$$

Cambio en la temperatura del aire:

$$\left(\frac{10,695.74}{104,888} \right) (170 - 62) = 11.012 \approx 11^{\circ}\text{C}.$$

Temperatura al final del periodo de precalentamiento = $t_{G2} + 11 = 62 + 11$
 $= 73^{\circ}\text{C}.$

Diferencia media de temperatura:

$$\begin{aligned} 73 - 11 &= 62 \\ 20 - 11 &= 9 \end{aligned} \quad \Delta T_p = \frac{62 - 9}{2.3 \log. \frac{62}{9}} = \frac{53}{1.92165}$$

$$= 27.58^{\circ}\text{C} \approx 28^{\circ}\text{C}.$$

Periodo de calentamiento (q_g).

$$\begin{aligned} q_g &= (875) (0.287) (86 - 45.1) + (32.40615) (1) (86 - 45.1) = \\ &= 11,596 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}} \end{aligned}$$

Cambio en la temperatura del aire:

$$\left(\frac{11,596}{104,888} \right) (170 - 62) = 11.94^{\circ}\text{C} \approx 12^{\circ}\text{C}.$$

Temperatura del aire al principio de este periodo = $(170 - 12) = 158^{\circ}\text{C}.$

Diferencia media de temperaturas:

$$\begin{aligned} 158 - 12 &= 146 \\ 45.1 - 12 &= 33.1 \end{aligned} \quad \Delta T_s = \frac{146 - 33.1}{2.3 \log. \frac{146}{33.1}} = 76.1^{\circ}\text{C} \approx 76^{\circ}\text{C}.$$

Periodo de evaporación:

$$q_v = q_T - (q_p + q_g)$$

$$q_v = 104,888 - (10,696 + 11,596) = 82,596 \frac{\text{K cal.}}{\text{hr.}}$$

Diferencia media de temperatura:

$$158 - 45.1 = 112.9$$

$$73 - 45.1 = 27.9$$

$$\Delta T_v = \frac{112.9 - 27.9}{2.3 \log. \frac{112.9}{27.9}} = 61.085 \approx 61^\circ \text{C.}$$

La diferencia media de temperatura para el total del secador, se puede calcular suponiendo que U_a es constante a lo largo del mismo, por medio de la ecuación siguiente:

$$\frac{1}{(\Delta t)_m} = \left(\frac{q_p}{Q_T} \right) \left(\frac{1}{\Delta T_p} \right) + \left(\frac{q_v}{Q_T} \right) \left(\frac{1}{\Delta T_v} \right) + \left(\frac{q_s}{Q_T} \right) \left(\frac{1}{\Delta T_s} \right)$$

$$\frac{1}{(\Delta t)_m} = \left(\frac{10,695.74}{104,888} \right) \left(\frac{1}{28} \right) + \left(\frac{82,596}{104,888} \right) \left(\frac{1}{61} \right) + \left(\frac{11,596}{104,888} \right) \left(\frac{1}{76} \right)$$

$$\frac{1}{(\Delta t)_m} = 0.0180021$$

$$\Delta t_m = \frac{1}{0.0180021} = 55.55^\circ \text{C.}$$

Por otra parte:

$$U_a (\Delta t)_m S Z = 104,888$$

Z = longitud del secador.

$$Z = \frac{104,888}{(55.55) (1.6432) (121.4)} = \frac{104,888}{11,081.3} = 9.465 \approx 9.5 \text{ m.}$$

$$\text{Se utiliza una longitud de } 9.5 \text{ m. ; } \frac{L}{D} = \frac{9.5}{1.14} = 8.33$$

Este valor concuerda con lo establecido por "Perry", en que para que un secador de este tipo, la relación L/D debe estar comprendida entre 4 y 10 .

Número total de unidades de transferencia para el secador:

$$(NTU)_p = \frac{(62 - 20) - (73 - 45.1)}{28} = 0.50357$$

$$(NTU)_v = \ln \left(\frac{158 - 45.1}{73 - 45.1} \right) = 1.391$$

$$(NTU)_s = \frac{(158 - 45.1) - (170 - 86)}{76} = 0.33026$$

$$(NTU)_{total} = 0.50357 + 1.391 + 0.33026 = 2.2748 \approx 2.275$$

Este valor está comprendido en la zona de 1.5 - 2.5, por lo tanto se considera aceptable. . . . (14).

Especificaciones: (14).

Tamaño del secador en pulgadas de diámetro por pies de largo = 45 x 32

Evaporación lb./hr. = 314.

Calor total en Btu/hr. = 416222.

Velocidad en ft. /min. = 200

Potencia del ventilador = 5 - 5.5 H.P.

Potencia del manejador del secador = 3 - 5 H.P.

23.- PULVERIZADOR DE IMPACTO.-

Cantidad final de cristales = 875 Kg.

Cantidad de cristales que se necesita procesar = $\frac{875 \text{ Kg.}}{4 \text{ hr.}} = 218.75 \frac{\text{Kg}}{\text{hr.}}$

Especificaciones: (14).

Pulverizador Raymond con criba.

Capacidad = 272 Kg./hr.

Finura , el 99% pasa por el tamiz No. 60

Potencia = 5 H.P.

24.- CALDERA PARA EL PROCESO.-

Q_t = Calor total.

Q_t = Q del tanque 1 + Q de la auto-clave 4 + Q del evap. 10 + Q del evap. 12 + Q del evap. 14 + Q del tanque de disolución 16 + Q del evap. 19 + Q del secador rotatorio 22.

Q_t = 5,634,950 + 24.5 + 452,305 + 114,970 + 175,618 + 49,325 + 125,990 + 416,222 = 6,969,411.5 Btu./hr.

$$S_o = \frac{Q_t \times 10^3}{R \times 33,475} \dots \dots \dots (14).$$

S_o = Superficie de calefacción en ft.²

R = % de carga.

$$S_o = \frac{6,969,411.5 \times 10^3}{100 \times 33,475} = 2082 \text{ ft.}^2$$

S_o = 2,082 ft.²

Especificaciones: Catálogo Núm. 20 Babcock & Wilcox.

Caldera acuotubular de tubos curvos.

Superficie de calefacción = 2,082 ft.²

Material = acero al carbón.

CAPITULO V

CONSIDERACIONES ECONOMICAS.

Como se vio anteriormente, se seleccionó el proceso neutro a presión por las razones expuestas. En el presente capítulo se analizan todos los factores económicos involucrados con el dimensionamiento del equipo y del proceso seleccionado; y por esta razón se procede de la manera siguiente:

COSTO DEL EQUIPO EMPLEADO (SIN INSTALAR).

| UNIDADES | DESCRIPCION | GOSTO (\$) |
|----------|--|------------|
| 2 | TANQUE DE MADERA. Espesor del tanque = 1 1/4". Empaque de asbesto; espesor del empaque 1/32". Cotizado por Industrial Gamma, S.A. | 32,000 |
| 2 | FILTRO PRENSA DE PLACAS Y MARCOS. Tamaño de las placas = 42" x 42". Número de placas = 53. Medio filtrante = lonstas de algodón. Número de estilo = 10 Descripción = Peso medio ligero medianamente abierto. Hilos en pulgadas = 50 x 30 . Peso = 498 g./m ² . Material = placas de fierro. Area filtrante = 1,235 ft ² . Cotizado por Shriver de México, S.A. | 155,000 |
| 1 | TANQUE DE ACERO AL CARBON. Espesor del tanque = 3/16". Capacidad = 405.4 lt. Cotizado por Industrial Gamma, S.A. | 1,750 |

