

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

INDUSTRIALIZACION DEL MEZCAL
EN EL ESTADO DE OAXACA.

TESIS MANCOMUNADA
Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO
P r e s e n t a n

OLGA L. ZAMORANO BERRIOZABAL
SATURNINO AGUILAR ZARATE
JORGE OCTAVIO CHAGOYA MENDEZ

México, D. F.

-1978-
- 1978 -



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 1978
AÑO U.C. 13
FECHA _____
PROC _____

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INDUSTRIALIZACIÓN DEL MINERAL
EN EL ESTADO DE OAXACA



TESIS
de
CIENTÍFICO

OLGA I. ZAMORANO BERRIOZABAL
PATRÓNICO ACUTAR
JOSÉ OCTAVIO CHAGoya MENDOZA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

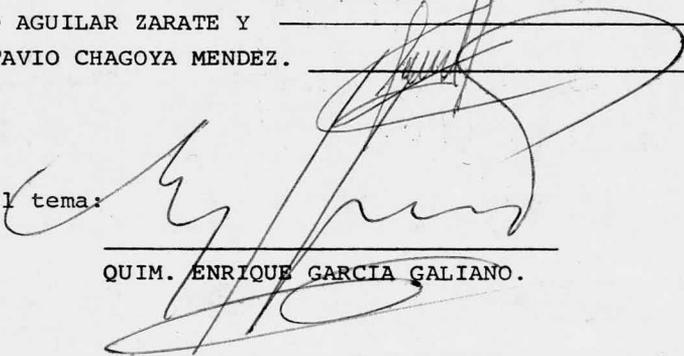
JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: PROF. ENRIQUE GARCIA GALIANO
VOCAL: PROF. JORGE MARTINEZ MONTES
SECRETARIO: PROF. ALFREDO ECHEGARAY ALEMAN
1er. SUPLENTE: PROF. JORGE SOTO SORIA
2do. SUPLENTE: PROF. HECTOR MENDEZ FREGOSO

Sitio donde se desarrolló el tema: FACULTAD DE QUIMICA.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

Sustentantes: OLGA L. ZAMORANO BERRIOZABAL, _____
SATURNINO AGUILAR ZARATE Y _____
JORGE OCTAVIO CHAGOYA MENDEZ. _____

asesor del tema:



QUIM. ENRIQUE GARCIA GALIANO.

Con amor y gratitud
a mis padres:

Sr. Porfirio Chagoya Hernández
Sra. Judith Méndez de Chagoya

A mis hermanos
A mis amigos
A mis maestros
A mi escuela

Jorge O. Chagoya Méndez

INDICE

	PAG.
GENERALIDADES	1
CAPITULO I	
ESTUDIO SOBRE LA MATERIA PRIMA	3
a). Clasificación botánica de la materia prima	3
b). Siembra	3
c). Epoca de corte	6
d). Contenido de azúcar	7
e). Elaboración actual del mezcal	7
CAPITULO II	
ESTUDIO SOCIOECONOMICO	12
a). Aspectos legales de la fabricación del mezcal	12
b). Introducción del mezcal en el mercado actual	15
c). Etapas de un estudio de mercado	17
CAPITULO III	
PROYECTO	31
a). Proyecto específico	31
CAPITULO IV	
TRITURACION Y COCIMIENTO	38
a). Trituración	38
b). Cocimiento	40
c). Tabla de resultados	41
d). Diseño del autoclave	43
e). Balance de calor	47

CAPITULO V	
FERMENTACION	55
a). Generalidades	55
b). Preparación del cultivo de levadura	57
c). Análisis en la piña del maguey	58
d). Tabla de composición química del maguey	
e). Análisis del mezcal	69
CAPITULO VI	
DESTILACION	71
a). Cálculo para la destilación	74
b). Cálculo del Rectificador	76
c). Balance de calor del rectificador	78
d). Diseño del rectificador	79
CAPITULO VII	
INSTALACION Y LOCALIZACION DEL EQUIPO	84
a). Localización de la planta	84
b). Características del equipo	90
CONCLUSIONES	95
BIBLIOGRAFIA	97

GENERALIDADES

En la ciudad de México, sabemos que el desarrollo y la concentración humana es originada por:

- a). La falta de recursos aplicables al campo y,
- b). Por el bajo rendimiento de la tierra.

Un factor determinante en la baja producción de estas tierras se debe a la erosión, la cual actualmente se ha incrementado por falta de cultivos adecuados y buen manejo del suelo. Un cultivo recomendable para evitar ésto, es la siembra masiva de maguey, lo cual permite una mejora en las tierras. Actualmente el Valle de Oaxaca es uno de los más pobres, ya que cuenta con muy pocas industrias y gran parte de las tierras tienen problemas de incosteabilidad por su bajo rendimiento en algunos cultivos.

El presente estudio tiene como objeto industrializar el maguey cultivado en el estado de Oaxaca, con el fin de aumentar los ingresos a los campesinos dedicados a la siembra de éste; y además mejorar el proceso de fabricación de mezcal y contribuir al desarrollo económico del estado.

Actualmente la industria explotadora de maguey "fabricación de mezcal", trabaja con rendimientos muy bajos por falta de tecnificación en los procesos debido a la antigüedad de los mismos.

El maguey utilizado en la fabricación de mezcal tendrá otros usos secundarios terminales, los cuales serán:

Formación de comprimidos, alimento para ganado, celulosa, etc. pudiendo abrir con ésto nuevas industrias que beneficiarán al medio rural al presentarse mayores oportunidades de trabajo.

CAPITULO I
ESTUDIO SOBRE LA MATERIA PRIMA-MAGUEY

Descripción de la planta.- El maguey consta de una -- raíz fibrosa, un tallo grueso y corto del que salen hojas, pen- cas que son de color verdoso azulado, color que depende de las diferentes especies sus hojas son cóncavas, largas y angostas- y provistas de espinas triangulares en los bordes y de una agu- da punta terminal, estas pencas están en rosetas que nacen de- una masa carnosa llamada cabeza o piña, que se encuentra par- cialmente enterrada y que desarrolla raíces, y estas pencas es- tán cubiertas por una capa apergaminada de ceras muy resistent- es.

CLASIFICACION BOTANICA DE LA MATERIA PRIMA

Reino	.....	Vegetal
Nombre científico	.....	Acaule monocárpica
Nombre vulgar	.....	Maquey
Familia	.....	Amarillidaceas
Subfamilia	.....	Agauoideas
Género	.....	Agave
Especie	.....	Atrovirens

Existen muchas otras especies que se emplean para el- mismo fin como: maguey cambra, maguey cimarrón y maguey camboa. Reproduciéndose en regiones áridas, ya que estas plantas re- - quieren poca cantidad de agua.

SIEMBRA.

Se escoge para el cultivo, lugares que forman un lige

ro declive o que sean suficientemente altos, para no retener - mucho tiempo el agua de lluvia, porque siendo el maguey de temporal necesita poca agua para su desarrollo y por el contrario exceso de agua lo perjudica y por eso, la experiencia enseña - que se efectúan las siembras en las altiplanicies o en las laderas de los cerros.

Bien cultivado el maguey, y en terreno apropiado, dañañas con un porcentaje elevado de mieles después de tatemada, lo que no sucede con las plantas que se desarrollan en las - - honadonadas o lugares pantanosos, que llegan hasta pudrirse.

También debe de cuidarse que la planteación no se haga en lugares con mucha vegetación, pues impide que el maguey reciba el calor solar en toda su intensidad, que le es sumamente benéfico.

La siembra se puede efectuar de las siguientes formas:

- a. Por medio de semillas
- b. Por propagación
- c. Por hijuelos o mecuates.

Por medio de semillas.- La experiencia ha señalado - a los agricultores que no es aconsejable hacerlo por este método, ya que se obtienen plantas de aspecto defectuoso y de muy lento desarrollo tardándose hasta 25 años para llegar a su madurez.

Por propagación.- Pequeños magueyes que nacen en las inflorescencias, las cuales requieren de muchos cuidados y - - tiempo, se cultiva en almácigos adicionados de abono y agua -- abundante.

Por hijuelos o mecuates.- Para la propagación usando los "hijuelos" "hijos" que son pequeños magueyes que brotan en los costados de las plantas de 3 años en adelante. Para -- ésto se seleccionan los magueyes más frondosos que se arrancan cuando tienen un año de edad y se preparan quitándoles las hojas inferiores y las raicillas de la cabeza. En esta edad las piñas tienen aproximadamente el tamaño de una naranja. Para - su siembra se prepara la tierra convenientemente limpiándola - de hierbas y pasando el arado; despues se surca y se "posea" - dejando una distancia de 4 varas (3.35 m) de surco a surco y - haciendo los hoyos o pozas de una vara, introduciendo los hi-- jos debidamente preparados y aprisionando la tierra a su alrre-- dor. Durante los dos o tres primeros años y siempre que las tierras sean buenas, algunos agricultores aprovechan las mel-- gas para sembrar maíz y frijol, pues estando el maguey tierno, no le perjudica el consumo de nutrimentos del suelo que tomen estos cultivos; pero a partir del tercer año no es conveniente dedicar las tierras al cultivo mixto, pues ya redunda en per-- juicio de los magueyes.

Cuando el maguey llega a los 4 años empieza el barbeo, operación que a partir de entonces se verifica año tras año y - que consiste en podar, por despunte las hojas. El barbeo se - verifica por un solo corte o bien por dos tajos en forma de -- V, esta poda se realiza por el mes de febrero que es cuando -- comienza a despegar el maguey, y brotan las nuevas hojas. El - barbeo o poda redunda al incrementar el tamaño de las piñas.

Simultáneamente a la operación anterior, se hace la - limpieza de los magueyes destruyendo total o parcialmente a -- los magueyes afectados por una plaga, como el "mizticuile" gu-- sano que destruye la raíz, o la plaga de la paloma que infesta las pencas.

En tiempo de secas y año por año se arranca el zacate que crece en los campos, para evitar incendios y, por lo tanto, la destrucción de las magueyeras, lo que acontece con frecuencia cuando no se toman medidas al respecto.

EPOCA DE CORTE.

[El período de crecimiento del maguey es de 7 a 8 años y el tamaño de la roseta nos indica cuando está en su plena madurez, alcanzando su mayor grosor, momento propicio para el corte. En algunos casos se procede a la jima, operación que consiste en cortar el jiole para evitar pérdidas de dulce.]

Para el corte de maguey se procede a la jima que consiste en cortar con una barreta terminada en hoja acerada en forma de remo, totalmente las hojas y arrancar la piña dividiéndola después, longitudinalmente en 2 mitades con el objeto de facilitar su transporte a la fábrica, así como su mejor colocación en los hornos de cocción.

[Al efectuarse la jima se extrae el cogoyo, el cual por su constitución dificulta la fermentación y da sabor amargo al mezcal, la jima puede hacerse en cualquier época del año, pero lo usual es evitando la época de lluvia, tiempo en que retienen mayor agua de constitución que afecta los rendimientos por encontrarse más diluidas las sustancias, que mas tarde al hidrolizarse dan el dulce que es inulina en casi su totalidad. El rendimiento de las piñas es variable y difícil de calcular, ya que influye la calidad de las tierras, variedad de maguey sembrado, tamaño de las piñas en época de jima, etc.] y la manera empírica de hacerse es: Determinando el peso medio de una piña y multiplicandose esta cifra por 2,000 que es el número de piñas que generalmente se siembra por hectárea.

Comercialmente los magueyes se dividen en tres clases que son:

- a. Piñas con un peso entre 40 y 70 Kg que dan mieles de 18 a 22 grados Brix.
- b. Piñas entre 30 y 40 Kg con mieles de 15 a 18 grados Brix.
- c. Piñas con peso menor de 30 Kg dando mieles de 10 a 15 grados Brix.

CONTENIDO DE AZUCAR.- De estas plantas varía entre el 25 al 30% ya que tiene un grado Brix que cambia entre 30 y 40%. La graduación de la miel no es índice seguro del rendimiento o de la clase de mezcal que se pueda obtener y así, se pueden obtener jugos de 26 grados Brix dando mezcal de baja calidad, en tanto que con piñas de menor peso de 30 Kg dan poca miel y de bajo grado, se obtiene un mezcal excelente.

ELABORACION ACTUAL DEL MEZCAL.

La elaboración del mezcal se lleva a cabo en una forma demasiado rudimentaria utilizando modelos de hace 100 años aproximadamente y consta de cuatro etapas que son:

- a. Cocimiento
- b. Molienda
- c. Fermentación
- d. Destilación

Cocimiento.- Una vez trasladadas las piñas a la fábrica se depositan en el patio y la elaboración se inicia con el cargado de los hornos para el cocimiento o tatemado, operación que se lleva a cabo en hornos de pozo al ras de la tierra,

los cuales son cavidades circulares con una profundidad media de 1.5 a 2.0 m el cocimiento se hace de la siguiente forma:

Primero en el interior se coloca la pila de leña, que se cubre con piedra calcárea de la denominada porosa, se prende fuego al combustible y despues de 5 horas, cuando las piedras se encuentran muy calientes y la leña se ha consumido totalmente, se coloca una nueva capa de piedra fría y más pequeña y sobre ésta un colchon de bagazo seco de opraciones anteriores a la que denominan marrana que es con el objeto de que el maguey no se carbonice en contacto directo con las piedras calientes; encima de la marrana se colocan las piñas que se -- van a cocer, dejándolas caer y sinpretender ordenarlas y para arrojarlas se coloca una nueva capa de bagazo seco, luego un tablón con un agujero central y encima de éste la cantidad de tierra que sea necesaria para cubrir perfectamente el horno y de manera hermética, después se practica en la cúspide del mon título una abertura o respiradero que llega directamente al -- agujero del tablón y por ahí se vierte agua fría en cantidad -- necesaria, que varía según la capacidad del horno para formar vapor en contacto con las piedras calientes, tapandose inmedia tamente con un leño que denominan mono y rellenando con tierra los intersticios o cubriendolos totalmente con una capa de -- tierra. El tiempo que tarda en llevarse el cocimiento por este método es de 3 a 4 días dependiendo de la cantidad de humo que salga del respiradero de escape situado en la parte superior del horno.

Molienda.- El paso de la molienda se lleva a cabo en un área circular al nivel del suelo, revestida de piedra con un borde y en su centro una viga giratoria vertical que sirve de guía y en la que está apoyada otra viga horizontal que atr aviesa por el centro una gran piedra circular, la cual es tirada por un caballo para.

Accionarla verticalmente. El maguey ya cocido es partido en pedazos pequeños y colocados en la base circular siendo triturado por la piedra en su continuo movimiento, después de ciertas vueltas del caballo se obtiene una pasta en la cual se distingue la pulpa y el bagazo. El hombre encargado de la molienda tiene que aproximar esta pulpa por medio de un biello al paso de la piedra, con el fin de remoler la pulpa y obtener de este modo un rendimiento mayor, pero aún así, es muy grande el desperdicio del mosto por no tener conducto de salida valiéndose de cualquier recipiente para sacar la pulpa del molino y llevarla a las tinas respectivas con este proceso la molienda alcanza un promedio máximo de dos toneladas con un exceso de trabajo hasta de diez horas la jornada.

FERMENTACION.- Se lleva a cabo mas comunmente en pilas al ras del suelo revestidas de madera, cilíndricas o rectangulares, existiendo dos regímenes de carga; una cargando a un Brix alto de 21 y añadiendo por lo tanto poca agua a las mieles de escurrido y producto de la tahona; la otra, cargando a un Brix menor de 12-15 grados Brix, descendiendo de 2-6 grados Brix aparente, en un tiempo de fermentación, que es variable pero que por no verificarse generalmente a la intemperie fluctúa entre 3-5 días en verano y de 8-10 en invierno. Es cargada con bagazo lo que aumenta el volumen de esta fermentación.

Para cargar las tinas en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas se carga a un Brix de 10.

Para cargar las tinas, aparte de poner la miel, el agua y el bagazo impregnado de la tahona que se acomoda y se va apretando suavemente y repartiendo en capas, por lo que queda apretado y en malas condiciones para una fermentación; cuando ésta es tumultuosa, para evitar que las tinas se vomiten se les ponen troncos de árboles obrando como contrapeso.

En la temporada de invierno para llevar a cabo la fermentación con mayor rapidéz se les arroja a las tinas de fermentación piedras calientes en el seno del líquido para aumentar la temperatura de ésta.