| UNIDADES | DESCRIPCION | COSTO (\$) |
|----------|---|------------|
| 2 | <p>AUTOCLAVE CON AGITACION.</p> <p>Area de calentamiento de la chaqueta = 35.4 m^2.</p> <p>Espesor del cuerpo = $1 \frac{1}{2}''$.</p> <p>Espesor de la chaqueta = $\frac{3}{4}''$.</p> <p>Velocidad del agitador = 3.5 H.P.</p> <p>Material = acero.</p> <p>Cotizado Por Maquinaria y Proyectos Industriales S. A.</p> | 300,000 |
| 2 | <p>TANQUE DE ENFRIAMIENTO</p> <p>Area de enfriamiento de la chaqueta = 34.7 m^2.</p> <p>Espesor del tanque = $13/16''$.</p> <p>Espesor de la chaqueta = $1/2''$.</p> <p>Velocidad del agitador = 120 R.P.M.</p> <p>Potencia del agitador = 5.5 H.P.</p> <p>Material = acero inoxidable.</p> <p>Cotizado por. Maquinaria y Proyectos Industriales S. A.</p> | 200,000 |
| 8 | <p>FILTRO PRENSA DE PLACAS Y MARCOS.</p> <p>Tamaño de las placas = $42 \times 42''$.</p> <p>Número de placas = 33.</p> <p>Medio filtrante = lonetas de algodón.</p> <p>Número de estilo = 10</p> <p>Descripción = Peso medio ligero medianamente abierto.</p> <p>Hilos en pulgadas = 50×30</p> <p>Peso = 498 g./m^2.</p> <p>Material = fierro</p> <p>Area filtrante = 811 ft^2.</p> <p>Cotizado por Shriver, de México S.A.</p> | 496,000 |

| UNIDADES | DESCRIPCION. | COSTO (\$) |
|----------|--|------------|
| 1 | <p>TANQUE.</p> <p>Espesor = 3/16".</p> <p>Material = acero al carbón.</p> <p>Diámetro = 1.254 m.</p> <p>Altura = 1.57 m.</p> <p>Cotizado por Industrial Gamma, S.A.</p> | 34,913 |
| 1 | <p>TANQUE.</p> <p>Espesor = 3/16".</p> <p>Volumen = 0.604 m³.</p> <p>Material = mánel.</p> <p>Diámetro = 0.867 m.</p> <p>Altura = 1.08 m.</p> <p>Cotizado por Industrial Gamma, S.A.</p> | 25,000 |
| 2 | <p>FILTRO PRENSA, DE PLACAS Y MARCOS.</p> <p>Tamaño de las placas = 36 x 36".</p> <p>Número de placas = 18 .</p> <p>Medio filtrante = Vinyon.</p> <p>No. de estilo = 1</p> <p>Descripción = ligeramente abierto.</p> <p>Hilos /in. = 54 x 34 .</p> <p>Material = madera.</p> <p>Tejido = Ordinario.</p> <p>Peso = 463.1 g./m².</p> <p>Area filtrante = 211 ft².</p> <p>Cotizado por Shriver de México S.A.</p> | 42,000 |

| UNIDADES. | DESCRIPCION. | COSTO (\$) |
|-----------|---|--------------|
| 1 | <p>EVAPORADOR TIPO CALANDRIA.</p> <p>Tubos de 2.5 ft. de longitud.</p> <p>Diámetro = 1" BWG 16 .</p> <p>No. de tubos = 58.</p> <p>Diámetro del tubo de recirculación = 4" .</p> <p>Diámetro del evaporador = 2.5 ft.</p> <p>Altura total = 5 ft.</p> <p>Espesor 1/2" .</p> <p>Material = plomo y antiamoníaco con tubos de níquel.</p> <p>Cotizado per C. S. R. DE MEXICO, S.A.</p> | 120,000 |
| 1 | <p>FILTRO DE PIEDRA POROSA</p> | 1,350 |
| 1 | <p>EVAPORADOR TIPO CALANDRIA.</p> <p>Tubos de 2 ft. de longitud.</p> <p>Diámetro = 7/8" BWG 16 .</p> <p>No. de tubos = 21 .</p> <p>Diámetro del tubo de recirculación = 3" .</p> <p>Diámetro del evaporador = 2 ft.</p> <p>Altura total = 4 ft.</p> <p>Espesor = 1/2" .</p> <p>Material = cobre. Cotizado per CSR de México</p> | 80,000 |
| 1 | <p>CENTRIFUGA DE CANASTA PERFORADA, DISCONTINUA. S.A.</p> <p>Carga de la canasta = 114-159 Kg./ciclo.</p> <p>Capacidad = 0.36 - 1.1 Ton./hr.</p> <p>Diámetro = 39" .</p> <p>Tiempo total del ciclo = 10 - 20 min.</p> <p>Potencia = 9 H.P., Material = acero ATM.</p> <p>R.P.M. = 850 .</p> <p>Cotizada per Maquinaria Mexicana S.A.</p> | 20,000 |

| CANTIDADES | DESCRIPCION | COSTO (\$) |
|------------|--|--------------|
| 1 | EVAPORADOR TIPO CALANDRIA. Tubos de 2 ft. de largo. Diámetro = 7/8" BWG 16 . No. de tubos = 32 Diámetro de 1 tubo de recirculación= 3". Diámetro del evaporador = 2 ft. Altura total = 4 ft. Espesor = 1/2". Material = cobre. Cotizado per CSR de México S.A. | 85,500 |
| 1 | CENTRIFUGA DE CANASTA PERFORADA DISCONTINUA. Carga de la canasta = 114 - 159 Kg./ciclo. Capacidad Ton./hr. = 0.36 - 1.1 Diámetro = 39". Tiempo total del ciclo = 10 - 20 min. Potencia = 9 H.P. Material = acero A.T.M. R.P.M. = 850 Cotizado per Maquinaria Mexicana S.A. | 20,000 |
| 1 | TANQUE DE DISOLUCION. Volúmen = 1,430 lt. Espesor = 1" Material = ciprés. Cotizado per Industrial Gamma S.A. | 5,400 |
| 1 | FILTRO PRENSA DE PLACAS Y MARCOS. Tamaño de las placas = 36" x 36". No. de placas = 16 Medio filtrante = Vinyon | |

| UNIDADES | DESCRIPCION | COSTO (\$) |
|----------|---|--------------|
| 1 | No. del estilo = 1 Descripción = ligeramente abierto. Hilos / in. = 54 x 34 Tejido = ordinario. Peso = 463.1 g/m. ² Area filtrante = 163 ft. Material = madera. Cotizado per Shriver de México S.A. | 20,000 |
| 1 | TANQUE. Volúmen = 1.321 m. ³ Material = m6nel. Espesor del tanque = 5/8". Cotizado per Industrial Gamma S.A. | 27,000 |
| 1 | EVAPORADOR TIPO CALANDRIA. Tubos de 2 ft. de longitud. Diámetro de los tubos = 7/8" BWG 16 No. de los tubos = 23 Diámetro del tubo de recirculación = 3". Diámetro del evaporador = 2 ft. Altura total = 4 ft. Espesor = 1/2". Material = cobre con tubos de m6nel. | 99,000 |
| 1 | CRISTALIZADOR CONTINUO SWENSON-WALKER Longitud = 3.5 m. Ancho = 0.61 m. Material = acero inoxidable. | 80,000 |

| UNIDADES | DESCRIPCION | COSTO (\$) |
|----------|--|--------------|
| 1 | <p>CENTRIFUGA DE CANASTA PERFORADA DISCONTINUA.</p> <p>Carga de la canasta = 114 - 159 Kg/ciclo.</p> <p>Capacidad Ton./hr. = 0.36 - 1.1</p> <p>Diámetro = 39".</p> <p>Tiempo total del ciclo = 10 - 20 min.</p> <p>Potencia = 9 H.P.</p> <p>Material = acero A.T.M.</p> <p>R.P.M. = 850</p> <p>Cotizada per Maquinaria Mexicana S.A.</p> | 20,000 |
| 1 | <p>SEGADOR ROTATORIO.</p> <p>Tamaño del secador en in. de diámetro por ft. de largo = 45 x 32 .</p> <p>Calor total = 416,222 Btu./hr.</p> <p>Velocidad = 200 ft./min.</p> <p>Potencia del ventilador = 5 - 5.5 H.P.</p> <p>Potencia del manejador del secador = 3 - 5 H.P.</p> <p>Cotizado per CSR de México S.A.</p> | 121,000 |
| 1 | <p>PULVERIZADOR DE IMPACTO RAYMOND.</p> <p>Capacidad = 272 Kg./hr.</p> <p>Finura el 99% pasa por el tamiz No. 60</p> <p>Potencia = 5 H.P.</p> | 28,500 |
| 1 | <p>CALDERA ACUOTUBULAR DE TUBOS CURVOS.</p> <p>Superficie de calefacción = 2,082 ft.²</p> <p>Material = acero al carbon.</p> <p>Cotizada per Babcock & Wilcox de Mex. S.A.</p> | 80,000 |
| 1 | <p>BOMBA PARA AGUA.</p> <p>Material = fierro, potencia 2.5 H.P.</p> <p>Circuito= trifásico, ciclos = 60,</p> <p>R.P.M. = 1,800 Cotizado per Maquinas de Precese S.A. de C. V.</p> | 4,500 |