Las fábricas chicas y rudimentarias tienen una fermentación mala e impura, pues con frecuencia se ven nubes de mosquitos arriba de las tinas, que infectan la masa y hasta ponen en ellas su huevecillos.

La fermentación en Oaxaca se realiza de la siguiente forma:

Se agrega el maguey cocido con todo y bagazo hasta obtener una especie de masa muy densa, agregándole después una cantidad considerable de agua, llegando a una capacidad máxima la tina y tratándola de cubrir con la pasta de maguey. La fermentación es aerobia natural, no se le agrega ninguna sustancia química que le ayude, ni ninguna levadura que la inicie, de esta forma la fermentación tarda hasta cinco días para efectuarse. Es llevada a cabo en tinas de madera de pequeña capacidad.

DESTILACION.- Terminada la fermentación, el mosto está listo para ser destilado, variando los aparatos desde los excesivamente rudimentarios de barro llamados de cuchara hasta aparatos muy eficientes de cobre con calentacargas y refinador, como son los de la zona de San Luis Potosí y Zacatecas, pasando por los alambiques de cobre con cuello de cisne, por los de fondo de cobre con cabezote de madera y todas las modificaciones o adaptaciones que su ingenio les permita. Por regla general todos son a fuego directo a excepción de los de la zona de San Luis Potosí y Zacatecas en que algunos son calentados a vapor.

Al primer destilado se le llama aguavino y puede o no ser redestilado. Las pérdidas en las ollas de barro llegan -- por lo general a un 15% y a veces más, pues se ven salir los vapores alcoholicos por las uniones. La redestilación tiene -- una merma de 8 a 11% operación a la que llaman entresacar o -- sacar refino. En el caso de Oaxaca para efectuar esta operación se emplean los alambiques de cobre alimentados por el domo superior el cual corresponde a la olla con cuello de cisne -- unido a un serpentín que se encuentra sumergido en un tanque -- de agua estacionaria generalmente, por lo que la condensación -- de vapores es muy deficiente ya que el agua de condensación -- alcanza temperaturas altas. El calor utilizado es suministrado por medio de leña la cual es colocada en un hogar en la parte superior de la olla.

ALMACENAMIENTO.- La forma habitual de almacenar el -- mezcal producido, se hace por medio de barricas de madera con -- capacidad de 150 a 200 litros cada una, siendo prácticos estos recipientes por su facilidad de transporte a lugares de embote -- llamiento y venta.

CAPITULO II
ESTUDIO SOCIOECONOMICO

a) Aspectos legales de la fabricación de mezcal

Bebidas alcoholicas.- Se considerarán bebidas alcohólicas destiladas aquéllas que se obtengan por destilación de líquidos fermentados que se hayan elaborado a partir de productos vegetales, en los que en la totalidad o una parte de los azúcares fermentables provenientes de los hidratos de carbono que contengan, y hayn sufrido como principal fermentación la alcohólica, siempre y cuando el destilado no haya sido rectificado de tal manera que quede privado de los productos formados durante la fermentación y la destilación, y que son característicos de cada bebida. Durante la fermentación y destilación, se podrán añadir productos vegetales como aromatizantes cuando la bebida a obtener así lo requiera.

[MEZCAL.- Se considerará mezcal a la bebida alcohólica destilada y en cuya elaboración se haya empleado para la fermentación el jugo obtenido de las piñas de los magueyes conocidos como: maguey de cerro bruto o cenizo (Agave espérri^ma, jacobi), maguey liso (Agave guever, gela), maguey mezcal (Agave potatorum, zuco), así como algunas otras especies de la República.] Cuando sea necesario reforzar la cantidad de hidratos de carbono fermentables contenidos en el jugo de las piñas, se permitirá la adición de guarapo, piloncillo o mezclas de éstos dos productos, hasta una proporción tal que los azúcares proporcionados por el total de estos productos, sea menor de 30% de los azúcares fermentables derivados de los hidratos de carbono presentes en las piñas ya cocidas, en este caso se denominará mezclado.

Los equipos de destilación para la producción de alcohol y de aguardiente, se clasifican con base en sus características en las siguientes categorías:

CATEGORIA A.- Los de destilación continua, entendiéndose por tales aquellos cuya alimentación de mostos y descarga de vinazas se efectúan sin interrupción, aún cuando los aparatos rectificadores sean discontinuos. La jornada de elaboración para estos equipos es de 24 horas, salvo que por los aparatos oficiales de control se pueda comprobar que es menor, en cuyo caso la capacidad del equipo de fermentación estará relacionado con la jornada de trabajo.

CATEGORIA B.- Los de destilación discontinua, entendiéndose por tales aquéllos que destilan cargas aisladas, teniendo que vaciar las vinazas después de cada operación. La jornada fiscal para estos equipos será de 24 horas, salvo que por los aparatos oficiales de control se pueda comprobar que es menor, en cuyo caso la capacidad del equipo de fermentación estará relacionada con la jornada de trabajo. En esta categoría quedan comprendidos los equipos que cuentan con calefacción de vapor, excepto los comprendidos en la fracción anterior.

CATEGORIA C.- Los de destilación discontinua con producción menor de 15,000 litros semestrales calculados sobre la base de 24 horas diarias. Para la calificación de estos equipos la jornada mínima será de 12 horas diarias.

Los permisos o las calificaciones de elaboración se ajustarán a las siguientes reglas.

1.- A los productores que exploten equipos de categoría "A" solamente se les otorgarán permisos o se les fijarán calificaciones por volúmenes menores de 50,000 litros, con las

excepciones siguientes:

a.- Cuando comprueban que la capacidad de sus aparatos referidas a un ejercicio fiscal, es inferior al volumen citado, en cuyo caso solo podrá otorgárseles en el ejercicio fiscal un permiso o calificación por un volumen igual a la capacidad máxima de producción de dichos aparatos.

b.- Cuando se trata de productores de aguardiente de uva, de otras frutas, o de desperdicios de éstas, que solamente tengan disponible materia prima que no sea suficiente para elaborar en un ejercicio fiscal el volumen de 50,000 litros, se les podrá otorgar el ejercicio fiscal, hasta tres permisos, que en conjunto no excedan de este volumen siempre que cuenten con aparatos oficiales de control.

c.- Tratándose de productores de alcohol, se les podrá otorgar por una sola vez en cada ejercicio fiscal permiso de elaboración por un volumen menor de 50,000 litros, cuando tengan cuota o saldo de cuota disponible, por cantidad inferior.

CATEGORIA B.- A los productores que utilicen equipo de destilación clasificados en la categoría B, sólo se les otorgarán permisos o clasificaciones que amparen una elaboración trimestral o semestral según lo soliciten. Cuando se trata de productos de aguardiente de uva, de frutas, de desperdicios de ellas, o cereales, que no tengan disponible materia prima suficiente para elaborar durante el plazo indicado, el permiso o la calificación se otorgará durante un tiempo adecuado a la materia prima de que se disponga siempre que cuenten con aparatos oficiales de control.

CATEGORIA C.- Las calificaciones que se fijan a pro--

ductores que utilicen equipos de destilación clasificados en categoría C deberán amparar como mínimo una elaboración trimestral o semestral según lo soliciten. Para la determinación de los plazos de elaboración, la junta técnica calificadora de -- alcoholes podrá tomar en cuenta los domingos y días festivos -- que el productor manifieste no trabajar, siempre y cuando en -- la fábrica existan aparatos oficiales de control.

En caso de que se compruebe que la fábrica trabajó -- dichos días, se harán las modificaciones correspondientes al -- permiso o a la calificación.

Tanto el permiso como la calificación son personales -- e intransferibles. Los volúmenes autorizados en el permiso o -- calificación, únicamente podrán ser elaborados en el ejercicio -- fiscal para el que se otorgue. El productor una vez aceptado -- el permiso o la calificación y otorgada la garantía respectiva -- solicitará a la secretaría de hacienda y crédito público el re -- tiro de los objetos oficiales de control necesarios para ini -- ciar la elaboración, momento a partir del cual empezará a co -- rrer ininterrumpidamente el plazo fijado por la junta técnica -- calificadora de alcoholes, al vencimiento del cual se coloca -- rán de nuevo los objetos retirados o se empezará a tramitar un -- nuevo plazo en el caso de que el productor cuente con otro -- equipo o calificación y haya solicitado que no se le coloquen -- dichos objetos de control.

b.- Introducción del mezcal en el mercado actual. El -- objetivo del estudio del mercado actual del mezcal consiste en -- estimar la cuantía de los bienes provenientes de una unidad -- nueva de producción que la comunidad estaría dispuesta a adqui -- rir a determinados precios. Esta cuantía representa la deman -- da desde un punto de vista del estudio y se especifica para un -- período convencional. Dado que la magnitud de la demanda va --

riará con los precios, interesa hacer la estimación para distintos precios y tener presente la necesidad de que la empresa pueda cubrir los costos de producción con un margen razonable de utilidad.

El mercado ha sido definido como el área en la cual convergen las fuerzas de la demanda y la oferta para establecer un precio único.

Para precisar el concepto de demanda en relación con un proyecto, conviene distinguir en primer lugar entre el volumen total de transacciones de determinados bienes a un precio determinado y la demanda que existiría para la producción del proyecto en estudio. Aquel volumen representa la demanda total, que es necesario conocer pero el objetivo final es determinar el volumen de bienes precedentes de una nueva unidad productora que podría absorber el mercado.

Si la demanda total existente no está satisfecha debidamente la producción que corresponde al proyecto se sumará a la oferta de los demás proveedores, y solo se incrementará el volumen actual de transacciones del mercado, orientándose entonces este estudio a cuantificar esta demanda insatisfecha. La posibilidad de que haya una demanda insatisfecha se podría reconocer mediante dos tipos generales de indicadores representados, uno por los precios y el otro por la existencia de intervenciones de algún tipo. Si hay demanda insatisfecha de cierto bien o servicio y no hay control de precio, éste último alcanzará niveles de precios muy elevados en relación con los costos de producción es decir, los proveedores de dichos bienes o servicios obtendrán utilidades anormalmente altas. Por otra parte la necesidad de establecer controles de precios, razonamientos o medidas similares que implican que a dichos bienes hay una debida demanda insatisfecha y el objeto de dichas-

intervenciones es corregir esas situaciones.

También puede ocurrir que la producción nueva no amplíe el volumen del mercado existente, sino que desplace a -- otros proveedores de dichos mercados, logrando una demanda por sustitución. Tal sería el caso por ejemplo, de una producción de bienes o servicios de mejor calidad que los ofrecidos en el mercado con la cual fuera posible desplazar a los actuales proveedores. Puede tratarse de que al introducir innovaciones -- técnicas redujera los costos y desalojara a otros proveedores del mercado por el menor precio, en este caso podría haber no solo una redistribución del mercado entre los proveedores sino además una posible demanda adicional, en virtud de esos meno--res precios.

Los proyectos para incrementar las exportaciones pueden basarse tanto en el abastecimiento de una demanda insatisfecha como en desplazamiento de los otros proveedores del mercado internacional.

La cuantía de cualquiera de estas formas de demanda - en relación con el proyecto puede dar posibilidades para instalar uno o más centros productores, y las decisiones al respecto dependerá de gran medida de los límites geográficos del mercado, es decir, de la localización de la demanda. De aquí una de las relaciones básicas del estudio de mercado, es del tamaño y localización del proyecto.

ETAPAS DE UN ESTUDIO DE MERCADO

Al igual que otros estudios, al de mercado corresponden dos etapas.

a.- La recopilación de antecedentes y el estableci- -

miento de bases empíricas para el análisis y,

b.- La elaboración y el análisis de esos antecedentes. La etapa de análisis y la elaboración de estos datos deberá -- responder a las preguntas que motivan el estudio:

¿Cuanto se podrá vender?, ¿a qué precio?, ¿qué problemas plantea?, ¿cómo se propone abordar la comercialización del producto?.

Estas respuestas se deberán referir a la demanda actual y a la futura en el período de vida útil del proyecto y -- serán satisfactorias o deficientes según sea la calidad de los datos disponibles u la eficacia de los instrumentos teóricos -- con que se cuenta para el análisis de la demanda. Hay serias limitaciones metodológicas para proyectar la cuantía de la demanda y precios.

No se pretende ofrecer aquí un tratamiento completo -- de la técnica del estudio de mercado, sino indicar un método -- que puede ser útil para resolver casos sencillos.

ANTECEDENTES

a.- Series estadísticas

Todo estudio de mercado tendrá que comenzar por reco-- pillar datos o series estadísticas de producción, comercio exte-- rior y consumo del bien o servicio. Los datos sobre produc-- ción, importación, exportación y cambio en las existencias, ha-- cen relativamente sencillo determinar si son correctas o inco-- rrectas las cifras de consumo, por falta de información se sue-- le aceptar como cuantía del consumo el llamado consumo aparente que resulta de restar a la producción el saldo entre la ex-- portación y la importación.

b.- Precios y costos actuales

El conocimiento del precio actual a que se vende a -- los mayoristas y a los consumidores finales permite realizar -- estimaciones sobre los costos de distribución. Conocer los -- márgenes de utilidad de los importadores es de interés, pues -- si son grandes, pueden en cierto sentido financiar un descuento interno de los precios y hacer fracasar una nueva empresa -- que pretenda sustituir las importaciones de que se trate. Será también muy útil contar con buenas informaciones respecto -- a los costos de producción de los demás productores y de los -- principales componentes de esos costos. Con esos datos se podrá tener una idea sobre el margen real de utilidad y la situación en que se encontrará la empresa nueva para competir en el mercado. Por último convendrá conocer los precios de los productos que compitan con el que se estudia porque pueden sustituirlo en sus usos habituales.

c.- Tipo e idiosincracia de los consumidores

Nuestra primera variable será en base a la edad, considerando el mercado comprendido por personas de los 20 a los 64 años de edad para lo cual, basándonos en el censo general de población de 1970 y tomando en cuenta datos de la dirección general de estadística se tiene que de los 62,329,000 habitantes, el 51% son mujeres que no son consumidoras o su proporción es muy baja, quedando una población de 30,541,210 hombres de éstos el 60% corresponde a menores de 20 años y mayores de 64 por lo que queda un 40% del total de hombres que son -- 12,216,484 de éstos un 39.2% son consumidores de bebidas alcohólicas, restando al total de hombres en edad de consumir quedan 4,788,861 tomadores, se considerará los grupos socioeconómicos porque las personas con ingresos de más de \$ 7,000.00 -- prefieren consumir un producto más caro o piensan que ellos no

deben consumir este tipo de licores, ésto representa una disminución de 8% de la población activa, por lo tanto habrá una población de 4,405,752 habitantes en todo el país que será el -- mercado real. De éste total se tendrá aún, quienes son tomadores consitudinarios, periódicos y esporádicos, lo cual para determinar causará graves problemas.

Los datos anteriores fueron proporcionados por personas que se dedican a la venta de licores y no son datos exactos, pero limitan perfectamente al mercado, además con ésto se sabe a quien dirigir la publicidad.

En base a los datos obtenidos en la guía de los mercados de México la producción de mezcal durante 1971 fué de - - 2,216,499 litros, en cambio la del tequila fué de 25,287,538 - litros o sea que la producción del tequila es 12 veces mayor - aproximadamente que la del mezcal, el cual será su principal - competidor, actualmente el tequila se distribuye en toda la Re pública Mexicana y en el extranjero.

De los datos obtenidos en la secretaría de hacienda - y crédito público se puede conocer la participación actual del mezcal en el mercado de licores, la cual está dada de acuerdo a los principales licores competidores como son: tequila y so- tol, los cuales se producen como se muestra a continuación:

AÑO	TEQUILA	MEZCAL	SOTOL
1970	25,287,538	2,109,619	74,190
1971	24,776,946	2,216,499	85,094
1972	25,881,688	2,849,711	218,235
1973	31,634,516	2,244,411	129,588
1974	34,548,445	1,737,002	45,782
1975	42,360,308	1,874,990	59,830
1976	53,108,200	1,124,188	1,357

Estos datos fueron proporcionados por la dirección -- general de estadísticas hacendados y asuntos internos.