| UNIDADES | DESCRIPCION | COSTO (\$) |
|----------|---|--------------|
| 1 | BOMBA DE DESCARGA DE LA DISOLUCION DE ONUJO. Material = fierro. Potencia = 1/2 H.P. Circuito = trifásico. Ciclos = 60 . R.P.M. = 1,800 . Getizade per Maquinas de Precese S.A. | 2,500 |
| 1 | BOMBA DE DESCARGA DE LA AUTOCLAVE, AL TANQUE DE ENFRIAMIENTO. Material = acero inoxidable. Potencia= 2 H.P. Circuito = trifásico. Ciclos = 60 . R.P.M. = 1,800 Getizade per Maquinas de Precese S.A. | 8,000 |
| 1 | BOMBA DE DESCARGA DEL TANQUE DE ENFRIA- MIENTO A LOS FILTROS. Material = acero inoxidable. Potencia = 1/3 H.P. Circuito = trifásico. R.P.M. = 1,800 Getizada per Maquinas de Precese S.A. | 1,330 |
| 7 | BOMBAS. Material = fierro. Potencia = 1/4 H.P. Circuito = trifásico. Ciclos = 60; R.P.M. = 1,800 Getizadas per Maquinas de Precese S.A. | 7,700 |

| UNIDADES | DESCRIPCION | COSTO (\$) |
|--------------|--|---------------------------|
| 2 | AGITADORES PARA LAS AUTOCLAVES. Potencia = 3.5 H.P. c/uno. Cotizado per Maquinaria de Proceso S.A. | 12,800 |
| 2 | AGITADORES PARA LOS TANQUES DE ENFRIAMIENTO. Potencia = 5.5 H.P. c/ uno. Cotizado per Maquinaria y Proyectos Ind. | 15,600 |
| 2 | SILOS DE ALMACENAMIENTO Cot. per Ind. Kuick | 120,000 |
| 1 | BANDA TRANSPORTADORA Cotizada per Ovilles y Genes S.A. | 60,000 |
| 1 | ELEVADOR DE CANGILONES Cotizado per Rein S.A. | 45,000 |
| TOTAL | | <hr/> \$ 2,372,843 |

COSTO DE INSTALACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

Se realizó la estimación del costo de instalación del equipo y maquinaria, de acuerdo a un porcentaje dado, según el precio de adquisición de cada uno de ellos*.

| MAQUINARIA Y EQUIPO | % | COSTO DE INSTALACION (₡) |
|--|----|--|
| Agitadores. | 15 | 4,260 |
| Autoclaves. | 30 | 90,000 |
| Banda transportadora. | 30 | 18,000 |
| Bombas . | 30 | 7,209 |
| Caldera. | 20 | 16,000 |
| Gentrifugas. | 20 | 12,000 |
| Cristalizador. | 43 | <i>\$20,000 - 00%</i> <i>x = 34,400</i> |
| Elevador de cangilones. | 43 | 19,350 |
| Evaporadores. | 35 | 134,575 |
| Filtros. | 35 | 249,900 |
| Pulverizador. | 25 | 7,125 |
| Secador rotatorio. | 43 | 53,030 |
| Silos de almacenamiento. | 10 | 12,000 |
| Tanques de madera. | 10 | 3,740 |
| Tanques metalicos. | 30 | 86,598.9 |
| Total de costos de instalación. | | ₡ 748,187.9 |

*Porcentajes proporcionados por:

Depto. de Nuevos Proyectos de Servicios Industriales Peñoles S.C.

Ahora de acuerdo con la inversión en maquinaria y equipo, que es de \$2,372,843 se asignará un %* a los siguientes conceptos .

| | | | |
|-----------------------------|-----|------------------------|-------------|
| Tubería. | 20% | 474,568.60 | < = 1 - 20% |
| Instrumentación. | 5% | 118,642.15 | |
| ✓ Instalaciones eléctricas. | 10% | 237,284.30 | |
| Ingeniería y supervisión. | 15% | 355,926.45 | |
| ✓ Servicios varios. | 5% | 118,642.15 | |
| Contingencias. | 10% | 237,284.30 | |
| Total. | | \$ 1,542,347.95 | |

*.- % prepercionados por: Depto. de Nuevos Proyectos de
El terreno se estima de la manera siguiente: Ind. Peñoles S.C.

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 1,500 m. ² | \$/m. ² 65.50 | \$ 98,250. |
| Construcción. | | 656,000. |
| Ingeniería Civil. | | 76,000. |
| Total | | \$ 830,250. |

Fletes de maquinaria y equipo \$20,000.

Total de la inversión inicial:

| | |
|--|------------------------|
| ✓ Inversión en maquinaria y equipo | 2,372,843.00 |
| ✓ Costo de instalación de maquinaria y equipo. | 748,187.90 |
| Stros. | 1,542,347.95 |
| ✓ Terreno | 98,250.00 |
| ✓ Edificio y construcción. | 656,000.00 |
| Fletes de maquinaria y equipo | 20,000.00 |
| Ingeniería Civil | 76,000.00 |
| Total | \$ 5,513,628.85 |

En esta parte, se establecen las bases que se toman para formar el flujo de efectivo de acuerdo a la demanda esperada para los años de 1976, 1977 y 1978, dichas demandas son las siguientes:

| Años | Demanda esperada de ácido tartárico(Ton.) |
|------|---|
| 1976 | 1,457 |
| 1977 | 1,516 |
| 1978 | 1,575 |

El precio de venta del producto se establece de acuerdo a dos factores importantes que son:

- a).- Precio obtenido de Chemical Marketing Reporter.
 b).- El precio del mercado nacional; que se obtiene directamente de los proveedores y que son los siguientes:

| COMP A Ñ I A . | PRESENTACION | \$-/ Kg. |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| 1.- Abastecedores Químicos. | Sacos de 50 Kg. | 36.00 |
| 2.- Solvemex. | " " " | 42.35 |
| 3.- Compañía Universal Industrial. | " " " | 50.00 |
| 4.-Dromex. | " " " | 42.00 |
| 5.- Mardupol. | " " " | 37.55 |
| 6.- Central de Drogas. | " " " | 60.00 |

Chemical Marketing Reporter. \$43.63 - \$48.13

De acuerdo a estos datos proporcionados, se observa que en todas las compañías, la cantidad mínima para venta es de 50 Kg., y que el precio promedio por Kg., de ácido tartárico incluyendo el precio de Chemical Marketing Reporter, es de \$ 44.95, no obstante el precio que se establece para el estudio es de \$15.00 por Kg., y la presentación es también en sacos de papel de 50 Kg., con un precio por unidad de \$2.50 .

El precio de la materia prima, se estimó también en el mercado mundial o directamente de proveedores; arrojando los siguientes resultados:

| | | |
|-------------------------|----------|---------|
| Orujo | 150.00 | \$/Ton. |
| Oxido de calcio. | 310.00 | " |
| Cloruro de calcio. | 2,850.00 | " |
| Acido sulfúrico. | 500.00 | " |
| Ferrocianuro de calcio. | 8,250.00 | " |
| Carbonato de bario. | 2,500.00 | " |
| Carbón decolorante. | 3,750.00 | " |

De acuerdo con estos precios se calcula el total de la materia prima por tonelada de ácido producido de la siguiente manera:

| MATERIA PRIMA | Ton. de Mat. prima | | \$ | |
|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------|--------------------|
| | Ton. de ácido | Ton. Mat. Prima | Ton. ácido. | |
| Orujo. | 25 | 150 | 150 x 25 = | 3,750.00 |
| Oxido de calcio. | 0.18662 | 310 | | 57.85 |
| Cloruro de calcio. | 0.38834 | 2,850 | | 1,106.77 |
| Acido sulfúrico. | 0.65314 | 500 | | 326.57 |
| Ferrocianuro de calcio. | 0.01 | 8,250 | | 82.50 |
| Carbonato de bario. | 0.01 | 2,500 | | 25.00 |
| Carbón decolorante. | 0.05 | 3,750 | | 187.50 |
| Total de mat. prima | | | | \$ 5,536.19 |

Ton. de ácido.