De la tabla anterior de producción se les restarán -- las exportaciones que fueron:

AÑO	TEQUILA	MEZCAL
1970	2,074,050	1,238
1971	2,004,682	35,502
1972	6,779,204	18,752
1973	9,951,071	14,203
1974	10,931,258	34
1975	20,508,668	-----
1976	21,625,511	-----

Estos datos de exportaciones fueron proporcionados -- por el instituto mexicano del comercio exterior, restando las exportaciones a la producción se tendrá el consumo aparente en México mostrado en la siguiente tabla:

AÑO	TEQUILA	MEZCAL	SOTOL
1970	23,213,488	2,108,381	74,190
1971	22,772,264	2,180,997	85,094
1972	19,102,484	2,830,959	218,235
1973	21,683,445	2,230,208	129,588
1974	23,617,187	1,736,968	45,782
1975	21,851,640	1,874,990	59,830
1976	31,482,689	1,124,188	1,457

Anteriormente se concluyó que la población económicamente activa y dentro de las variables que presenta el mercado es de 4,405,752 personas, por lo que tomando el último dato de producción, o sea el de 1976 habrá un consumo potencial de:

tequila	31,482,689	litros
mezcal	1,124,188	litros
sotol	1,357	litros
total	32,608,234	litros

$$\text{consumo} = \frac{32,608,234}{4,405,752} = 7.4 \text{ litros/persona anual}$$

Con respecto al mercado habrá un consumo real de:

$$C = \frac{7.4 \times 1,124,188 \text{ litros}}{32,612,234 \text{ litros}} = 0.255 \text{ litros por persona al año}$$

Aunque analizando este factor se ve que es excesivamente pequeño debido a que únicamente se produce y se consume la mayoría en los estados donde se produce y con una población aproximada de una cuarta del total de la República, por lo que tomando como base lo anterior se tendrá que $0.255 \times 4 \times 4,405,752 = 4,493,867$ litros sin tomar en cuenta el crecimiento de población.

La planta motivo de este estudio tendrá una produc-

ción aproximada de 2,000 litros diarios, considerando que se trabaja un promedio de 360 días al año, la capacidad de producción será de 720,000 litros anuales con este dato se puede conocer la participación del mezcal en el mercado nacional para 1980.

$$P = \frac{720,000 \times 100}{1,889,464} = 38\%$$

Esta será la participación en el mercado, por lo que aún con una fuerte competencia habrá un mercado real muy grande en México ésto sin tomar en consideración que hay mercado en el extranjero solo que por la poca producción no se ha exportado en los últimos años.

De acuerdo con los datos que se tienen de producción de mezcal en México y aplicando el método de mínimos cuadrados se puede pronosticar la producción de la siguiente manera:

Para el año de 1986 la producción sera:

$$\begin{aligned} y &= a + bx & x &= \text{año} \\ y &= na + b\sum x & y &= \text{producción} \\ xy &= a\sum x + b\sum x^2 \end{aligned}$$

<u>x</u>	<u>y</u>	<u>x²</u>	<u>xy</u>
1970	2,108,381	3,880,900	4,153,510,570
1971	2,180,997	3,884,841	4,298,745,087
1972	2,830,959	3,888,784	5,582,651,148
1973	2,230,208	3,892,729	4,400,200,384
1974	1,736,968	3,896,676	3,428,774,832
1975	1,874,900	3,900,625	3,703,105,250
1976	1,124,188	3,904,576	2,221,395,488

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 13,811 \\ \Sigma y &= 14,086,691 \\ \Sigma x^2 &= 27,249,131 \\ \Sigma xy &= 27,788,382,760\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}14,086,691 &= 7a + b13,811 \\ 27,788,382,760 &= 13,811a + 27,249,131b\end{aligned}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones los valores de a y b son:

$$\begin{aligned}a &= 36,690,463.79 \\ b &= -17,576.32\end{aligned}$$

Con los valores de a y b se puede calcular un pronóstico para 1986.

$$\begin{aligned}y &= 36,690,463.79 + (-17,576.32) (1986) \\ y &= 1,783,892.27\end{aligned}$$

De la misma forma calculamos para 1980 dato que sirve para conocer la participación en el mercado nacional.

$$\begin{aligned}y &= 36,690,464 + (-17,576) (1980) \\ y &= 1,889,984\end{aligned}$$

El producto se tendrá en tres presentaciones y en tres calidades que son:

- | | | | |
|-----|--------------------|-------|---|
| I | mezcal maguey azul | ..... | comercial |
| II | mezcal pechuga | ..... | buena calidad y otras propiedades |
| III | mezcal añejo | ..... | calidad superior, propiedades especiales. |

En cada tipo de mezcal habrá tres tamaños diferentes, 1, 1/2, y 1/4 litros con buena presentación.

Los costos de fabricación en la ciudad de Oaxaca son:

mezcal maguey azul	.....	\$ 8.50
mezcal pechuga	.....	\$ 9.50
mezcal añejo	.....	\$12.00

El costo del envase incluyendo tapas, etiqueta, envase, caja, mano de obra es en la siguiente forma.

BOTELLA DE UN LITRO

<u>COSTO</u>	<u>Mezcal I</u>	<u>Mezcal II</u>	<u>Mezcal III</u>
Costo de fabricación	\$ 8.50	\$ 9.50	\$ 12.00
envase, etiqueta, tapa, caj, mano de obra	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 5.00
impuesto estatal más impuesto federal	\$ 13.50	\$ 13.50	\$ 13.50
transporte	\$ 0.50	\$ 0.50	\$ 0.50
almacen y bodega	\$ 0.20	\$ 0.20	\$ 0.20
costo en el D.F.	\$ 27.70	\$ 28.70	\$ 31.20

En la misma forma se obtienen los costos para las demás unidades.

<u>capacidad</u>	<u>mezcal I</u>	<u>mezcal II</u>	<u>mezcal III</u>
1 litro	\$ 27.70	\$ 28.70	\$ 31.20
1/2 litro	\$ 16.00	\$ 16.75	\$ 18.00
1/4 litro	\$ 10.00	\$ 10.50	\$ 11.00

Como ya se mencionó habra tres tipos de mezcal, además de tenerlo en el mercado en tres envases de diferente capa

cidad.

Prácticamente se ha demostrado que la botella de mayor consumo es la de 1/4 de litro ya que se pueden hacer las siguientes relaciones por cada botella de 1 litro se venden -- dos botellas de 1/4.

Por cada botella de 1 litro se vende media botella de 1/2 litro tomando en consideración que cada caja de 1 y 1/2 -- litro contienen 12 botellas y las cajas de 1/4 litro contienen 24 botellas se tienen los siguientes datos.

cajas de 1 litro	1,500	..... = 18,000 litros
cajas de 1/2 litro	750	..... = 4,500 litros
cajas de 1/4 litro	1,500	..... = 9,000 litros
cajas totales	3,750	

Esto es lo que se venderá mensualmente, cubriéndose -- en la forma siguiente con base a las ventas actuales.

<u>comprador</u>	<u>mezcal I</u>	<u>mezcal II</u>	<u>mezcal III</u>
1 litro	50%	30%	20%
1/2 litro	44%	40%	16%
1/4 litro	60%	10%	30%

Con base a los datos anteriores el número de cajas -- que deben ser vendidas mensualmente será.

<u>capacidad</u>	<u>mezcal I</u>	<u>mezcal II</u>	<u>mezcal III</u>
1 litro	750	450	300
1/2 litro	330	300	120
1/4 litro	900	150	450

Anteriormente se especificó que las cajas de 1 y 1/2-

litro contienen 12 botellas, y las de 1/4 contienen 24 botellas por lo cual el costo de cada caja será de:

Costo de una caja de mezcal

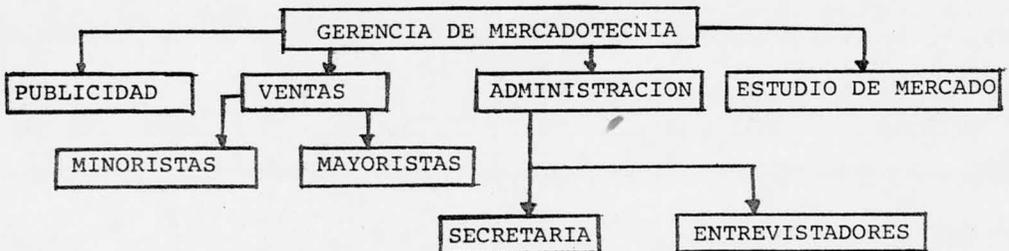
<u>capacidad</u>	<u>mezcal I</u>	<u>mezcal II</u>	<u>mezcal III</u>
1 litro	\$ 332.40	\$ 344.40	\$ 374.40
1/2 litro	\$ 192.00	\$ 201.00	\$ 216.00
1/4 litro	\$ 240.00	\$ 252.00	\$ 264.00

Por lo que las ventas anuales serán de:

<u>capacidad</u>	<u>mezcal I</u>	<u>mezcal II</u>	<u>mezcal III</u>
1 litro	\$ 249,300.00	\$ 154,980.00	\$ 112,320.00
1/2 litro	\$ 63,360.00	\$ 60,300.00	\$ 25,920.00
1/4 litro	\$ 216,000.00	\$ 37,800.00	\$ 118,800.00
total	\$ 528,660.00	\$ 253,080.00	\$ 257,040.00

Sumando los tres da \$ 1,038,780.00 anuales, este dato es incompleto, ya que falta incluir la utilidad y los gastos - por ventas promociones, publicidad, lo cual servirá de base para éstos mismos.

Para poder vender la cantidad establecida es necesario tener una fuerza de ventas, la cual debe estar organizada de la siguiente manera.



Fuerza de ventas.- En base a las ventas que se realizaron no se considera conveniente tener más de 10 vendedores, los cuales serán distribuidos en base a determinados territorios, tomando en consideración la densidad de población de cada uno, los cuales tendrán como función principal vender a minoristas o sea se trata de la fuerza directa de ventas. También se considera necesario que dos de estas personas se dediquen exclusivamente a visitar a mayoristas y el resto desempeñe doble función, de promotor y vendedor.

Con respecto a las promociones de introducción debenser del siguiente tipo:

Obsequio de copas rotuladas con la marca en establecimientos donde se venda directamente por copa, se obsequiarán - botellas de medio litro a toda persona que tenga relación directa con el cliente.

En cantaros.- Poniendose de acuerdo con el responsable de la misma se deberá obsequiar una copa a todos los clientes, a responsables se obsequiará una muestra de los tres tipos de mezcal, dependiendo del tipo de establecimiento de que se trate así será la capacidad del tipo de muestra.

Por lo que al departamento de ventas le costará lo siguiente: 10 vendedores con promedio de \$ 6,000.00 mensuales -- \$ 60,000.00.

Cuota.- No tendrán la misma forma de pago, ya que los que visiten clientes mayoristas tendrán una comisión menor que los que visitan a minoristas. Esto estará compensado con el - descuento que se le puede ofrecer al mayorista, todos los vendedores tomarán pedidos y facturarán, pero no distribuirán el - producto por cuestiones legales.

Con base en el volumen de las ventas se considerará - conveniente y necesario que se cuente con tres vehículos para reparto, dichos vehículos nos costarán mensualmente un promedio de \$ 6,000.00 incluyendo su amortización y costo, por lo tanto necesitaremos por vehículos \$ 18,000.00 mensuales, además del pago de tres choferes que serían en promedio \$ 7,500.00 por los tres.

El personal administrativo será:

3 secretarias	\$ 12,000.00
1 contador	\$ 7,000.00
1 publicista	\$ 5,000.00
1 auxiliar de contabilidad	\$ 4,000.00
1 supervisor	\$ 4,000.00
1 almacenista	\$ 3,500.00
1 cobrador	\$ 3,500.00
1 velador	\$ 2,500.00
total	\$ 41,500.00

Lo que sumando a los gastos mensuales por concepto de sueldos, vehículos, será: \$ 127,000.00 mensuales.

Pueden considerarse entre gastos variables los siguientes: Papelerías, gastos menores, etc., los cuales serán cubiertos con \$ 3,000 por lo que tendríamos un total de \$ 130,000.00

Con respecto a la publicidad se utilizarán las formas siguientes:

- a.- Tableros y carteles a la intemperie
- b.- Mensajes en la radio.
- c.- Letreros en tiendas

d.- Vasos, copas, ceniceros, llaveros, etc.

Será de acción directa.

Es preferible en este caso contratar una compañía publicitaria que sea la que dirija esta campaña debido a lo pequeño de la empresa, la cual traería como consecuencia la necesidad de más personal. Es conveniente realizar una investigación motivacional para conocer la extensión y características de la publicidad, lo anterior establecerá un presupuesto y dirá cual es el medio más adecuado para anunciar el producto.

Esta publicidad de fabricante será de acción indirecta, ya que tendrá por objeto crear ciertas imágenes favorables del producto.

CAPITULO III
P R O Y E C T O

La finalidad de la industrialización del mezcal tiene como objetivos:

a) Aumentar el rendimiento en la obtención del licor durante su fabricación con respecto a los anteriores métodos - utilizados en la ciudad de Oaxaca.

b) Obtener un mezcal de calidad uniforme con el que se puede abrir otros mercados aún no explotados, como es el -- mercado internacional. Siendo este mercado el más difícil en cuanto a normas de calidad y en cuanto a competencia para con otros licores de calidad superior y prestigio reconocido, debido a las exigencias presentadas actualmente se deberá obtener un producto superior.

PROYECTO ESPECIFICO

El presente estudio parte desde los inicios de la elaboración del mezcal, es decir, desde la siembra del maguey iniciamos con una serie de recomendaciones que son las siguientes:

a) La fertilización del suelo antes y después de la siembra, que tendrá como objetivo enriquecerlo para mejor desarrollo del maguey.

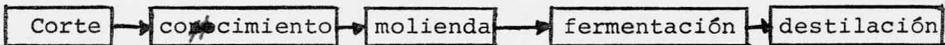
b) El empleo de diferentes tipos de arados durante - su cultivo dependiendo de la edad de la planta para lograr una mayor o menor profundidad de tierra removida. Empezando en el

primer año con un arado diferente a los empleados durante los siguientes años.

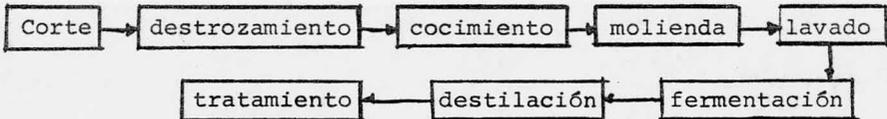
c) Formar una categoría en la compra de maguey, tomando en cuenta su rendimiento esperado, su edad, tamaño y localización de corte.

Después de las operaciones de campo una vez efectuado el corte, se llega a la parte de elaboración proponiendo los siguientes cambios con respecto a los métodos actuales, como se ve a continuación:

1.- Proceso actual



2.- Proceso propuesto



Observando que el proceso propuesto aumenta en tres pasos con respecto al proceso actual los cuales son:

El destrozamiento, el lavado y el tratamiento. Aunque en operaciones el proceso actual sea más corto con respecto al proceso propuesto en éste último se pueden tener ventajas económicas tales como un cocimiento más rápido, una fermentación más controlada y más eficiente, con una calidad superior y uniforme del producto.

El proceso propuesto se llevará de la siguiente manera:

CORTE DEL MAGUEY.- No se modificará en cuanto a métodos, únicamente se recomienda el empleo del gancho tirador, ya que con este instrumento se facilita más esta operación, llevándose a cabo con mayor rapidéz. Es en este paso en donde le es quitado el cogoyo o roseta superior al maguey.

EL TRASLADO.- Se llevará a cabo en la forma actual o sea por medio de carros, siendo llevado a un patio o área de recepción, la cual en un futuro deberá ser con una báscula de carro con el fin de poder comprar el maguey por peso.

Pero no es indispensable ya que actualmente las compras se efectúan por capacidad de los carros.

DESTROZAMIENTO

Podrá efectuarse en un principio por medios manuales como son el empleo de hombres con hachas para cortar las piñas en pedazos siendo éstas relativamente fáciles de rajadas en varios pedazos grandes ya sea en 4 ó 6 partes dependiendo del tamaño de la piña, estos pedazos serán colocados en una desgarradora que tiene como función despedazar el maguey en trozos chicos de tamaño uniforme los cuales serán transportados por medio de una banda hacia su cocimiento.