(15000) ton.

Para el año de 1976, el pronóstico de ventas es de 1,457 Ton./ac.tartárico. que multiplicado por el precio de venta, da un valor total de \$ - - - - \$21,855,000.00, que dividido entre los doce meses del año dan ganancias de \$1,821,250.00 mensuales; todo esto sería en forma ideal; pero debido a que en un principio no se puede cubrir toda la demanda del mercado; ya que todas las compañías tienen reservas, de ácido tartárico por dos o tres meses y mientras se cierran fronteras para evitar su importación. Se considera que en el mes de Enero se cubre un 35% de la demanda mensual, en Febrero

50 %, Marzo 75%, Abril 90%, y a partir de Mayo, se cubrirá el 100% de la demanda nacional.

Por otra parte el plan de ventas se considera de dos maneras:

- 1.- Ventas contado 20% de ventas totales.
- 2.- Ventas crédito 80% de ventas totales; cobros a 30 y 60 días.

Los conceptos involucrados en el renglón de egresos del flujo de efectivo se considera de la forma siguiente:

1.- MATERIA PRIMA.-

Por combinación de los balances en el cálculo del equipo con el precio unitario de materias primas, relacionado a ventas está representada el 37.0 % de las ventas totales mensuales.

2.- MANO DE OBRA DIRECTA.-

La mano de obra directa para los tres turnos se estima de la siguiente manera:

| | \$ | / | \$ |
|-----------------|-------|---|-----------------|
| | Día | | Día |
| 12 Operadores A | 80.00 | | 960.00 |
| 12 Operadores B | 64.00 | | 768.00 |
| Total | | | 1,728.00 |

3.- SUPERVISION.-

| | \$ | \$ |
|------------------------|----------|------------------|
| | Mes | Mes |
| 1 supervisor. | 4,500.00 | 4,500.00 |
| 3 supervisores. | 3,500.00 | 10,500.00 |
| 3 ingenieros de turno. | 7,000.00 | 21,000.00 |
| Total | | 36,000.00 |

4.- SERVICIOS.-

| | UNIDAD | \$/UNIDAD | UNIDAD/Ton. | \$/Ton. ACIDO |
|---------------|-----------------|-----------|-------------|---------------|
| Agua. | m. ³ | 0.90 | 20.50 | 18.45 |
| Electricidad. | Kwh. | 0.21 | 287.85 | 60.45 |
| Vapor. | Ton. | 19.00 | 13.1834 | 250.50 |

5.- MANTENIMIENTO.

Generalmente es el 5 % del costo de la maquinaria y equipo, que relacionado a ventas representa el 0.62 %.

6.- LABORATORIO.-

Es es 1.92% de la materia prima.

7.- AMORTIZACION.-

La transferencia de tecnología especifica el pago del 2% de las ventas, por concepto de pago de regalías, durante el lapso de 10 años, pero de acuerdo al artículo 20 y también el 21 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta sólo se podrá deducir un 5% del activo fijo intangible.

8.- DEPRECIACION.-

Es el 10% sobre el costo de la maquinaria y equipo e instalación y 5% sobre ~~construcción~~.

9.- EMPAQUE.-

Costales de 50 Kg. de capacidad con un costo de \$2.50 por pieza.

10.- GASTO DE VENTAS.-

7% sobre ventas totales mensuales.

11.- GASTOS DE ADMINISTRACION.-

8% sobre ventas totales mensuales.

12.- SEGUROS Y PRESTACIONES.-

20% sobre mano de obra, más supervisión, más gastos de administra--
ción.

13.- IMPUESTOS PREDIALES.-

1 % sobre el costo del terreno.

14.- PRIMAS DE SEGUROS SOBRE PIANTA.-

3% sobre la inversión fija.

15.- CUENTAS INCOBRABLES.-

2% sobre ventas totales mensuales.

16.- GASTOS FINANCIEROS.-

Se considera el 40% capital propio, sobre la inversión inicial y

•.-% tomados de los apuntes del Prof. Eduardo Rojo, Mi/11/73.

60 % prestamo bancario, con un interés de un 15% sobre saldos insolutos en un periodo de tiempo de cinco años; por lo tanto los gastos financieros quedan de la siguiente manera:

Inversión inicial \$ 5,513,628.85
 Financiamiento \$ 3,308,177.31
 Capital propio \$ 2,205,451.54

| AÑOS | PAGO PRESTAMO BANCO | SALDO | INTERES SOBRE FINANCIAMIENTO |
|------|------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1976 | 661,635.462 | 3,308,177.310 | 496,226.5965 |
| 1977 | 661,635.462 | 2,646,541.848 | 396,981.2772 |
| 1978 | 661,635.462 | 1,984,906.386 | 297,735.9579 |
| 1979 | 661,635.462 | 1,323,270,924 | 198,490.6386 |
| 1980 | 661,635.462 | 661,635.462 | 99,245.3193 |

17.- IMPUESTOS SOBRE INGRESOS MERCANTILES.-

4 % sobre ventas totales mensuales .

De acuerdo con todo lo anteriormente visto, se establecen los flujos de efectivo para los años 1976, 1977, y 1978; siendo estos dos últimos practicados cada tres meses, con bases similares al año de 1976; y con ligeras variantes en algunos puntos enumerados anteriormente. Estos flujos de efectivo son presentados con dos alternativas:

- a).- Sin financiamiento.
- b).- Con financiamiento.

También se presentan los estados de perdidas y ganancias para los respectivos años; en el que se consideran las dos alternativas anteriormente establecidas con sus respectivas rentabilidades.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL AÑO DE 1976.

Sin financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| | | |
|---|--------------------|-------------|
| VENTAS | | 16,937.62 |
| - COSTOS DE PRODUCCION | 9,211.759 | |
| - GASTOS DE ADMINISTRACION | 3,161.624 | |
| - GASTOS DE VENTA | 1,402.520 | |
| | <hr/> | |
| | 13,775.903 . . . - | 13,775.903 |
| | | <hr/> |
| | | 3,161.717 |
| | | |
| - DEPRECIACION | 344.904 | |
| - AMORTIZACION | 258.384 | |
| | <hr/> | |
| | 603.288 . . . - | 603.288 |
| | | <hr/> |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS | | 2,558.429 |
| IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y REPARTO DE UTILIDADES | | - 1,279.214 |
| | | <hr/> |
| UTILIDAD NETA ANUAL | | 1, 279.215 |

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta anual} \times 100}{\text{Inversión total}}$$

$$\text{ROI} = \frac{1,279.215}{6,206.787} \times 100 = 20.61 \%$$

FLUJO DE EFECTIVO AÑO 1977.

Sin financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| INGRESOS | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|--|----------|----------|------------|-----------|-------------------|
| Ventas totales. | 5,685 | 5,685 | 5,685 | 5,685 | |
| Ventas contada 20% de ventas totales. | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 4,548 |
| Ventas crédito 80% de ventas totales, cobros a 30 y 60 días. | 2,274 | 4,548 | 4,548 | 4,548 | 15,918 |
| Ventas crédito año pasado (1976) | 2,185.5 | | | | 2,185.5 |
| Total de ingresos trimestrales. | 5,596.5 | 5,685 | 5,685 | 5,685 | 22,651.5 |
| E G R E S O S : | | | | | |
| Materia prima | 2,103.45 | 2,103.45 | 2,103.45 | 2,103.45 | 8,413.80 |
| Mano de obra directa. | 135.10 | 135.10 | 135.10 | 135.10 | 540.40 |
| Supervisión. | 112.50 | 112.50 | 112.50 | 112.50 | 450.00 |
| Agua. | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 28.00 |
| Electricidad. | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 92.00 |
| Vapor. | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 380.00 |
| Mantenimiento | 35.247 | 35.247 | 35.247 | 35.247 | 140.988 |
| Laboratorio. | 40.53 | 40.53 | 40.53 | 40.53 | 162.12 |
| Amortización. | 64.596 | 64.596 | 64.596 | 64.596 | |
| Depreciación. | 86.226 | 86.226 | 86.226 | 86.226 | |
| Primas de seguros sobre planta. | 170.55 | 170.55 | 170.55 | 170.55 | 682.20 |

| EGRESOS | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|--|------------|------------|------------|------------|-------------------|
| Gastos de administración. | 454.8 | 454.8 | 454.8 | 454.8 | 1,819.2 |
| Impuestos prediales. | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.984 |
| Seguros y prestaciones. | 140.48 | 140.48 | 140.48 | 140.48 | 561.92 |
| Cuentas incobrables. | 113.7 | 113.7 | 113.7 | 113.7 | 545.8 |
| Impuestos sobre ingresos mercantiles. | 227.4 | 227.4 | 227.4 | 227.4 | 909.6 |
| Gasto de ventas. | 397.95 | 397.95 | 397.95 | 397.95 | 1,591.8 |
| Empaque. | 18.95 | 18.95 | 18.95 | 18.95 | 75.60 |
| Total de ingresos trimestrales. | 5,596.5 | 5,685.00 | 5,685.00 | 5,685.00 | 22,651.5 |
| Total de egresos trimestrales. | 4,075.903 | 4,075.903 | 4,075.903 | 4,075.903 | 16,303.612 |
| Diferencia de ingresos menos egresos. | +1,520.597 | +1,609.097 | +1,609.097 | +1,609.097 | + 6,347.888 |
| Utilidad anual antes de impuestos. | | | | | 6,347.888 |
| Utilidad anual antes de impuestos menos depreciación y amortización. | | | | | 5,744.6 |
| Impuestos sobre la renta y reparto de utilidades. | | | | | 2,872.3 |
| Utilidad neta anual. | | | | | 2,872.3 |

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL AÑO DE 1977

Sin financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| | | | |
|---|------------|------------|-------------------|
| VENTAS | | 22,651.5 | |
| - COSTOS DE PRODUCCION | 10,889.508 | | |
| - GASTOS DE ADMINISTRACION | 3,746.504 | | |
| - GASTOS DE VENTA | 1,667.6 | | |
| | | | |
| | | 16,303.612 | . . . -16,303.612 |
| | | | |
| | | | 6,347.888 |
| | | | |
| - DEPRECIACION. | 344.904 | | |
| - AMORTIZACION. | 258.384 | | |
| | | 603.288 | . . . - 603.288 |
| | | | |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS | | 5,744.6 | |
| IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y REPARTO DE UTILIDADES | | - 2,872.3 | |
| | | | |
| UTILIDAD NETA ANUAL | | 2,872.3 | |

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Inversión total}} \times 100$$

$$\text{ROI} = \frac{2,872.3}{6,206.787} \times 100 = 46.27 \%$$

FLUJO DE EFECTIVO AÑO 1978.

Sin financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| INGRESOS | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|---|----------|----------|------------|-----------|-------------------|
| Ventas totales. | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | |
| Ventas contado 20% de ventas totales. | 1,181.25 | 1,181.25 | 1,181.25 | 1,181.25 | 4,725 |
| Ventas crédito 80% de ventas totales cobros a 30 y 60 días. | 2,362.5 | 4,725 | 4,725 | 4,725 | 16,537.5 |
| Ventas crédito año pasado (1977). | 2,274 | | | | 2,274 |
| TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES. | 5,817.75 | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | 23,536.5 |
| EGRESOS: | | | | | |
| Materia prima. | 2,185.31 | 2,185.31 | 2,185.31 | 2,185.31 | 8,741.240 |
| Mano de obra directa. | 140.41 | 140.41 | 140.41 | 140.41 | 561.640 |
| Supervisión. | 117.00 | 117.00 | 117.00 | 117.00 | 468.000 |
| Agua. | 7.27 | 7.27 | 7.27 | 7.27 | 29.080 |
| Electricidad. | 23.82 | 23.82 | 23.82 | 23.82 | 95.280 |
| Vapor. | 98.70 | 98.70 | 98.70 | 98.70 | 394.80 |
| Mantenimiento. | 36.62 | 36.62 | 36.62 | 36.62 | 146.48 |
| Laboratorio. | 42.12 | 42.12 | 42.12 | 42.12 | 168.48 |
| Amortización. | 64.596 | 64.596 | 64.596 | 64.596 | |
| Depreciación. | 86.226 | 86.226 | 86.226 | 86.226 | |
| Primas de seguros sobre planta. | 177.2 | 177.2 | 177.2 | 177.2 | 708.8 |
| GASTOS de Admon. | 472.5 | 472.5 | 472.5 | 472.5 | 1,890 |

| EGRESOS | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|--|------------|------------|------------|------------|-------------------|
| Impuestos prediales | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.984 |
| Seguros y prestaciones. | 146.0 | 146.0 | 146.0 | 146.0 | 584.0 |
| Cuentas incobrables. | 118.13 | 118.13 | 118.13 | 118.13 | 472.52 |
| Impuestos sobre ingresos mercantiles. | 236.25 | 236.25 | 236.25 | 236.25 | 945.0 |
| Gasto de ventas. | 413.44 | 413.44 | 413.44 | 413.44 | 1,653.76 |
| Empaque. | 19.70 | 19.70 | 19.70 | 19.70 | 78.800 |
| TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES. | 5,817.75 | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | 23,536.5 |
| TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES. | 4,234.716 | 4,234.716 | 4,234.716 | 4,234.716 | 16,938.864 |
| DIFERENCIA DE INGRESOS MENOS EGRESOS. | +1,583.034 | +1,671.534 | +1,671.534 | +1,671.534 | +6,597.636 |
| Utilidad anual antes de impuestos. | | | | | 6,597.636 |
| Utilidad anual antes de impuestos menos depreciación y amortización. | | | | | 5,994.348 |
| Impuestos sobre la renta y reparto de utilidades. | | | | | 2,997.174 |
| Utilidad neta anual. | | | | | 2,997.174 |

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL AÑO DE 1978.

Sin financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| | | | |
|---|------------|-----------|--------------|
| VENTAS | | 23,536.5 | |
| - GASTOS DE PRODUCCION | 11,313.8 | | |
| - GASTOS DE ADMINISTRACION | 3,892.504 | | |
| - GASTO DE VENTAS | 1,732.56 | | |
| | | <hr/> | |
| | 16,938.864 | | - 16,938.864 |
| | | | <hr/> |
| | | | 6,597.636 |
| - DEPRECIACION | 344.904 | | |
| - AMORTIZACION | 258.384 | | |
| | | <hr/> | |
| | 603.288 | | - 603.288 |
| | | | <hr/> |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS | | 5,994.348 | |
| IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y REPARTO DE UTILIDADES | | | - 2,997.174 |
| | | | <hr/> |
| UTILIDAD NETA ANUAL | | 2,997.174 | |

$$ROI = \frac{\text{UTILIDAD NETA ANUAL}}{\text{INVERSION TOTAL}} \times 100$$

INVERSION TOTAL

$$ROI = \frac{2,997.174}{6,206.787} \times 100 = 48.28 \%$$

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS AÑO DE 1976.

Con financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| | | |
|--|------------------|------------|
| VENTAS | 16,937.620 | |
| - COSTOS DE PRODUCCION | 9,211.759 | |
| - GASTOS DE ADMINISTRACION | 3,161.624 | |
| - GASTO DE VENTAS | 1,402.520 | |
| - GASTOS FINANCIEROS | 1,157.880 | |
| | | <hr/> |
| | 14,933.783 . . - | 14,933.783 |
| | | <hr/> |
| | | 2,003.837 |
| -DEPRECIACION | 344.904 | |
| -AMORTIZACION | 258.384 | |
| | | <hr/> |
| | 603.288 . . - | 603.288 |
| | | <hr/> |
| UTILIDAD ANUAL ANTES DE IMPUESTOS | 1,400.549 | |
| IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y REPARTO DE UTILIDADES. | - | 700.274 |
| | | <hr/> |
| UTILIDAD NETA ANUAL | | 700.275 |

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Inversión total}} \times 100$$

$$\text{ROI} = \frac{700.275}{6,534.243} \times 100 = 10.72 \%$$

FLUJO DE EFECTIVO AÑO 1977.