COCIMIENTO

Se efectuará en un autoclave puesto que éste es el medio más rápido y eficiente para el cocimiento, para ésto se empleará un autoclave de tipo vertical de alimentación de vapor-directo ya que en la práctica este tipo es el que mejor funciona

na para llevar a cabo esta operación y que presenta las siguientes ventajas.

Carga y descarga más rápida y con menos mano de obra, menor superficie de terreno ocupado, mayor control en cuanto a las mieles y presenta mejor posición para el aislamiento térmico. Es necesario hacer notar que el desgarramiento del maguey antes del cocimiento es necesario para que el maguey presente una mayor área de contacto (superficie) y disminuye el volumen estando en relación con el maguey entero hasta un 40%.

Se seleccionó el autoclave entre 2 tipos que son: autoclave horizontal y el autoclave vertical, presentando mayores ventajas el segundo con respecto al primero, ya que el tiempo de cocimiento disminuye, y la carga y descarga es más rápida.

La carga se lleva a cabo por medio de una banda transportadora que parte desde la desgarradora, y la descarga también es efectuada por medio de otra banda que conduce el maguey cocido hacia un tren de molinos.

MOLIENDA - LAVADO

Consiste en un tren de molinos que tendrá como finalidad separar las mieles del bagazo por medios mecánicos que se compone por una serie de rodillos girando en un sentido tal que puedan prisionar el maguey extrayéndole el jugo, éste irá a parar a una cisterna que se encuentra localizada en la parte inferior de los molinos. La distancia de separación entre los rodillos va disminuyendo conforme va el flujo del maguey, con el fin de que se pueda extraer la totalidad de mieles del bagazo y que éste no contenga al final del tren una concentración máxima del 5% de mieles fermentecibles.

Cada uno de estos molinos estará provisto de una tubería colocada en la parte superior y paralela a los rodillos y servirá para crear una lluvia moderada encima de los rodillos para lavar el bagazo. El agua empleada deberá ser agua tratada y la temperatura óptima es de 26°C para facilitar más el lavado. Esta agua más la totalidad de mieles caen a la cisterna de la cual es trasladada a la sala de fermentación.

FERMENTACION

Para esta parte del proceso se deberá contar con unas tinajas de fermentación, las cuales deberán ser de volumen uniforme para obtener cantidades de producto similares por las diferentes posturas. Podrán ser de madera en forma cilíndrica - pero también es posible pensar en unas tinajas de construcción forradas de azulejo con una tubería distribuida en el interior para poder controlar la temperatura por medio de agua ya sea - caliente o fría.

Todas las tinajas estarán conectadas por tuberías a la cisterna de mieles y también estarán conectadas a unas tinajas de levadura. Esta última puede operar por gravedad para la - - descarga. El área de fermentación deberá de tener una buena - ventilación, además deberá de tener cuidado de que no sea muy - fría, ya que ésto puede retrasarnos el inicio de la fermentación. Cada una de estas tinajas tendrá que estar conectada a - - una tubería maestra la cual conducirá el mosto fermentado hacia el alambique para ser destilado.

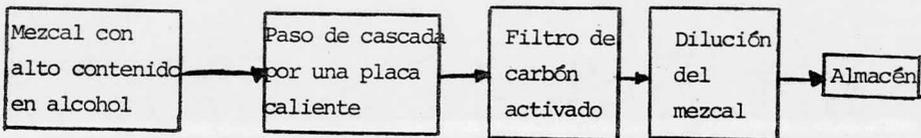
DESTILACION

Para llevar a cabo esta operación es necesario un - - equipo de destilación que consiste en:

Un precalentador, un destrozador y un rectificador. - Seguirá el flujo que estará dispuesto de la siguiente manera: - el mosto que proviene de la tubería maestra descargará en el - precalentador hasta alcanzar una temperatura deseada, después - seguirá al destrozador en el cual se separan los sólidos mas - una cantidad de agua, de aquí los vapores se condensan y los - lodos se tiran. El condensado entra al rectificador y se ob- - tendrá el producto con las condiciones establecidas.

Hasta aquí el producto saldrá con una concentración - alta en alcohol siendo necesario un tratamiento.

TRATAMIENTO.- El mezcal una vez salido del rectifica- - dor seguirá el siguiente proceso.



El diagrama presenta primero el paso de cascada por - una placa caliente y consiste en:

El paso de mezcal por una placa caliente y abierta cu - ya función es eliminar cierta cantidad de alcohol metílico, el - paso es rápido y las pérdidas son mínimas, de este paso sale - una bebida de mejor calidad, ya que al tener menos cantidad de - alcohol metílico tendrá menos efectos nocivos.

Después se tiene el filtro de carbón activado, que -- es el paso en caliente por una serie de filtros entre los cua - les se haya uno de carbón activado, y cuya función es reducir - un tufo y olor desagradable del mezcal.

A continuación viene la dilución del mezcal o sea el agregar agua para ser llevado a concentraciones establecidas y de aquí es almacenado. Después del almacenamiento es necesario dejar reposar el mezcal durante cierto tiempo, para evitar problemas de descomposición y lograr una mejor homogenización del mismo. El almacenamiento se lleva a cabo en unos recipientes de madera de gran capacidad y es de aquí que se toma una parte para el añejamiento y otra parte para el embotellado. Para el añejamiento es necesario llevarlo a cabo en barricas de madera (el roble blanco es el más recomendado para esto) de capacidad que van de 160 a 220 litros y debiendo estar como mínimo un año en estos recipientes y teniendo cierto cuidado de remover el licor periódicamente con el fin de poder homogenizar la marcha del añejamiento y que éste no se lleve a cabo únicamente en la periferia del recipiente.

Para este caso la parte del embotellado del mezcal joven como del mezcal añejado es necesario contar con un depósito en el cual será repartido el mezcal a las diferentes máquinas llenadoras.

CAPITULO IV
TRITURACION Y CONVICIMIENTO

TRITURACION

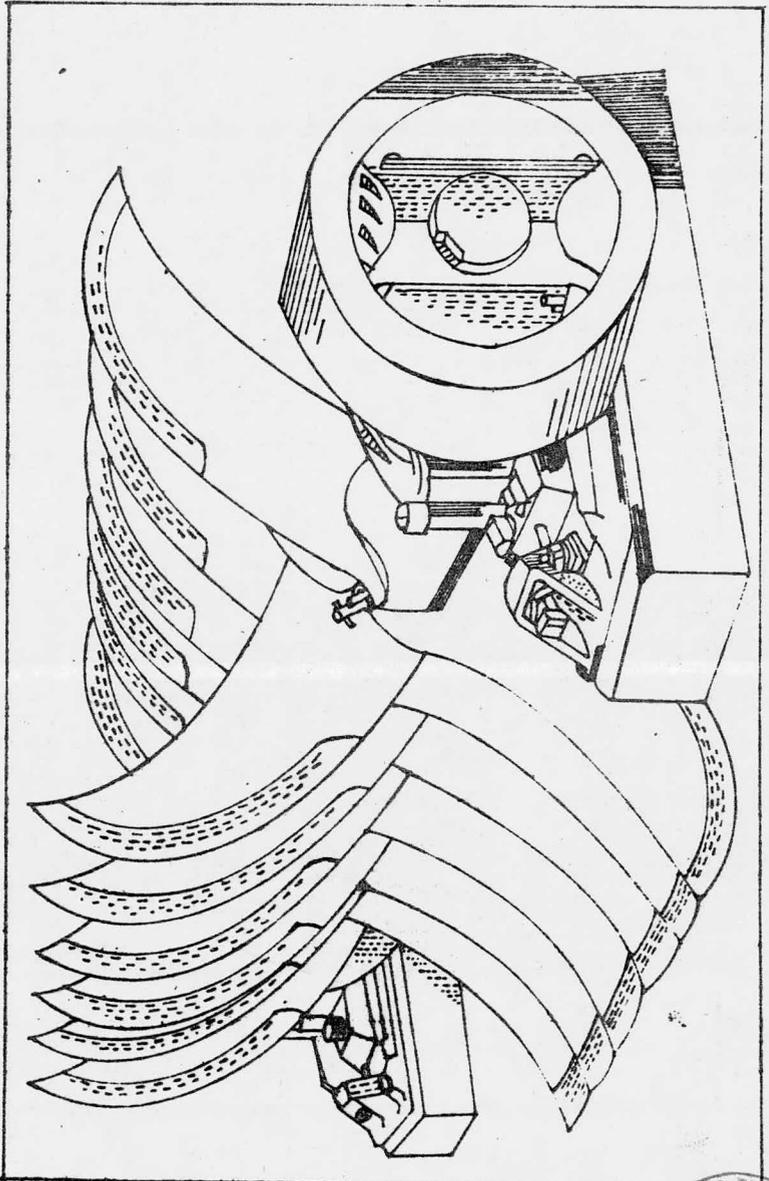
La tritución del maguey se realizará por medio de -
cuchillas rotativas las cuales van a cortar el maguey sin ex-
traer el jugo.

Las cuchillas tienen hojas montadas con distancias de
1 a 4 pulgadas entre si, colocadas a la base del conductor pa-
ra nivelar el colchón del maguey, operando de 450 a 500 revolu-
ciones por minuto. Se proponen distintas formas de cuchillas-
con modificaciones propias para facilitar el cambio y la opera-
ción de afilarlas y para reducir al mínimo sus roturas.

Por lo general las cuchillas se instalan en forma de-
espiral sobre un eje movido por un motor separado, por turbina
de vapor o por máquinas de alta velocidad. Las cuchillas Ram-
say las cuales se han escogido se sujetan con tornillos sobre-
el eje, de tal manera que puedan oscilar lateralmente, en caso
de algún cuerpo duro en el maguey. Fig. 4.1

Este dispositivo evita también la vibración de las --
hojas y la consiguiente fatiga del metal, estas hojas tienen -
de frente y atrás filo idéntico, de modo que mientras el filo-
del frente corta, la parte opuesta se va afilando por el efec-
to del maguey que va pasando y raspándole, las hojas se pueden
invertir cada semana y en ésta forma la afiladura automática -
es continua. La fuerza motriz necesaria para la operación de-
las cuchillas es mucho mayor cuando las hojas han perdido filo.
Para condiciones promedias de las hojas, el consumo de fuerza-

20



CUCHILLAS ROTATIVAS



motriz es aproximadamente de 1 caballo por tonelada de maguey por hora.

Para transportar el maguey una vez triturado hasta el autoclave se va a utilizar una banda de cangilones, los cuales se van a cargar en el tramo inferior y se descargan por un mecanismo voltea los congilonos describiendo un ángulo de 130°C. Este transportador es una máquina de baja velocidad que trabaja a unos 15 m/min.

La fig. No. 19 del manual del Ing. Químico del Perry proporciona gráficas que dan la potencia necesaria para mover esta máquina. La potencia necesaria del motor va a ser de - - 2 H.P.

Los cangilones van a ser de 41 cm de longitud por 20-cm de ancho, teniendo un distanciamiento entre cangilones de - 46 cm.

COCIMIENTO

El objetivo de cocer el maguey es para efectuar la -- transformación de los polisacáridos contenidos en el mismo, en azúcares fermentables. Puesto que esta transformación es la - hidrólisis de los almidones. Para llevar a cabo dicha opera-- ción es necesario la adición de una cantidad de agua (en forma de vapor, teniendo ésta además la función de acelerar la reac-- ción como hidrolizante y como catalizador por su temperatura).

Llevándose a cabo la siguiente reacción:



TABLA DE DATOS DE COCIMIENTO DE LAS PRUEBAS QUE SE
REALIZARON

PRUEBA	TIPO DE AUTOCLAVE	MASE MAGUEY	ESTADO MAGUEY	PRESION DE TRAB. KG/cm ²	TEMPERATURA	TIEMPO	OBSERVACIONES
A	VERTICAL	5 KGS.	DESGARRADO	1.4	125	5 HRS.	FALTA COCIMIENTO
B	HORIZONTAL	5 KGS.	DESGARRADO	1.4	125	5 HRS.	FALTA COCIMIENTO
C	VERTICAL	5 KGS.	DESGARRADO	1.4	125	6 HRS.	BUEN COCIMIENTO
D	HORIZONTAL	5 KGS.	DESGARRADO	1.4	125	6 HRS.	FALTA COCIMIENTO
E	VERTICAL	5 KGS.	ENTERO	1.2	125	8 HRS.	BUEN COCIMIENTO
F	VERTICAL	5 KGS.	DESGARRADO	1.2	125	8 HRS.	CARAMELIZACION
G	VERTICAL	5 KGS.	DESGARRADO	1.4	119	6 HRS.	FALTA COCIMIENTO
H	VERTICAL	5 KGS.	ENTERO	1.4	125	6 HRS.	FALTA COCIMIENTO

TABLA 4.1

No
me como
graf et

Esta etapa se realizará en autoclaves ya que éstos -
tienen sobre los demás sistemas de cocimiento (hornos de mam
postería) ventajas como son:

El cocimiento más rápido y uniforme, mayor facilidad-
de carga y descarga y mejor control de mantenimiento. Hay 2 -
tipos de autoclaves que son vertical y horizontal, de los cua-
les por las pruebas efectuadas experimentalmente cuyos datos -
aparecen en la tabla 4.1, seleccionamos el autoclave vertical-
con alimentación de maguay desgarrado con una presión monomé--
trica de 1.4 Kg/cm^2 , que corresponde a una temperatura de - --
125°C.

El estado desgarrado del maguay facilita su cocimien-
to por presentar mayor área de contacto con el vapor y poste--
riormente facilita la molienda del maguay cocido, compensando-
con ésto el uso del desgarrado del maguay crudo.

Otros factores por lo cual es recomendable el autocla-
ve de tipo vertical son los siguientes: (sobre el autoclave --
horizontal).

a.- Facilidad de carga y descarga, ya que la carga -
se efectúa por medio de una banda y la descarga por gravedad,-
en el caso del tipo horizontal, estas operaciones se efectúan-
manualmente.

b.- Recolección completa de los condensadores con --
mieles (en el tipo horizontal hay muchas pérdidas).

c.- Tiempo de cocimiento, ésto representa un menor -
gasto de vapor y por consiguiente un menor costo en el proceso.

d.- Area de autoclave y área de maniobra.

e.- Mejor distribución del vapor.

Teniendo los datos experimentales se calculó el autoclave requerido para este estudio.

DISEÑO

Autoclave del laboratorio.

Diámetro = 28.8 cm = 0.288 m

Altura = 40.5 cm = 0.405 m

Masa del maguey = 12.016 kg.

Presión manométrica = 1.4 Kg/cm²

Presión barométrica = 0.765 Kg/cm²

Presión absoluta = presión manométrica + presión barométrica

Presión absoluta = 2.165 Kg/cm²

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

$$V = \frac{\pi}{4} (0.288 \text{ m})^2 (0.405) = 0.02638$$

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{12.016 \text{ Kg}}{0.02638 \text{ m}^3} = 455.496 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho = 455.5 \text{ Kg/m}^3$$

Para un autoclave de 10 toneladas.

$$V \text{ autoclave} = \frac{10,000 \text{ Kg}}{455.5 \text{ Kg/m}^3} = 21.9538$$

Trabajando a una eficiencia de 85 % y tomando en cuenta la compresibilidad del maguey que es igual al 20% del volumen aparente tenemos:

$$V \text{ real} = \frac{V_a}{\eta} (1 - C) \quad \delta \quad V_r = \frac{V_a}{\eta} - V_a C$$

$$V_r = \frac{21.9538}{0.85} (1 - 0.2) = 20.66 \text{ m}^3$$

Tomando un $L/D = 2$

$$L = 2D$$

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 2D$$

$$V = 0.5 \pi D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{20.66}{0.5}} = 2.36 \text{ m}$$

$$L = 4.72 \text{ m}$$

$$R = 1.18 \text{ m}$$

$$P \text{ diseño} = 10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T \text{ diseño} = 300^\circ\text{C}$$

Espesor del autoclave.

$$S E = 35,000 \text{ PSI}$$

$$S E = 2,460.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$e = \frac{P_D \times R}{(SE \times \eta) - 0.6 P_D}$$

$$e = \frac{10 \text{ Kg/cm}^2 \times 118 \text{ cm}}{(2,460.5 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.85) - (0.6 \times 10 \text{ Kg/cm}^2)}$$

$$e = 0.5658 \text{ cm} = 5.658 \text{ mm}$$

Con este espesor se va a las tablas de aceros comerciales y tomando el espesor del acero comercial inmediato corresponde al de 1/4"

$$e = 1/4" = 6.35 \text{ mm}$$

Para evitar la corrosión se recubre el autoclave con una lámina de acero inoxidable de 1/16".

$$e = 1/16" = 1.588 \text{ mm}$$

e_t = espesor del acero al carbón + espesor del acero inoxidable.

$$e_t = 6.35 \text{ mm} + 1.588 \text{ mm} = 7.938 \text{ mm}$$

$$e_t = 7.938 \text{ mm}$$

Se emplearán tapas semiesféricas, ya que son para autoclaves a bajas presiones, y en nuestro caso la presión es reducida.

Masa de acero.

$$A = 2\pi RL \quad (\text{área de un cilindro})$$

$$Ac = 2\pi (1.18)(4.72) = 34.994 \text{ m}^2$$

$$Vc = Ac \cdot e = (34.994 \text{ m}^2)(0.007938 \text{ m}) = 0.2777 \text{ m}^3$$

$$Vc = 0.2777 \text{ m}^3 \quad (\text{volúmen de acero del cilindro})$$

$$V_t = \frac{1}{2} \pi b^2 a \quad (\text{volúmen vacío de las tapas})$$

$$a = 0.30 \text{ m}$$

$$b = 1.18 \text{ m}$$

$$V_t = 0.5\pi (1.18)^2 (0.3) = 0.656 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0.656 \text{ m}^3$$

$$V_o = \frac{1}{2} \pi b'^2 a' \quad (\text{volúmen total exterior de las tapas})$$

$$a' = 0.30 \text{ m} + 0.007938 \text{ m} = 0.307938 \text{ m}$$

$$b' = 1.18 \text{ m} + 0.007938 \text{ m} = 1.187938 \text{ m}$$

$$V_o = 0.5\pi (1.187938)^2 (0.307938) = 0.6826 \text{ m}^3$$

$$V_s = V_o - V_t = 0.6826 \text{ m}^3 - 0.656 \text{ m}^3 = 0.0266 \text{ m}^3$$

$$V_s = (\text{volúmen de acero de cada tapa})$$

$$V_{at} = V_c + 2(V_s)$$

Volúmen de acero total = Volúmen de acero del cilindro + Volúmen de acero de las 2 tapas.

$$V_{at} = 0.2777 \text{ m}^3 + 2(0.0266 \text{ m}^3) = 0.3309 \text{ m}^3$$

$$V_{at} = 0.3309 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{acero}} = 7833.78 \text{ Kg/ m}^3$$

$$W_{\text{acero}} = V_{\text{acero}} \times P_{\text{acero}}$$

$$W \text{ acero} = (0.3309 \text{ m}^3) (7833.78 \text{ Kg/ m}^3) = 2592.197 \text{ Kg}$$

$$W \text{ maguey} = 10,000 \text{ Kg}$$

$$C_p \text{ maguey} = 0.5 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$W \text{ acero} = 2,592.197 \text{ Kg}$$

$$C_p \text{ acero} = 0.12 \text{ Kcal/ Kg } ^\circ\text{C}$$

$$T_{op} = 125^\circ\text{C} = T_s \quad \text{----- Temperatura de operación}$$

$$T_i = 80^\circ\text{C} = T_i \quad \text{----- Temperatura de interfase}$$

$$T_a = 21^\circ\text{C} = T_a \quad \text{----- Temperatura ambiente}$$

$$\text{Area del cilindro} = 2\pi RL$$

$$\text{Area de la base} = \pi R^2$$

$$\text{Area del cilindro total} = 2\pi R (L+R)$$

$$\text{Area} = 2\pi (1.18 \text{ m}) (4.72 \text{ m} + 1.18 \text{ m}) = 43.743 \text{ m}^2$$

BALANCE DE CALOR.

$$Q_T = (Q_{\text{maguey}}) + (Q_{\text{acero}}) + (Q_{\text{disperso}})$$

$$Q-1 = (W_{\text{maguey}}) (C_p \text{ maguey}) (\Delta T)$$

$$Q-1 = (10,000 \text{ kg}) (0.5 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) (125 - 21^\circ\text{C})$$

$$Q-1 = 520,000 \text{ kcal.}$$

$$Q-11 = (W_{\text{acero}})(C_p \text{ acero})(\Delta T)$$

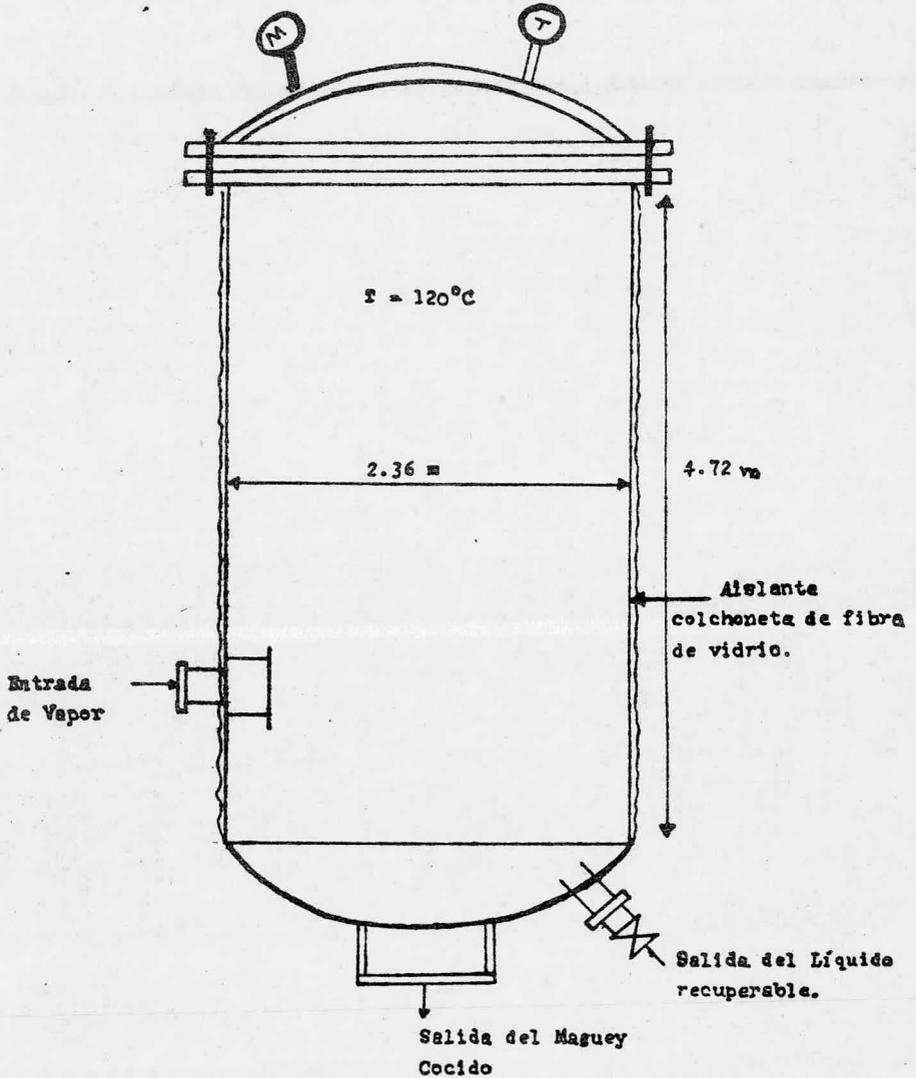
$$Q-11 = 32,350.618 \text{ kcal}$$

$$(Q-1) + (Q-11) = (520,000 + 32,350.618) = 552,350.618 \text{ kcal}$$

$$(Q-1) + (Q-11) = \frac{552,350.618 \text{ kcal}}{6 \text{ h}} = 92,058.436 \text{ kcal/h}$$

Recomendado por Kern dependiendo del recipiente que se tenga tomamos una "U"

DIAGRAMA DEL AUTOCLAVE



$$U = 73.242 \text{ kcal / h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$LMTD = \frac{(t_s - t_a) - (t_s - t_i)}{\ln \frac{(t_s - t_a)}{(t_s - t_i)}}$$

$$LMTD = \frac{(125-21)-(125-80)}{\ln \frac{(125-21)}{(125-80)}} = 70.428^\circ\text{C}$$

$$Q_{-111} = U A LMTD = (73.242) (43.743) (70.428)$$

$$Q_{-111} = 225,638.97 \text{ kcal/h}$$

$$Q_t = Q_{-1} + Q_{-11} + Q_{-111}$$

$$Q_t = 92,058.436 \text{ kcal/h} + 225,638.97 \text{ kcal/h} + 317,697.4 \text{ kcal/h}$$

$$Q_t = 317,697.4 \text{ kcal/h}$$

$$W_v = Q_t / \lambda$$

$$\text{a } 125^\circ\text{C } \lambda = 420 \text{ kcal/kg}$$

$$W_v = \frac{317,697.4 \text{ kcal/h}}{420 \text{ kcal/kg}} = 756.42 \text{ kg/h}$$

$$W_{vt} = 756.42 \text{ kg/h} \times 6 \text{ h} = 4,538.52 \text{ kg}$$

$W_{vt} = 4,538.52 \text{ kg}$ de vapor necesarios para cada cocimiento de maguay.

Una vez que el maguey es cocido en el autoclave, se descarga por el fondo de la misma y es transportada por medio de cajones con llantas y los obreros la llevan directamente al molino para extraerle las mieles. Este molino consiste de 3 mazas. La primera del fondo por donde entra el maguey y la segunda del mismo plano se denomina maza de descarga. Estas dos mazas son en general rígidamente fijas en su posición, mientras que la maza superior o "mayor" se halla gobernada por un resorte hidráulico, que permite "flotar" o sea subir o bajar las variaciones de la alimentación. En ciertas ocasiones se puede aplicar presión hidráulica a la maza bagacera. El aparato de presión hidráulica está en la sección de la tapa de la maza mayor. El maguey ya desmenuzado pasa de un par de mazas al siguiente por medio de una plancha curva llamada cuchilla. Esta placa se halla sostenida por un fuerte soporte de acero. Las mazas de los molinos están sostenidas en piezas de fundición macizas llamadas cabezales o vírgenes. La máquina motriz se conecta con la maza mayor por medio de piezas de acoplamiento o abrazaderas flexibles y engranes.

Cuentan con un sistema de tuberías con agua para hacer menos denso el mosto, y de ésta extraer el total de la glucosa. El mosto mediante unos conductos situados en la parte inferior de los molinos (cimientos) son juntados en un canal circular mediante un sistema de paletas conectadas a la transmisión. A continuación el mosto llega a una criba vibratoria que tiene como función impedir el paso de las partículas grandes que pueden afectar el sistema de bombeo (es una simple malla colocada en un mecanismo vibrador), de aquí el mosto llega por gravedad a las fosas recolectoras en las cuales se controla el porcentaje de azúcar contenida en él (normalmente 13°Brix). Con este contenido de azúcar se controla el porcentaje de agua por agregar.

Ranura de los molinos.- Las mazas de los molinos se construyen de una fundición de hierro que permanece rugosa o adquiere grano con el uso para facilitar la entrada o movimiento del maguey cocido y el bagazo.

Los molinos tienen ranuras periféricas en forma de V y las dimensiones de estas ranuras son grandes para evitar o reducir el resbalamiento de la maza sobre el bagazo, se especifica un mínimo de ranuras de 1/2" para las mazas de los últimos molinos. El primero y segundo molino tienen ranuras de 1" y la maza mayor lleva ranuras en dirección longitudinal. El ángulo interior de las ranuras anulares es de 55°, se usan raspadoras especiales para mantener estas ranuras de jugo libres de bagazo. Estas ranuras sirven para mantener tanto la extracción del jugo como la capacidad de los molinos, puesto que facilitan la libre salida del jugo, a la vez que eliminan el resbalamiento y la vibración de los molinos. Se pueden reducir las entradas y salidas de los molinos de manera notable.

Presión sobre las Mazas.

La presión sobre la maza mayor generalmente se gradúa por medio de arietes hidráulicos. La presión hidráulica aplicada sobre la maza mayor varía con la longitud e la maza, la fuerza del molino y la cantidad de maguey molido por unidad de tiempo. Además la presión varía el puesto del molino en la serie. La regulación hidráulica de la maza mayor tiene un doble objeto:

Proteger los molinos del serio daño que sufrirían si una pieza metal cayera entre las mazas, o en caso de excesiva alimentación de maguey y graduar la abertura entre las mazas para seguir las variaciones de la cantidad de maguey o bagazo-

que pase por ellas.

Ajuste y velocidad del molino.

El ajuste del molino o sea la abertura entre las mazas y la relación y situación de las cuchillas con las mazas, varía según la molida, la calidad del maguey y las ranuras de las mazas. El ajuste o colocación varía también en cierto grado cuando la presión hidráulica no se aplica a la maza mayor o cuando se aplica a la maza bagacera.

Capacidad del molino.

Estos molinos tienen una capacidad para moler 10 toneladas de maguey diarias que son las que el autoclave puede cocer sin trabajarlo dos turnos.

Partes de que consta el molino.

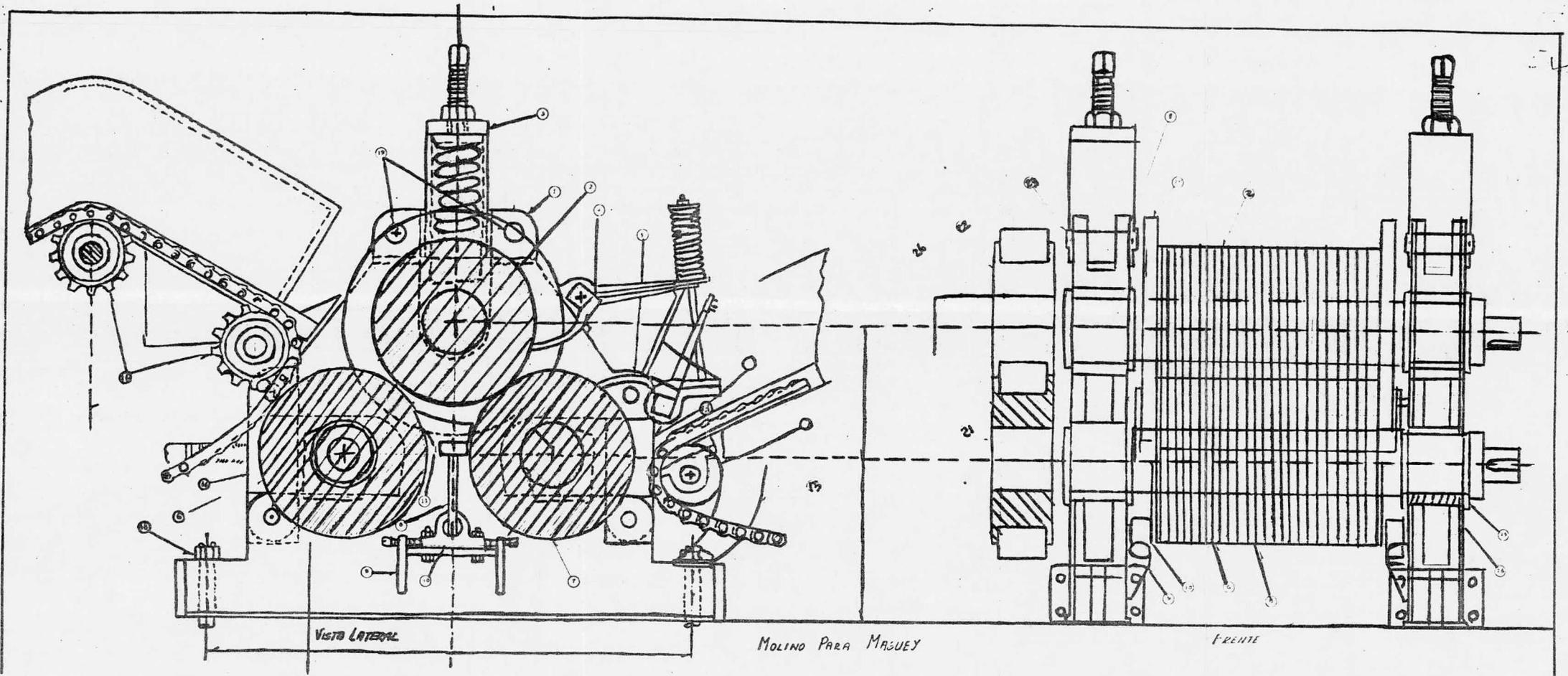
No.	Ref. No. de partes	Requiere
	Virgen para mazas de 18" X 24".....	2
	(45.5 x 61 cm)	
2	Maza superior.....	1
3	Cabezote superior de presión mecánica, por medio de resortes.....	2
4	Peine de la maza superior con resortes para ajuste automático.....	1
5	Peine de la maza bagacera con ajuste fijo por medio de tirantes.....	1
6	Maza cañera.....	1
7	Maza bagacera.....	1
8	Cargador para la cuchilla central.....	1
9	Ménsula para asiento de las chumaceras de la cuchilla central.....	2