Con financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| INGRESOS: | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Ventas totales. | 5,685.0 | 5,685.0 | 5,685.0 | 5,685.0 | |
| Ventas contado 20% ventas totales. | 1,137.0 | 1,137.0 | 1,137.0 | 1,137.0 | 4,548.0 |
| Ventas crédito 80% ventas totales cobros 30 y 60 días. | 2,274.0 | 4,548.0 | 4,548.0 | 4,548.0 | 15,916.0 |
| Ventas crédito año pasado (1976). | 2,185.5 | | | | 2,185.5 |
| TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES. | 5,596.5 | 5,685.0 | 5,685.0 | 5,685.0 | 22,651.5 |
| EGRESOS: | | | | | |
| Materia prima. | 2,103.450 | 2,103.450 | 2,103.450 | 2,103.450 | 8,413.800 |
| Mano de obra directa. | 135.10 | 135.10 | 135.10 | 135.10 | 540.40 |
| Supervisión. | 112.50 | 112.50 | 112.50 | 112.50 | 450.00 |
| Agua. | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 28.00 |
| Electricidad. | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | 92.00 |
| Vapor. | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 380.00 |
| Mantenimiento. | 35.247 | 35.247 | 35.247 | 35.247 | 140.988 |
| Laboratorio. | 40.53 | 40.53 | 40.53 | 40.53 | 162.12 |
| Amortización. | 64.596 | 64.596 | 64.596 | 64.596 | |
| Depreciación. | 86.226 | 86.226 | 86.226 | 86.226 | |
| Primas de seguros sobre planta. | 170.55 | 170.55 | 170.55 | 170.55 | 682.20 |
| Gastos de Admon. | 454.8 | 454.8 | 454.8 | 454.8 | 1,819.20 |
| Impuestos prediales. | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.984 |

| EGRESOS : | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Seguros y prestaciones. | 140.48 | 140.48 | 140.48 | 140.48 | 561.92 |
| Cuentas incobrables. | 113.70 | 113.70 | 113.70 | 113.70 | 545.80 |
| Impuestos sobre ingresos mercantiles. | 227.40 | 227.40 | 227.40 | 227.40 | 909.60 |
| Gasto de ventas. | 397.95 | 397.95 | 397.95 | 397.95 | 1,591.80 |
| Empaque. | 18.95 | 18.95 | 18.95 | 18.95 | 75.80 |
| GASTOS FINANCIEROS | | | | | |
| Pago de intereses sobre financiamiento. | 99.25 | 99.25 | 99.25 | 99.25 | 397.00 |
| Pago préstamo Banco. | 165.41 | 165.41 | 165.41 | 165.41 | 661.64 |
| TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES. | 5,596.5 | 5,685.00 | 5,685.00 | 5,685.00 | 22,651.5 |
| TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES. | 4,340.563 | 4,340.563 | 4,340.563 | 4,340.563 | 17,362.252 |
| DIFERENCIA DE INGRESOS MENOS EGRESOS. | +1,255.937 | +1,344.437 | +1,344.437 | +1,344.437 | +5,289.248 |
| Utilidad anual antes de impuestos. | | | | | 5,289.248 |
| Utilidad anual antes de impuestos menos depreciación y amortización. | | | | | 4,685.96 |
| Impuestos sobre la renta y reparto de utilidades. | | | | | 2,342.98 |
| Utilidad neta anual. | | | | | 2,342.98 |

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS AÑO 1977.

Con financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| | | |
|--|------------|-------------|
| VENTAS | 22,651.5 | |
| - COSTOS DE PRODUCCION. | 10,889.508 | |
| - GASTOS DE ADMINISTRACION | 3,746.504 | |
| - GASTO DE VENTAS | 1,667.6 | |
| - GASTOS FINANCIEROS | 1,058.64 | |
| | | <hr/> |
| | 17,362.252 | -17,362.252 |
| | | <hr/> |
| | | 5,289.248 |
| - DEPRECIACION. | 344.904 | |
| - AMORTIZACION | 258.384 | |
| | | <hr/> |
| | 603.288 | - 603.288 |
| | | <hr/> |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS. | 4,685.96 | |
| IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y REPARTO DE UTILIDADES. | - | 2,342.98 |
| | | <hr/> |
| UTILIDAD NETA ANUAL. | 2,342.98 | |

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Inversión total}} \times 100$$

$$\text{ROI} = \frac{2,342.98}{6,534.243} \times 100 = 35.85 \%$$

FLUJO DE EFECTIVO AÑO 1978.

Con financiamiento.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| INGRESOS: | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|--|----------|----------|------------|-----------|-------------------|
| Ventas totales. | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | |
| Ventas contado 20% ventas totales. | 1,181.25 | 1,181.25 | 1,181.25 | 1,181.25 | 4,725.00 |
| Ventas crédito 80% ventas totales cobros 30 y 60 días. | 2,362.5 | 4,725.00 | 4,725.00 | 4,725.00 | 16,537.50 |
| Ventas crédito año pasado (1977). | 2,274.0 | | | | 2,274.0 |
| TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES. | 5,817.75 | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | 23,536.5 |
| EGRESOS: | | | | | |
| Materia prima. | 2,185.31 | 2,185.31 | 2,185.31 | 2,185.31 | 8,741.240 |
| Mano de obra directa. | 140.41 | 140.41 | 140.41 | 140.41 | 561.640 |
| Supervisión. | 117.00 | 117.00 | 117.00 | 117.00 | 468.00 |
| Agua. | 7.27 | 7.27 | 7.27 | 7.27 | 29.080 |
| Electricidad. | 23.82 | 23.82 | 23.82 | 23.82 | 95.280 |
| Vapor. | 98.70 | 98.70 | 98.70 | 98.70 | 394.80 |
| Mantenimiento. | 36.62 | 36.62 | 36.62 | 36.62 | 146.48 |
| Laboratorio. | 42.12 | 42.12 | 42.12 | 42.12 | 168.48 |
| Amortización. | 64.596 | 64.596 | 64.596 | 64.596 | |
| Depreciación. | 86.226 | 86.226 | 86.226 | 86.226 | |
| Primas de seguros sobre planta. | 177.20 | 177.20 | 177.20 | 177.20 | 708.80 |
| Gastos de Admon. | 472.50 | 472.50 | 472.50 | 472.50 | 1,890.00 |

| EGRESOS: | MARZO | JUNIO | SEPTIEMBRE | DICIEMBRE | CONCEPTOS ANUALES |
|--|-----------|-----------|------------|-----------|-------------------|
| Impuestos prediales. | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.246 | 0.984 |
| Seguros y prestaciones. | 146.00 | 146.00 | 146.00 | 146.00 | 584.00 |
| Cuentas incobrables. | 118.13 | 118.13 | 118.13 | 118.13 | 472.52 |
| Impuestos sobre ingresos mercantiles. | 236.25 | 236.25 | 236.25 | 236.25 | 945.00 |
| Gasto de ventas. | 413.44 | 413.44 | 413.44 | 413.44 | 1,553.76 |
| Empaque. | 19.70 | 19.70 | 19.70 | 19.70 | 78.800 |
| GASTOS FINANCIEROS: | | | | | |
| Pago de intereses sobre financiamiento. | 74.434 | 74.434 | 74.434 | 74.434 | 297.736 |
| Pago prestamo Banco. | 165.41 | 165.41 | 165.41 | 165.41 | 661.640 |
| TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES. | 5,817.75 | 5,906.25 | 5,906.25 | 5,906.25 | 23,536.50 |
| TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES. | 4,474.56 | 4,474.56 | 4,474.56 | 4,474.56 | 17,698.24 |
| DIFERENCIA DE INGRESOS MENOS EGRESOS. | +1,343.19 | +1,431.69 | +1,431.69 | +1,431.69 | +5,838.26 |
| Utilidad anual antes de impuestos. | | | | | 5,838.26 |
| Utilidad anual antes de impuestos menos depreciación y amortización. | | | | | 5,034.972 |
| Impuestos sobre la renta y reparto de utilidades. | | | | | 2,517.486 |
| Utilidad neta anual. | | | | | 2,517.486 |