10	Chumacera de la cuchilla central.....	2
11	Cuchilla central.....	1
12	Chumacera del raspador.....	2
13	Aparejos con tornillos de ajuste para la maza bagacera.....	2
14	Rodillos para la cadena del conductor.....	1
15	Soporte de la caja del conductor intermedio.....	2
16	Spockets de 13 dientes y paso de 5 cm conductor intermedio.....	4
17	Aparejos con tornillos de ajuste para la maza cañera.....	2
18	Anclas de 3.81 cm.....	4
19	Pernos de cabezote superior de 4.93 cm.....	4
20	Flecha con espiga cuadrada para acoplamiento maza superior.....	1
21	Flecha para la maza cañera y bagacera.....	2
22	Coronas o piñones.....	3
23	Pernos de los aparejos de 4.13 cm.....	8
24	Cajas o bridas para la maza superior.....	2

Piezas no numeradas o no visibles en el croquis

Chumaceras inferiores de bronce para la maza superior..	2
Chumaceras superiores de bronce para la maza superior..	2
Chumaceras para las mazas cañeras y bagaceras.....	4
Chumaceras para el peine de la maza superior.....	2
Chumaceras para la flecha de mando del conductor intermedio.....	2
Chumaceras para la flecha conducida del conductor intermedio.....	2
Chumaceras para el rodillo del conductor intermedio....	2
Flechas para los spockets del conductor intermedio.....	3
Cadenas y tablillas para el conductor intermedio armazón complementaria.....	1

Resorte para el cabezote superior de 3.18 cm.....	2
Resorte para ajuste del peine de la maza superior .95 cm.....	2
Tirantes para ajuste de la cuchilla central.....	2
Barras cuadradas de 0.5 cm para ejes de los peines.....	2
Resortes para el cabezote superior de 1.9 cm.....	2



VISTA LATERAL

MOLINO PARA MAQUEY

FRENTE

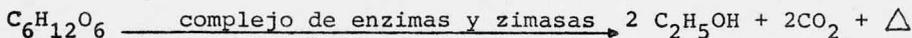
CAPITULO V
FERMENTACION

GENERALIDADES

El conocimiento de los métodos para obtener determinados productos por la acción de microorganismos sobre materiales disponibles en exceso, ha sido un arte conservador de generación en generación por ciertas familias. Hoy es una ciencia por derecho propio, que incluye otras ciencias como la Microbiología, la Bioquímica, la F.Q., las matemáticas y la ingeniería y se conoce ya como la ingeniería de la fermentación. Los métodos utilizados por la industria de la fermentación son los siguientes:

- Selección de las materias primas.
- Selección del organismo apropiado.
- Preparación de las materias primas.
- Preparación del inóculo.
- Fermentación.
- Recuperación y utilización de los subproductos.

Una ecuación que representa simplemente el proceso total por la cual el azúcar es transformado en etanol y dióxido de carbono es la siguiente:



La fermentación puede llevarse a cabo de dos maneras para la elaboración del mezcal:

1.- Una es la fermentación espontánea, es la más grandemente usada y consiste en pasar el maguey después de molido en una tina vacía, hasta llenarlo de jugo y bagazo, se deja reposar un día y después se le agrega agua tibia, se bate y se deja reposar nuevamente. La fermentación dura aproximadamente 36 h según la calidad del maguey. Se puede emplear sulfato de amonio como acelerador y como pie de levadura la que existe en el medio ambiente. Existe el inconveniente con este método de que con la levadura se encuentren mezcladas diversas bacterias, que trabajan en la simbiosis, multiplicándose en muchas ocasiones más rápidamente las bacterias, que la propia levadura y como también consumen azúcares el rendimiento es menor. Al terminar el proceso su peso debe ser de 2 a 0 grados Brix ó 1.1 a 0.0 grados Baumé. A estas mieles se les llama mostos fermentados o rendidos.

2.- Fermentación selectiva y consiste en el uso de levaduras seleccionadas y especializadas que aumentan el rendimiento en un 15 a 20% siendo el grado Brix del mosto de 0. Para empezar la fermentación se necesita un número de células de levadura que varía alrededor de 20,000 por centímetro cúbico y una presión osmótica entre el protoplasma de la célula y el jugo del maguey de 0 o cerca de este valor, el que se logra por dilución.

Conviene trabajar con levaduras puras, con respecto al mosto es mas conveniente utilizar mosto no estéril ya que las bacterias que lleva produce fermentación no alcohólica que originan ácidos, alcoholes superiores y ésteres que después producen mejor sabor y olor que si se produce con mosto estéril.

El hecho de utilizar mosto estéril implica obtener alcohol de alta pureza que carecería del olor y sabor que caracteriza a los aguardientes que se usan como bebidas. El cri

terio de fermentación se diferencia entre alcoholes y aguardientes, pues mientras que el alcoholero procura sacar el mayor rendimiento de alcohol, el aguardentero sacrifica la cantidad de alcohol en provecho de la calidad del producto.

Se recomienda que para esta planta se utilice la fermentación selectiva, ya que ésta representa un mayor rendimiento.

La levadura que cumple con los requisitos para la fermentación es la saccharomyces cerevisiae ya que ésta dá un mayor rendimiento a la fermentación. También se usa el sulfato de amonio en esta fermentación selectiva.

Preparación del cultivo de levadura.

Consiste en empezar por una célula aislada de Saccharomyces cerevisiae, y multiplicarla por sucesivos pares hasta que se ha acumulado una masa suficiente de células para sembrar el mosto y todo se realiza con gran cuidado para evitar posibles contaminaciones que son indeseables. Una vez que se aisló la célula única se cultiva en tubo inclinado o en tubo de cultivo, luego se inocular con una asa cargada de levadura un matraz que contiene mosto del maguey, se incuba alrededor de 12 horas de 25-30° C y un pH de 4.5-5.0 después éste sirve de inóculo para otros matraces de mayor volumen y la levadura está condicionada a este medio.

Este proceso se puede repetir con cantidades progresivamente mayores hasta llegar a la cantidad suficiente de inóculo para sembrar los tanques de mosto. Para sembrar se recomienda poner el 20% de la levadura referida al peso de los azúcares fermentables.

Los parámetros que se tienen que cuidar durante la producción de la levadura son:

- a.- Temperatura.
- b.- pH
- c.- Concentración del mosto
- d.- Concentración del sulfato de amonio
- e.- Agua.

Una vez controlados estos parámetros se puede decir - que se tiene una buena fermentación y un buen producto, en este caso mezcal.

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE SUS DIFERENTES COMPONENTES

Análisis en la piña del maguey.

Humedad.- Pesar de 2 a 3 gramos de la muestra preparada en un pesafiltro puesto a peso constante, secar en la estufa a 100-110°C durante tres horas, enfriar en desecador y pesar de nuevo, volver a meter en la estufa hasta que no varíe en la segunda cifra decimal las dos últimas cifras.

Cenizas.- Pesar 5 gramos de muestra en la cápsula -- puesta a peso constante a 500°C. Para ello carbonizar primero con mechero y meter en la mufla cuidando que la temperatura no pase de 550°C para evitar que los cloruros se volatilicen. Se suspende el calentamiento cuando las cenizas estén blancas o grises, enfriar en desecador y pesar.

Fibra cruda.- Pesar de 2 a 5 gramos de muestra desengrasada. Colocar la muestra en el vaso digestor; añadir 0.5 - gramos de asbesto preparado y 200 mililitros de solución de -- ácido sulfúrico hirviendo a 1.25%, calentar de inmediato, re--

flujar durante 30 minutos, filtrar a través de una tela de algodón o de lino, previamente lavada para quitarle el apresto, y lavar con agua destilada hasta que no dé reacción ácida al rojo de metilo. El residuo que quedó sobre la tela se pasa -- con una espátula al vaso del digestor ya limpio y se repite la operación con solución hirviente de sosa al 1.25%.

Después de reflujar durante 30 minutos se filtra en un gooch que ha sido preparado con asbesto digerido y calcinado y se lava con agua destilada caliente hasta que no dé reacción alcalina.

Lavar con alcohol y llevar a la estufa a 100°C durante dos horas enfriar y pesar. Llevar a la mufla y calcinar a 900°C, enfriar y pesar, la diferencia de pesos nos dá el contenido de fibra cruda.

Preparación del asbesto.- Digerir a ebullición con sosa al 5% durante 8 horas, lavar con agua caliente hasta que no dé reacción alcalina, digerir nuevamente a ebullición con HCL 1 ; 3 durante 8 horas, lavar hasta que no dé reacción ácida, secar y calcinar al rojo brillante.

Azúcares.- Se toma una muestra de las mieles se le añade 5 mililitros de HCL concentrado, se introduce un termómetro y se pone en un baño de agua caliente; cuando llega a -- 65°C se saca y se deja enfriar a temperatura ambiente, se neutraliza y se afora con agua destilada, se le añade subacetato de plomo del cual se pesa un gramo se vacía poco a poco agitando cada vez hasta que haya precipitado, ésto es las materias - grasas y proteícas. Se vuelve a pesar, pudiendo saber por diferencia lo que se añadió de subacetato de plomo y de acuerdo a la siguiente reacción se calcula la cantidad de oxalato de potasio que es necesario para eliminar el plomo.



Calculada la cantidad de oxalato de potasio se pesa y se añade se agita y se filtra. En el filtrado se determinan los azúcares por el método de Felhing.

Cuando la cantidad de azúcar es casi nula, es cuando el proceso ha llegado al final.

Reactivos de Felhing.- Solución A, pesar aproximadamente 69.278 gramos de sulfato de cobre y 24 gramos de sulfato de magnesio para un litro de solución.

Solución B, pesar aproximadamente 340 gramos de tartrato doble de sodio y potasio y 100 gramos de sosa para un litro.

Es necesario sacar el factor de la solución de Felhing para lo cual se pesan 475 miligramos de sacarosa, se diluyen a 500 mililitros de agua y se sigue el método antes mencionado para hacer la hidrólisis, el azúcar ya hidrolizada se coloca en la bureta y se titulan 5 mililitros de la solución A y 5 mililitros de la solución B y 100 mililitros de agua que debe estar hirviendo para poder empezar a agregar la solución de azúcar. Para observar mejor el vire se le añaden 2-3 gotas de -- azul de matileno.

La titulación debe hacerse en menos de dos minutos. La determinación en la muestra se hace en la misma -- dorma que para el factor.

Nitrógeno proteico.- Se pesan en la balanza analítica alrededor de 2 gramos de muestra en papel glassine y con todo y papel se introduce en un matraz de Kjeldahl; se agregan 0.3 gramos de sulfato de cobre pentahidratado, 10 gramos de K_2SO_4 y 25 mililitros de H_2SO_4 concentrado y se añaden pedazos de plato poroso para regular la ebullición. Se coloca el matraz en posición inclinada mediante soporte y pinzas y se calienta bajo la campana con mechero, primero lentamente hasta que cesan los humos blancos.

Se coloca un embudo de cola corta en la boca del matraz y se sigue calentando aumentando la llama del mechero hasta la total destrucción de la materia orgánica.

La solución debe quedar completamente clara. Enfriar y diluir con 200 mililitros de agua destilada y enfriar sobre hielo. Añadir una solución concentrada de sosa (40 gramos en 100 mililitros de agua) que también ha sido enfriada sobre hielo, haciéndola resbalar lentamente por la pared del matraz, de manera que se estratifiquen las dos soluciones. Conectar inmediatamente el matraz a la alargadera de Kjeldahl, unida al refrigerante, que a su vez va conectado a una alargadera que va introducida en un matraz que contiene 50 mililitros de una solución de HCL 0.1 N. Las conexiones deben ser de hule para dar un ajuste perfecto y evitar las fugas. Una vez conectado el matraz, agitar para mezclar las dos capas e inmediatamente calentar.

Destilar aproximadamente 150 mililitos. Suspender la destilación retirando primero el matraz con el destilado antes de retirar el mechero para evitar el sifoneo.

Titular el exceso de ácido con solución valorada de sosa 0.1N usando rojo de metilo como indicador hasta vire ama-

rillo.

Corregir mediante una determinación en blanco de los reactivos usando sacarosa (un gramo) en lugar de muestra.

Calculos.

$$\% N_2 = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml problema}) \times N \text{ NaOH} \times 0.014 \times 100}{\text{gramos de muestra}}$$

Densidad a 15°C.- Pésele el picnómetro seco a la temperatura ambiente. Este peso se designa por "p".

Llénese el picnómetro previamente limpio y seco con el mezcal de la muestra, llévese a 15°C y afórese a su contenido en la rama lateral hasta el índice del picnómetro; pésele a la temperatura ambiente. Este peso se designa por "M".

Llénese el picnómetro con agua destilada libre de aire en solución, llévese a 15°C y afórese su contenido en la rama lateral hasta el índice de volúmen; pésele a la temperatura ambiente, este peso se designa por "P".

$$\frac{D \text{ } 15^\circ\text{C}}{15^\circ\text{C}} = \frac{(M - p)}{(P - p)}$$

El valor obtenido y por medio de las tablas de densidad de soluciones de alcoholes a 15°C se deducirá el % de alcohol en peso.

Grado alcohólico aparente.- Es la cantidad que marca directamente el alcohólometro sobre el producto cuando esta a 15°C.

Grado alcohólico real.- Llévese la densidad a 15°C y calcúlese el % de alcohol.

Extracto seco.- Evapórese en la cápsula, a baño maría 100 ml de mezcal. Séquese el residuo en la estufa a 100°C-105°C hasta peso constante.

$$E = 10 (a - b)$$

E = Extracto en g/l

a = Peso en g de la cápsula + extracto

b = Peso en g de la cápsula vacía

Cenizas.- Evapórese a baño maría, en la cápsula 100 ml de mezcal, séquese en la estufa y calcínese el residuo en la mufla. Déjese enfriar en un desecador y pésese. La diferencia de peso entre cápsula y cenizas menos el peso de la cápsula vacía, multiplicada por 10, son las cenizas correspondientes a 1 litro de mezcal.

Acidez total en ácido acético.- Póngase en la cápsula o matraz 250 ml de agua recientemente hervida y fría, añádate unas gotas de solución de fenoftaleína al 1 % y titúlese con solución de sosa 0.1 N, añádase 25 ml de mezcla y repítase la operación.

$$A.T. = 24 B$$

A.T. es igual a la acidez total en miligramos de ácido acético en 100 ml de mezcal.

B = ml de solución de sosa 0.1 N gastados para neutralizar -
25 ml de mezcal.

Para calcular el alcohol anhidro se usa la siguiente fórmula:

$$A.T. = \frac{100 \quad A.T.}{G.A.R.}$$

A.T. = acidez total en mg de ácido acético en 100 ml de alcohol anhidro.

G.A.R.= Grado alcohólico real.

Acidez fija.- Disuélvase el extracto seco en 100 ml de agua destilada recientemente hervida, fría y neutralizada con solución de sosa 0.1 N usando fenoftaleína como indicador. Se titula de nuevo y se anota el gasto de la solución.

$$A.F. = 6 B$$

A.F. = acidez fija en mg de ácido acético en 100 ml de mezcal.

B = ml gastados de sosa 0.1 N

Acidez volátil.- Esta se encontrará restando de la cantidad de acidez total, la acidez fija.

Esteres en acetato de etilo.- Se toma en una muestra obtenida en el G.A.R. de 50 ml y se neutraliza la acidez con solución de sosa 0.1 N y se añade 1.5 veces la cantidad de solución de sosa 0.1 N necesaria para saponificar los ésteres. - Se conecta el matraz de bola que contiene la muestra a un con-

densador de reflujo y se mantiene a ebullición durante 2 horas. Enfríese y titúlese a la fenoftaleína con solución de HCl - - 0.1 N el exceso de álcali. Córrese una prueba testigo con - - agua en lugar de muestra poniendo la misma cantidad de sosa.

$$E = 2 \times 8.8 \quad (B - A)$$

E = Ésteres en mg de acetato de etilo en 100 ml de mezcal.

B = ml de solución de HCl gastados para neutralizar el testigo.

A = ml de solución de HCl gastados para neutralizar el exceso de solución de sosa.

Aldehidos.- Mídanse 50 ml de la muestra en un matras erlenmeyer, añádanse 10 ml de agua y piedras de ebullición, se destila y se recogen 50 ml o más, en una matraz de tapón esmerilado. El tubo de salida del refrigerador deberá quedar sumergido en 100 ml de agua recientemente hervida y fría. Con - una pipetase añaden 25 ml de solución de NaHSO_3 y se deja en - reposo 30 minutos, agitando de vez en cuando. Se añade un exceso (mas o menos 30 ml) de solución de yodo y se titula el -- exceso con la solución de tiosulfato de sodio.

Se corre un testigo que tenga las mismas cantidades - de solución de yodo y NaHSO_3 que la muestra anterior.

La diferencia en ml de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ usado en - las titulaciones multiplicada por 0.0011, es igual a los gramos de acetaldehído en la muestra.

Alcoholes superiores en alcohol amílico.- A 100 ml - de la muestra original de mezcal se añaden 20 ml de la solu- ción de sosa 0.5 N si los aldehidos presentes no exceden de -- 15 mg por 100 ml de muestra, se conecta a un refrigerante el - matraz que contiene la muestra y se destila lentamente al prin- cipio y rápidamente después hasta completar 90 ml de destila- do. Se añaden 25 ml de agua destilada y se continúa la desti- lación hasta recibir 25 ml más.

Se pasa el destilado a un embudo de separación. Se - satura con NaCl molido finamente, se agregan 275 ml de solu- ción de NaCl sa-urada. Extráigase esta solución 4 veces con - tetracloruro de carbono purificado, utilizando 40, 30, 20 y -- 10 ml cada vez pasándolo a otro embudo de sepración. Lávase - con tetracloruro de carbono, tres veces con la solución de - - NaCl saturada cada vez y dos veces más con dos porciones de -- 50 ml de solución de Na_2SO_4 .

Se pasa la solución de tetracloruro de carbono a un - matraz de bola, se añaden 50 ml de solución oxidante, se hier- ve 5 minutos exactamente, se añaden 10 ml de agua y se destila hasta que solo quede un residuo de mas o menos 50 ml, se aña- den 50 ml más de agua y se destila de nuevo hastq que el resi- duo es de 25 ml. Evítese que la mezcla oxidante se queme o pe- gue a los lados del matraz. El destilado deberá ser incoloro, si no es así se redestila.

Se titula el destilado usando anaranjado de metilo -- como indicador con solución de sosa 0.1 N; descártese lo gasta- do y se retitula usando fenoftaleína como indicador. Se anota la cantidad empleada. Se corre un testigo con 100 ml de CCl_4 - purificado, comenzando con el lavado, con las soluciones satu- radas de NaCl y Na_2SO_4

A.S. = 8.8 (B - T)

A.S. = mg de alcoholes superiores en alcohol amflico en 100 ml de mezcal.

B = ml de solución de NaOH 0.1 N gastados en la titulación con fenoftaleína.

T = ml de solución de NaOH 0.1 N gastados en el testigo.

1 ml de solución de NaOH 0. N = 8.8 mg de alcohol amflico.

TABLA DE COMPOSICION QUIMICA DEL AGAVE

NOMBRE COMUN	H ₂ O	FIBRA CRUDA	INULINA	REDUCTORES TOTALES	NITROGENO PROTEICO	CENIZAS	pH
Carpintero	70	11	15.4	1.03	0.021	3.9	5.5
Pata de Mula	63	12	19.8	1.00	0.019	2.9	5.0
Bermejo	65	12.5	18.1	1.06	0.022	2.5	5.0
Azul (1)	62	11.8	20.1	1.03	0.024	2.5	5.5
Zopilochino	70	12.0	14.3	1.03	0.023	2.7	4.5
Sihuín	65	12.5	17.5	1.09	0.021	2.5	4.5
Chato	68	12.5	15.6	1.23	0.020	2.4	5.0
Azul (2)	60	11.0	24.1	1.50	0.020	2.7	4.5

TABLA DE AZUCARES CONTENIDO EN EL JUGO HIDROLIZADO DEL AGAVE

NOMBRE COMUN	AZUCARES	FRUCTOSA	ALDOSAS	AZUCARES TOTALES %	
	REDUCTORES TOTALES	LEVULOSA		FRUCTOSA	ALDOSAS
Garpintero	17.2	15.9	1.3	92.5	7.5
Pata de mula	22.0	18.8	3.2	85.5	14.5
Bermejo	20.0	17.8	2.2	89.0	11.0
Azul (1)	22.3	23.0	1.3	93.5	6.5
Zopilochino	16.0	13.7	2.2	86.5	13.5
Sihuin	19.5	16.6	3.9	80.0	20.0
Chato	17.2	15.1	2.1	88.0	12.0
Azul (2)	26.8	25.5	1.3	95.2	4.8

Estos resultados están expresados en %

ANALISIS DEL MEZCAL

DETERMINACIONES.

Densidad a 15°C	0.930
Grado alcohólico aparente	47.5
Grado alcohólico real	48.0
Extracto seco g/l	0.330
Genizas	0.036
Azúcares g/l	0.0015

DETERMINACIONES.

Las siguientes determinaciones se refieren a mg en 100 ml de alcohol anhidro.

Acidez total (en acético)	.....	150
Acidez volátil(en acético)	.....	170
Esteres (acetato de etilo)	.....	130
Acidez fija (en acético)	.....	8
Alcoholes superiores (en alcohol amílico)	.....	110
Aldehidos	.....	7

CAPITULO VI
D E S T I L A C I O N

Destilación.- Es la separación de los constituyentes de una mezcla líquida por vaporización de la misma y la recuperación separada del vapor y del residuo. Los constituyentes más volátiles de la mezcla inicial se obtienen en concentración creciente en el vapor.

Los menos volátiles en mayor concentración en el residuo líquido. La separación es mas o menos completa por las propiedades de los componentes y el procedimiento seguido en la destilación.

En nuestro caso la destilación va a ser la separación de alcohol contenido en un mosto fermentado mediante un proceso de vaporización y condensación para lo cual se pueden emplear 2 tipos de alambiques.

- a.- Los de columna o continuos
- b.- Los de olla o discontinuos

Los de columna se emplean generalmente para obtener alcohol comercial; su costo de operación es extremadamente bajo por la continuidad de su proceso, pero las características del destilado son inapropiadas para producir un buen licor.

Los alambiques de olla o discontinuos son los mundialmente empleados para la obtención de bebidas finas, su costo de operación es más elevado en comparación con el de columna, en virtud de efectuar una doble destilación en dos pasos separados, pero el resultado es la obtención de un producto de me-

por calidad y características especiales.

Para la destilación se cuenta con 4 alambiques discontinuos, 3 de ellos se emplean como destrozadores en los cuales se efectúa la primera destilación y el cuarto alambique es el rectificador en donde se realiza la segunda destilación.

La destilación del mosto consta de tres operaciones: Cabeza, cuerpo y cola.

Cabezas.- Es donde empieza la destilación a una temperatura de 72°C, en esta parte se destila alcohol puro. La destilación de las cabezas termina cuando hay un aumento brusco de temperatura.

Cuerpo.- Es la parte media de la destilación, el cuerpo aparece cuando hay aumento en la temperatura, se considera la parte fundamental en la elaboración del mezcla, ya que los alcoholes que se destilan no son tan perjudiciales en el organismo y se recojen a un grado alcohólico de 55°G.L.

Colas.- Se denominan colas al destilado cuyo punto de ebullición es alto y están compuestas por alcoholes superiores, aldehídos, aceite de fusel, etc. Esta parte generalmente se tiera porque las personas que consumen licor donde se hayan agregado las colas les trae consecuencias de malestar posteriormente, ya que son difíciles de metabolizar, éstas se recogerán a una concentración de 10°G.L.

Destilación en este estudio.

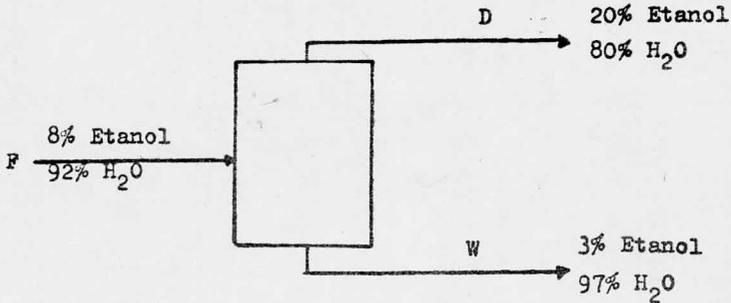
La destilación se realizará de la siguiente manera:

Se tendrán 19,000 litros de mosto fermentado a 8°G.L.

los cuales se van a destrozar en tres alambiques de 6,333 litros de capacidad cada uno durante 8 horas, este tiempo está de acuerdo a los metros utilizados de serpentín cuyos cálculos están mas adelante. El destrozado saldrá a una concentración de 20°G.L. obteniéndose 5,261 litros, estos posteriormente pasarán a un rectificador en donde saldrá a una concentración de 40°G.L., los datos físicos como son: densidad, capacidad calorífica, etc. fueron tomados del manual del ingeniero químico - John H. Perry.

Cálculos para la destilación.

Destrozamiento, se tendrán 19,000 litros de mosto fermentado a una concentración de 8°G.L.



$$F = D + W$$

$$F = 19,000 \text{ litros}$$

$$W = (19,000) (0.98478) = 18,710.82 \text{ Kg.}$$

$$X_f = \frac{8/46}{8/46 + 92/18} = 0.0329$$

$$X_d = \frac{20/46}{20/46 + 80/18} = 0.089$$

$$X_w = \frac{3/46}{3/46 + 97/18} = 0.0119$$

$$D = 18,710.82 - W$$

$$(18,710.82) (0.0329) = 0.089 D + 0.0119 W$$

$$615.5859 = 0.089 (18,710.82 - W) + 0.0119 W$$

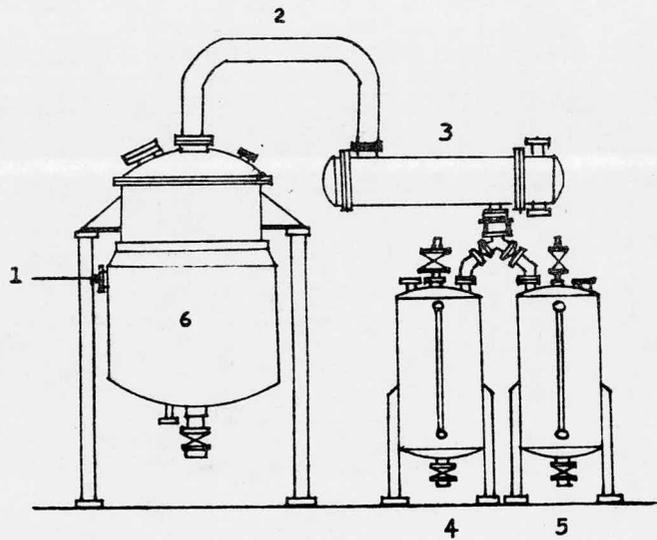
$$W = \frac{1049.677}{0.0771} = 13,614.4876$$

$$D = 5,096.3324$$

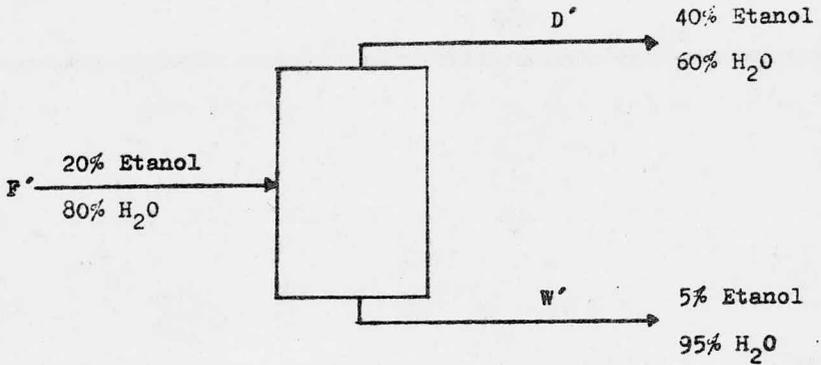
NO

APARATO RECTIFICADOR

- 1.- Entrada de Vapor
- 2.- Tubo del paso de condensados.
- 3.- Condensador
- 4.- Recolector
- 5.- Recolector
- 6.- Olla de Carga.



Calculo del rectificador.



$$X_{F'} = \frac{20/46}{20/46 + 80/18} = 0.089$$

$$X_{D'} = \frac{40/46}{40/46 + 60/18} = 0.2068$$

$$X_{W'} = \frac{5/46}{5/46 + 95/18} = 0.0201$$

$$(5,096.3324) (0.089) = 0.2068 (5,096.3324 - W) + 0.0201 W$$

$$453.5735 = 1053.9215 - 0.1867 W$$

$$W = \frac{600.348}{0.1867} = 3,215.5757$$

$$D = 1,880.7567$$

$$V = \frac{1,880.7567}{0.93518} = 2,011$$

$V = 2,011$ litros de mezcal a $40^{\circ}G.L.$

$$C_p \text{ mosto} = 0.75 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_{\text{mosto}} = 0.98478 \text{ a } 8^\circ\text{G.L.}$$

$$\lambda_{\text{v}} \text{ a } 80^\circ\text{C} = 152 \text{ Kcal/Kg} \quad \text{Perry página 317}$$

Para un alambique de 6,500 litros que será la capacidad de los destrozadores, necesitándose tres para procesar 19,000 litros de mosto fermentado; habrá tres alambiques destrozadores de 6,500 litros de capacidad cada uno.

$$T_1 = 28^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 52^\circ\text{C}$$

$$W = (6,500) (0.98478) = 6,401 \text{ Kg}$$

Balance de calor para los destrozadores.

$$Q = W C_p \Delta T$$

$$Q = (6,401 \text{ Kg}) (0.75 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}) (52^\circ\text{C})$$

$$Q = 249,639 \text{ Kcal}$$

$$Q_t = 249,639 \times 3 = 748,917 \text{ Kcal}$$

$$W = \frac{Q_t}{\lambda} = \frac{748,917 \text{ Kcal}}{152 \text{ Kcal/Kg}} = 4,927 \text{ Kg de vapor}$$

$$W = \frac{4,927}{8} = 615.875 \text{ Kg de vapor/hora}$$

$$W = 615.875 \text{ Kg de vapor/hora}$$

Balance de calor del rectificador.

$$\rho_{\text{destrozado}} = 0.96864$$

$$C_p \text{ destrozado} = 0.75 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 52^\circ\text{C}$$

$$W = (6,500) (0.96864)$$

$$W = 6,296.16 \text{ Kg}$$

$$Q = W C_p \Delta T$$

$$Q = (6,296.16) (0.75) (52)$$

$$Q = 245,550.24 \text{ Kcal}$$

$$W = \frac{Q}{\lambda}$$

$$W = \frac{245,550.24}{152} = 1,615.46$$

$$W = 1,615.46 \text{ Kg de vapor}$$

$$W = \frac{1,615.46}{8} = 201.93$$

$$W = 201.93 \text{ Kg de vapor por hora}$$

$W_t = 817.8 \text{ Kg de vapor por hora necesarios para destrozarse y rectificar el mosto fermentado.}$

Diseño del destrozador

Tomando datos experimentales proporcionados por la ma
drileña, donde da la siguiente relación.

1 m² de serpentín de 41 litros de destilado por hora.

Diámetro del serpentín = 0.1016 m

espesor del serpentín = 0.003 m

radio del serpentín = 0.0523 m

Obtención del área de un tubo de 1 metro de longitud

$$A = 2\pi r l$$

$$l = 1 \text{ metro}$$

$$A = 2\pi (0.0523) (1) = 0.3286 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m} = 0.3286 \text{ m}^2$$

$$10 \text{ m} = 3.286 \text{ m}^2$$

Alimentación al destrozador = 6,333 litros

El destrozamiento se realizará en 8 horas por lo tanto se tendrán 792 litros por hora.