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA EL AÑO DE 1978
CON FINANCIAMIENTO.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| | | |
|---|------------|--------------|
| VENTAS | | 23,536.5 |
| - COSTOS DE PRODUCCION | 11,313.8 | |
| - GASTOS DE ADMINISTRACION | 3,892.504 | |
| - GASTOS DE VENTAS | 1,732.56 | |
| - GASTOS FINANCIEROS | 959.376 | |
| | 17,898.240 | - 17,898.240 |
| | | 5,638.260 |
| - DEPRECIACION | 344.904 | |
| - AMORTIZACION | 258.384 | |
| | 603.288 | - 603.288 |
| | | 5,034.972 |
| UTILIDAD ANUAL ANTES DE IMPUESTOS | | 5,034.972 |
| IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y REPARTO DE UTILIDADES | | - 2,517.486 |
| | | 2,517.486 |
| UTILIDAD NETA ANUAL | | 2,517.486 |

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Inversión total}} \times 100$$

$$\text{ROI} = \frac{2,517.486}{6,534.243} \times 100 = 38.52 \%$$

6,534.243

RECUPERACION DE LA INVERSION SIN FINANCIAMIENTO.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| AÑOS | SALDO | INVERSION TOTAL | UTILIDAD | RESERVAS | FLUJO TOTAL | SALDO FINAL |
|------|------------|--------------------|---------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| | INICIAL | | NETA ANUAL | PARA AMORT. Y DEPRE. | | |
| 1975 | _____ | -6,206.787 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 1976 | -6,206.787 | _____ | 1,279.215 | 603.288 | 1,882.503 | -4,324.284 |
| 1977 | -4,324.284 | _____ | 2,872.300 | 603.288 | 3,475.588 | - 848.696 |
| 1978 | - 848.696 | _____ | 2,997.174 | 603.288 | 3,600.462 | +2,751.766 |

RECUPERACION DE LA INVERSION CON FINANCIAMIENTO.

(Todos los valores se encuentran en miles de pesos).

| AÑOS | SALDO | INVERSION TOTAL | UTILIDAD | RESERVAS | FLUJO TOTAL | SALDO FINAL |
|------|------------|--------------------|---------------|--|----------------|----------------|
| | INICIAL | | NETA ANUAL | PARA A- MORT. Y DEPRE. + PAGOS DE CAPITAL | | |
| 1975 | _____ | -6,534.243 | _____ | _____ | _____ | -6,534.243 |
| 1976 | -6,534.243 | _____ | 700.275 | 1,264.932 | 1,965.207 | -4,569.036 |
| 1977 | -4,569.036 | _____ | 2,342.780 | 1,264.932 | 3,607.912 | - 961.124 |
| 1978 | - 961.124 | _____ | 2,517.406 | 1,264.932 | 3,782.418 | +2,821.294 |

Se ve que la recuperación de la inversión, en el caso en que hay financiamiento se obtiene a los 2.25 años; por lo que se concluye que el tiempo de recuperación de la inversión, es el mismo para ambos casos.

Por otra parte también es interesante, saber la rotación del activo fijo (neto); para cada año y con dicho fin se presenta a continuación:

I = Índice de rotación del Activo Fijo (Neto).

A_f = Activo Fijo (Neto).

V_n = Ventas netas.

$$I = \frac{V_n}{A_f}$$

$$I_1(1976) = \frac{\$ 16,937,620}{\$ 3,875,270} = 4.37 \text{ veces.}$$

$$I_2(1977) = \frac{\$ 22,651,500}{\$ 3,875,270} = 5.84 \text{ veces.}$$

$$I_3(1978) = \frac{\$ 23,536,500}{\$ 3,875,270} = 6.07 \text{ veces.}$$

Para concluir con la etapa de consideraciones económicas se definen algunos conceptos importantes, y se presenta una tabla de resultados obtenida a través de dichas consideraciones y que son discutidas en forma completa en el capítulo siguiente.

PUNTO DE EQUILIBRIO.-

Es el punto en el cual los ingresos son iguales a los egresos, o sea el punto en el que ni se gana ni se pierde.

CAPITAL DE TRABAJO.-

Es el dinero necesario para que una empresa pueda solventar sus gastos, mientras empieza a percibir más cantidad de ingresos que de egresos.

RETORNO DE LA INVERSION O RENTABILIDAD.-

Es la razón de la utilidad neta entre la inversión total, que multiplicada por cien nos dá el porciento de rentabilidad de un proyecto.

RECUPERACION DE LA INVERSION.-

Es el tiempo necesario que debe transcurrir para que por medio de las utilidades netas, reservas por depreciación, amortización y pagos de capital (en el caso de haberlos), se igualen a la inversión total original.

ROTACION DEL ACTIVO FIJO.-

Es la razón e cociente entre las ventas netas y el activo fijo y mide cuantas veces en un año el activo es rotado por medio de las ventas, y el valor mínimo permitido es de uno, y entre mayor sea el resultado del cociente, mayor serán las ganancias.

TABLA DE RESULTADOS:

| | SIN FINANCIAMIENTO | | CON FINANCIAMIENTO | |
|---|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | | | | |
| Capital de trabajo | \$ 693,167.00 | | \$1,020,623.00 | |
| Inversión total | \$ 6,206,787.00 | | \$6,534,243.00 | |
| PUNTO DE EQUILIBRIO | CUARTO MES | ROI | QUINTO MES | ROI |
| Utilidad neta (1976) | \$ 1,279,215 | 20.61% | \$ 700,275 | 10.72% |
| Utilidad neta (1977) | \$ 2,872,300 | 46.27% | \$2,742,980 | 35.85% |
| Utilidad neta (1978) | \$ 2,997,174 | 48.23% | \$2,517,486 | 38.52% |
| ROI PROMEDIO | 38.33 | | 28.36 | |
| Utilidad neta promedio. | \$ 2,382,896 | | \$1,853,580 | |
| Flujo de recursos después de la recuperación de la inversión (hasta 1979) | \$ 2,751,766 | | \$2,821,294 | |
| Recuperación de la inversión. | 2.25 años | | 2.25 años | |

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como se vió por medio de las diferentes etapas de este estudio se han obtenido, una serie de datos en esta fase final servirán para dar la pauta a la discusión de los resultados.

En la actualidad, la fabricación de ácido tartárico; así como sus sales principales es nula y por esta razón son productos de importación. Lo que significa fuertes fugas de divisas para el país. Así también se dijo en el capítulo de generalidades, dicho ácido como sus sales principales se encuentran en el jugo de la uva, y la mayoría de los procesos explotados a nivel industrial, para la producción del ácido tartárico tienen sus orígenes, de materia prima en los subproductos de la industria vitivinícola; como son : El orujo, Las heces del vino, y los argoles ; ya que los procesos por medios sintéticos aún en la actualidad han resultado incosteables y antieconómicos.

Ahora bién, los datos obtenidos de los anuarios estadísticos del comercio exterior (S. I. C.), de las importaciones de ácido tartárico como de sus sales principales, en el período 1962-1973 , fueron ajustados a un modelo matemático para analizar su tendencia y coeficiente de correlación por medio de la técnica de mínimos cuadrados, siendo los resultados satisfactorios.

Por otra parte, también era importante saber si en el país hay la cantidad de materia prima necesaria, para la fabricación del ácido y con este objeto se investigaron datos al respecto ; se hizo una proyección de la materia prima por el método de mínimos cuadrados, dando un coeficiente de correlación del 0.9005 $\%$ que es también satisfactorio.

Al no haber fabricación nacional de ácido tartárico; así como sus sales principales ; las empresas que importan dichos productos son las que representan el mercado y de las 43 existentes en el país se observa que 26 de ellas se encuentran en el Distrito Federal, 6 en el Estado de México, 5 en Baja California, 2 respectivamente en Guadalajara y

Monterrey, y 1 respectivamente en Puebla y Chihuahua; por lo que se ve que las necesidades de abastecimiento, se encuentra concentrado hacia el Distrito Federal y zonas aledañas.

Al hacerse la revisión, de la tecnología existente resultó ser el proceso neutro a presión el que mejor se adapta a las condiciones de fabricación, del ácido tartárico, debido a que, no es un proceso demasiado anacrónico, el equipo utilizado no presenta muchas complicaciones para su operación, los rendimientos que se obtienen son del 95 %, el tiempo de procesamiento es corto, no existen grandes pérdidas por solubilidad y el costo del equipo empleado para la fabricación del ácido es relativamente bajo en comparación a los otros procesos tomando en cuenta, los resultados obtenidos.

Después de dimensionar el equipo, se obtuvo el costo del mismo, su instalación costos por otros conceptos, en base al costo original, el terreno para la instalación de la fábrica, su construcción e ingeniería civil y los fletes de la maquinaria y equipo, siendo todos estos conceptos junto con el capital de trabajo lo que representa la inversión total para el proyecto.

A continuación, se establecieron los flujos de efectivo para los años de 1976, 1977, y 1978, de acuerdo a la demanda esperada para dichos años se tomó un precio de ventas de 15.00 /Kg. de ácido tartárico, para todos los años y siendo la política de ventas de 20 % ventas contado, con respecto a las ventas totales mensuales y 80 % de ventas crédito.

Se consideraron dos alternativas para el proyecto que fueron : una en la que no exista financiamiento y otra en la que el proyecto sea financiado en un 60 % con respecto a la inversión inicial, tanto en una como en otra alternativa, se establecieron los estados de pérdidas y ganancias, punto de equilibrio, capital de trabajo, retorno de la inversión ó rentabilidad, recuperación de la inversión y rotación del activo fijo (neto) .

En el caso de haber financiamiento como en el caso contrario, el punto

equilibrio se encuentra en el cuarto y quinto mes respectivamente del año de 1976, como se observa en el flujo de efectivo para ambas alternativas, ocurriendo esto cuando hay un cambio de signo en la diferencia de ingresos menos egresos de negativo a positivo, el tiempo de recuperación de la inversión total ocurre, prácticamente al mismo tiempo, en aproximadamente 2.25 años para ambos proyectos.

Analizando los resultados obtenidos se observa que en el caso de haber financiamiento el ROI promedio del proyecto disminuye en forma apreciable en comparación con el proyecto sin financiamiento; pero esto no indica que el proyecto con financiamiento no sea conveniente debido a este resultado, ya que por otra parte, se observa que en el caso de haber financiamiento, el flujo de recursos después de la recuperación de la inversión es mayor en comparación con el proyecto sin financiamiento, ó sea que hay mayores ganancias en el caso de haber financiamiento y que estas van aumentando a medida que el proyecto avanza y por esta razón se antoja bastante atractivo el proyecto con financiamiento.

Ahora bien si se analiza como se efectúa la inversión, se vé que se tiene una erogación de fondos propios más fuertes en el caso de no haber financiamiento, mientras que en el caso de haber financiamiento del proyecto se tendría como salida únicamente los gastos financieros y por esta razón un desembolso de dinero considerablemente menor.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron a través del estudio realizado, se puede concluir que en México es factible fabricar Acido Tartárico ya que se cuenta con la materia prima necesaria para su elaboración, con un costo de venta menor al existente en el mercado nacional, dando como resultado el mejor aprovechamiento de los recursos naturales del País.

El proceso recomendable para su fabricación, es a partir del orujo de uva con cloruro de calcio e hidróxido de calcio y la subsecuente adición de ácido sulfúrico (proceso neutro a presión).

Para la obtención de mayores utilidades se recomienda que el proyecto sea financiado en la forma mayor posible, sobre la inversión total necesaria con un interés del 15% anual sobre saldos insolutos.

En caso de realizarse el proyecto, representaría una fuente de trabajo para un buen número de obreros y profesionistas; además de grandes utilidades y el consecuente cierre de fronteras para evitar su importación.

Se hace hincapié que la localización de la planta no se tomó en cuenta para dicho estudio; pero se cree que dicho factor influiría en forma mínima en comparación a las utilidades obtenidas con dicho proyecto; y que lógicamente en caso de realizarse la construcción de esta fábrica se tendría que hacerse en una zona productora de uva, siendo de las más factibles Aguascalientes ó Coahuila.

Por otra parte el presente estudio tiene sus limitaciones y en caso de realizarse dicho proyecto sería pertinente tomar en cuenta tres indicadores económicos; así como otros factores que pudieran afectar el proyecto tales como:

Inversión en activo fijo.

Aumento en los costes de producción.

Aumento o disminución en el precio de ventas.

Por lo que se recomienda un análisis de sensibilidad de dichos factores cuando se lleve a cabo el proyecto, para conocer en que manera afectan al proyecto y tratar de evitar sus efectos.

- 1.-) Badger L. Walter & Banchemo T. Julius
Introducción a la Ingeniería Química
Pags. 484-491, 520-528
Ediciones del Castillo, S. A. Madrid
1964.

- 2.-) Bárcenas Arriola Carlos Sergio
Estudio técnico económico para la fabricación en México de
Acido Tartárico y sus derivados.
Pag. 129
México 1973.

- 3.-) Black J. W.
Ind. Chemist, 14, 443, 483, 521-524 (1938)
Ind. Chemist, 15, 100-101, 270-276 (1939).

- 4.-) Brownell E. Lloyd & Young H Edwin
Process Equipment Design
Pags. 8-9, 36-57, 346-347
Ed. John Wiley & Sons, inc.
1959.

- 5.-) Chilton H. Cecil
Cost Engineering in the process industries
Pags. 40-41, 50-53, 57, 67-85, 87, 89-90, 93-94, 99-100,
171-173, 189-190, 326, 415-418.
Mc. Graw-Hill 1960.

- 6.-) D'Alauzier Francois
Pat. Fr. 1,422,108 (C 07 C)
Demandé le 3 September 1964
Délivré par arrêté du 15 Novembre 1965.
- 7.-) Diccionario de agricultura zootecnia y veterinaria
Tome III Pags. 923-927
Publicaciones Herrerías S. A.
- 8.-) Fieser F. Louis & Fieser Mary
Química orgánica
Pags. 303-305
2^{da} Ed. en español
Ed. Grijalbe S. A. 1960.
- 9.-) Foust S. Alan & Wenzel A. Leonard
Principles of unit operations
Pags. 413-417
John Wiley & Sons, inc.
1960.
- 10.-) Kern J. Donald
Procesos de transferencia de calor
Pags. 460-469, 814-817, 820-822, 945
3^{er} Edición en español
Editorial Continental S.A.
1970.

- 11.-) Kirk E. Raymond & Othmer F. Donald
Enciclopedia de tecnología química
Tomo 14 Pags. 1044-1053
1^{er} Ed. en español
U T E H A 1963.
- 12.-) M. Francois
Pat. Fr. 1,513,588 (cl. c 12E)
19 sep. de 1969
Appl. 21 Junio 1968.
- 13.-) Mills Cecil Frederick
Métodos estadísticos aplicados a la economía y a los negocios
Pags. 212-242, 474-498
Ed. Aguilar; 1965.
- 14.-) Perry H. Jehn
Manual del Ingeniero Químico
Tome II Pags. 1503-1548, 1639-1674, 1779
3^{era} Edición
U T E H A 1966.
Chemical Engineers' Handbook
Pags. 19-54 a 19-86, 11-24 a 11-49, 20-20
Fourth Edition
Mc. Graw-Hill.
- 15.-) Vilbrandt C. Franck & Dryden E. Charles
Ingeniería química del Diseño de Plantas Industriales
Pags. 116-120, 211-237

Ed. Grijalbe S.A.

1963.

16.-) Ze'ev Halperin

Tartrates recovered from winery wastes

Pags. 116-119

Chemical & Metallurgical Engineering

Sep. 1945.