Si un metro cuadrado de serpentín de 41 litros por hora de destilado, para 792 litros se necesitan 19.317 metros -- cuadrados a lo que corresponden 59 metros de serpentín.

Cálculo del volúmen que ocupará el serpentín dentro del destrozador.

$$V = \pi r^2 l$$

$$D_0 = 0.1016 \text{ m}$$

$$D_1 = 0.003 \text{ m}$$

$$D = 0.1046 \text{ m}$$



$$V = \pi (0.0523)^2 (59) = 0.5245 \text{ m}^3$$

Alimentación al destrozador = 6.333

Volúmen del serpentín = 0.5245

Volúmen total = 6.8575 m³

Cálculo para el diseño del destrozador de acuerdo a la capacidad.

Diámetro = 2.12 m

Altura = 1.75 m

Radio = 1.06 m

$$V_d = \pi r^2 h$$

$$V_d = \pi (1.06)^2 (1.75) = 6.177 \text{ m}^3$$

Volúmen del fondo del destrozador

$$V_f = \frac{1}{2} \pi b^2 a$$

$$V_f = \frac{1}{2} \pi (1.06)^2 (0.4) = 0.706 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_d + V_f = 6.883 \text{ m}^3$$

Cálculo del número de vueltas del serpentín dentro del destrozador.

$$P = \pi D$$

$$P = \pi (2.12) = 6.66 \text{ m}$$

$$l = 59 \text{ m}$$

$$\text{Número de vueltas} = \frac{59}{6.66} = 8.85$$

$$\text{Número de vueltas} = 9$$

Diseño del rectificador

Cálculo del serpentín empleado en el rectificador.

La capacidad del rectificador será de 5,300 litros, pero como esta operación se realizará en 8 horas se toman 662.5 litros por hora.

1 metro de serpentín da una area = 0.3286 m^2 y 41 litros por hora de destilado, de donde:

662.5 litros ocuparán 49 metros de serpentín para ser destilados, y este serpentín ocupará un area de 16.1585 metros cuadrados.

Volúmen ocupado por el serpentín.

$$V = \pi r^2 l$$

$$D_o = 0.1016 \text{ m}$$

$$D_1 = 0.003 \text{ m}$$

$$D = D_o + D_1 = 0.1046 \text{ m}$$

$$r = 0.0523 \text{ m}$$

$$V = \pi (0.0523)^2 (49) = 0.421 \text{ m}^3$$

$$V_r + V_s = 5.3 + 0.421 = 5.721 \text{ m}^3$$

Cálculo para el diseño del rectificador de acuerdo a la capacidad.

$$V_r = \pi r^2 h$$

$$D = 2.0 \text{ m}$$

$$h = 1.65 \text{ m}$$

$$V_r = \pi (1)^2 (1.65) = 5.1836 \text{ m}^3$$

Volúmen del fondo del rectificador.

$$V_f = \frac{1}{2} \pi b^2 a$$

$$V_f = \frac{1}{2} \pi (1)^2 (0.4) = 0.628 \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen total} = V_r + V_f$$

$$\text{Volúmen total} = 5.1836 + 0.628 = 5.811 \text{ m}^3$$

Cálculo del número de vueltas del serpentín dentro del rectificador.

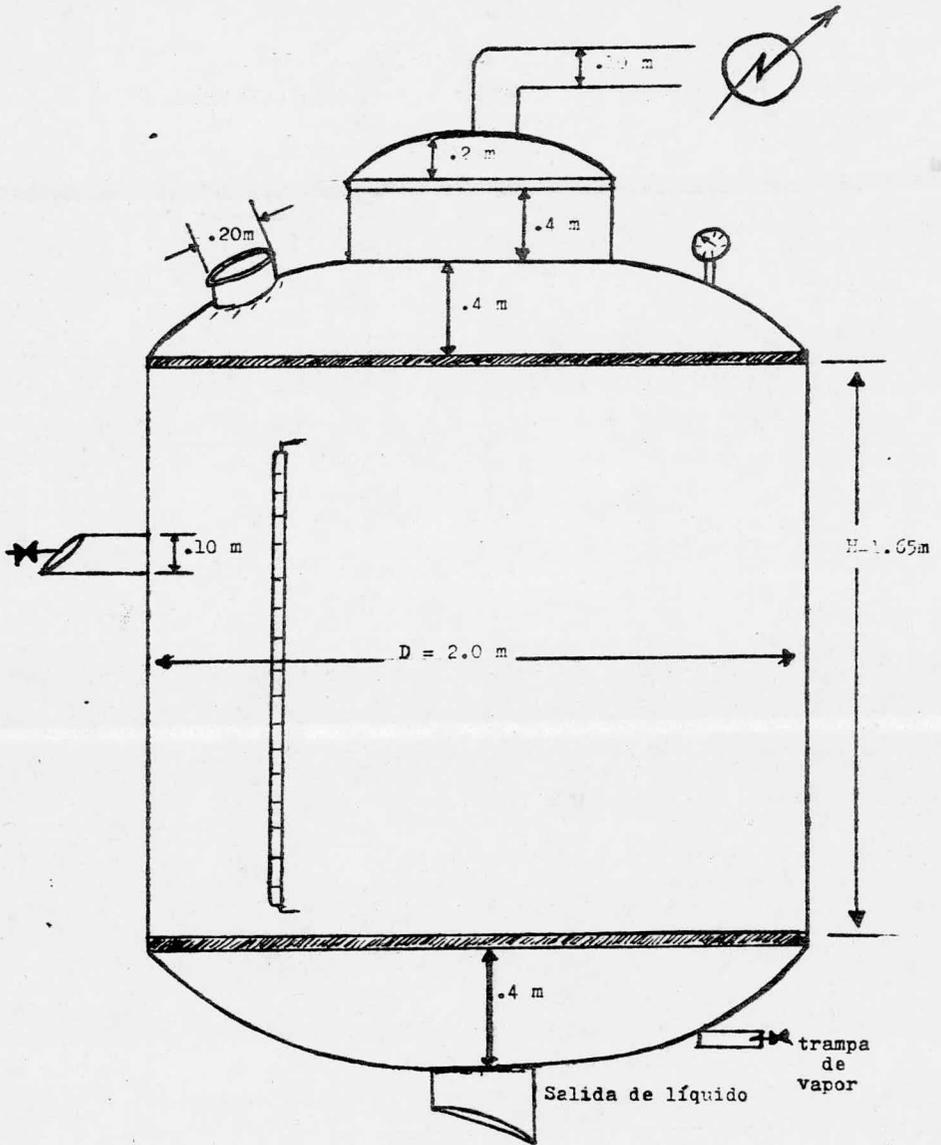
$$P = \pi D$$

$$P = \pi (2) = 6.2832$$

$$l = 49 \text{ m}$$

$$\text{Número de vueltas} = \frac{49}{6.2832} = 7.79$$

$$\text{Número de vueltas} = 8$$



DIBUJO DEL RECTIFICADOR

CAPITULO VII
LOCALIZACION E INSTALACION DEL EQUIPO

Localización de la planta.

La fábrica se localizará en Tlacolula, Oaxaca situada a 30 kilómetros de la ciudad de Oaxaca, por tener las ventajas que se describen con detalle más adelante. Tlacolula está a una altitud de 1616 metros sobre el nivel del mar, alcanzando una presión de 0.845 Kg/cm^2 , la temperatura es alrededor de 21 a 25°C.

La localización más adecuada para una nueva unidad -- productora debe orientarse hacia los mismos objetivos que el tamaño óptimo, esto es hacia la obtención de la máxima ganancia, si se trata del inversionista privado, y hacia la obtención del costo unitario mínimo, si se considera el problema -- desde el punto de vista social.

Los factores que influyen en la localización de la -- planta se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) Localización de la materia prima
- b) Mano de obra
- c) Terrenos disponibles
- d) Combustible industrial
- e) Facilidades de transporte
- f) Mercado
- g) Facilidades de distribución
- h) Energía
- i) Agua
- j) Condiciones de vida

k) Leyes y reglamentos

l) Clima

Se enfoca así el problema desde el punto de vista de la atracción de industrias hacia determinadas zonas del país.

a) Localización de la materia prima

En el lugar en donde se piensa instalar la fábrica de mezcal (Tlacolula, Oaxaca) se tiene maguey sembrado, ya que la ubicación de la materia prima es indispensable sobre todos los demás aspectos, pues esto origina un mínimo de gastos de transporte.

b) Mano de obra

En muchas industrias existe este problema porque se requiere de personas con conocimientos de lo que van a hacer, como por ejemplo en la industria del calzado. En este caso no hay ningún problema, pues en Oaxaca la mayoría de la gente conoce el trabajo de elaboración y siembra de el maguey por lo que hay mano de obra suficiente para abastecer la requerida en esta planta, siendo ésta además muy barata, pues en Oaxaca faltan muchas fuentes de trabajo.

c) Terrenos disponibles

Se cuenta con 450 hectáreas de terreno, estando sembrada una mayoría, para la cimentación del suelo es bueno, no habrán problemas de carga. Hay partes elevadas con ciertas pendientes por lo que el drenaje no presenta ninguna dificultad para tirar los residuos y así evitar los malos olores de la fábrica.

d) Combustible

El tipo de combustible que se empleará para la generación de vapor de la caldera es el diesel ya que su costo es mínimo, se contará con un tanque de almacenamiento de este combustible.

e) Facilidad de transporte

Se cuenta con los medios de transporte necesarios para distribuir la materia prima a la planta para la elaboración del mezcla, así como para la distribución al mercado, expendios y todos los lugares de consumo. Los vehículos para llevar a cabo ésto son camionetas, camiones, etc. además de que las carreteras se encuentran en buenas condiciones.

f) Mercado

Se peinsan abrir nuevas fuentes de mercado, además de los que existen ahora, ya que la meta no es nada más concentrarse al estado de Oaxaca, sino dar a conocer esta bebida en toda la República, así como objetivo principal el exportarla.

g) Facilidades de distribución

En la ciudad de Oaxaca y en los estados vecinos hay - localizados varios almacenes de distribución a donde llegará - el mezcal de la planta en diferente presentación y de ahí se - distribuye a las cantinas, expendios o locales pequeños.

h) Energía

La energía requerida para la planta son: vapor y energía eléctrica. El vapor se generará por medio de una caldera-

y la energía eléctrica se tomará de la fuente de abastecimiento del pueblo de Tlacolula con la ayuda de un transformador de corriente.

i) Agua

En esta zona hay pozos de agua que constituyen las -- fuentes de abastecimiento para los usos requeridos como son:

- 1.- Para uso industrial (agua usada en los procesos)
- 2.- Para sistemas de enfriamiento
- 3.- Para beber (ésta debe ser agua potable)
- 4.- Para el servicio y limpieza general
- 5.- Para la generación de vapor
- 6.- Para apagar incendios

j) Condiciones de vida

Las condiciones de vida en el estado de Oaxaca son -- pésimas debido a la falta de empleo.

k) Clima

El clima es favorable para la siembra del maguey, ya que éste no requiere de grandes cantidades de agua para su crecimiento, en Tlacolula la mayor parte del año es clima caluroso facilitando con ésto algunos procesos como la fermentación, cocimiento y destilación. En esta zona la época de lluvias es durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

1.- Leyes y reglamentos

Con respecto a este inciso, ya lo tratamos en un capítulo anterior sobre las leyes impuestas por la Junta Técnica - Calificadora de Alcoholes.

Localización del equipo e instalaciones

- 1.- Tranques y bombas
- 2.- Caldera y equipo a presión
- 3.- Sistemas de molinos
- 4.- Equipo para envase.

La estructura de la caldera debe ser en tal forma que permita una buena ventilación, impidiendo únicamente las corrientes de convección.

Las oficinas deben estar situadas lo más lejos del equipo, además de que éstas requieren de una mayor presentación, pues aquí es donde se realizarán las operaciones de tipo financiero.

Con respecto a los molinos y sus transmisiones, éstas deben estar cuidadosamente instaladas, ya que de no ser así -- producirán vibraciones excesivas, se cuenta también con un canal recolector del mosto, este canal debe quedar en la parte intermedia de los cimientos de los molinos y debe estar cubierto con azulejo para lograr una circulación constante así como también debe dársele un pequeño desnivel.

Por lo que toca al laboratorio debe estar debidamente equipado pues es un lugar de gran importancia en la fábrica, - contará con un autoclave, alambique, tanques para fermentación y equipo necesario para desarrollar pruebas y análisis.

Deberá haber un taller mecánico que tendrá como función darle mantenimiento a la fábrica.

Tanques y bombas

Debido a la escasez de agua superficial en esta región ya que las lluvias son temporales, es indispensable la construcción de un pozo artesiano ya que a poca profundidad es abundante.

Para sacar el agua del pozo se necesita una bomba centrífuga de paso múltiple y de eje vertical. Se contará también con un tanque de almacenamiento para agua, éste va a ser de forma cilíndrica y las dimensiones serán según las condiciones del fabricante y de acuerdo a las necesidades.

Sistema de bombeo

Con respecto al sistema de bombeo, para la fábrica se necesitarán las siguientes bombas.

a.- Bomba para elevar agua a la caldera	1 H.P.
b.- Bomba para cargar las tinajas	0.5 H.P.
c.- Bomba para cargar los alambiques	0.75 H.P.
d.- Bomba para la circulación del ordinario ..	0.75 H.P.
e.- Bomba para el rocío de agua	0.5 H.P.
f.- Bomba de la cisterna a los condensadores .	0.5 H.P.
g.- Bomba de combustible para la caldera	1 H.P.
h.- Bomba de pozo artesiano	x H.P.

De la bomba a, a la f deben de ser centrífugas y de un solo paso (un solo impulsor), esto es según el nivel freático. La bomba g debe ser positiva rotatoria, estas bombas son las más indicadas para el bombeo de aceites y por último la bomba h es centrífuga y de paso múltiple y de eje vertical. Como el agua de la región tiene una dureza muy elevada en partes por millón (CaCO_3 , MgCO_3) el mosto es ácido por lo que es con-

veniente adquirir bombas y accesorios de bronce.

Caldera y equipo que funcionan a base de vapor

Elección de la caldera:

Datos necesarios para su compra:

Capacidad de la caldera	.....	17.5 Kg/cm ²
Presión máxima de trabajo	.....	10.5 Kg/cm ²

Características de servicio.

Altitud	.....	1600 M.S.N.M.
Frecuencia eléctrica	.....	60 ciclos/seg.
En la población de	.....	Tlacolula, Oax.
Combustible que se utilizará	.....	Diesel.

Características del equipo.

Se eligió la caldera de tubos de humo, ya que el costo es bajo comparado con el costo de las calderas acuotubulares. La caldera de tubos de humo es una caldera dotada de tubos rectos rodeados de agua y a través de cuyo interior pasan los gases de la combustión. Estos tubos se instalan normalmente en la parte inferior de un tambor sencillo o de un casco, - abajo del nivel del agua.

Superficie de calefacción	.....	91.77 m ²
Presión de diseño	.....	10.50 Kg/cm ²
Ajuste de las válvulas de seguridad	.....	10.50 Kg/cm ²
Tipo de operación	.....	Automática
Tipo de caldera	.....	Tubos de humo

Equipo para embotellado.

Este equipo contará con la siguiente maquinaria:

- a.- Lavadora
- b.- Llenadora
- c.- Engargoladora
- d.- Engomadora
- e.- Banda transportadora

a.- Lavadora

Es de diseño circular, cuenta con: un recipiente de acero inoxidable seccionado según las necesidades, en el centro del cual está acoplado un distribuidor que gira en sentido de las manecillas del reloj. Su estructura estará construída en hierro troquelado, cuenta con dos motores eléctricos trifásicos de 3/4 de H.P.

b.- Llenadora

Se emplea para llenar los recipientes, estas llenadoras son para toda clase de líquidos sin gas y funcionan por medio de vacío, cuenta con un motor eléctrico de 1/2 H.P. de 50- a 60 ciclos por segundo, 220/44 V.

Todas las partes que entran en contacto directo con el producto se construyen totalmente de acero inoxidable, ya que el mezcal es altamente corrosivo.

c.- Engargoladora

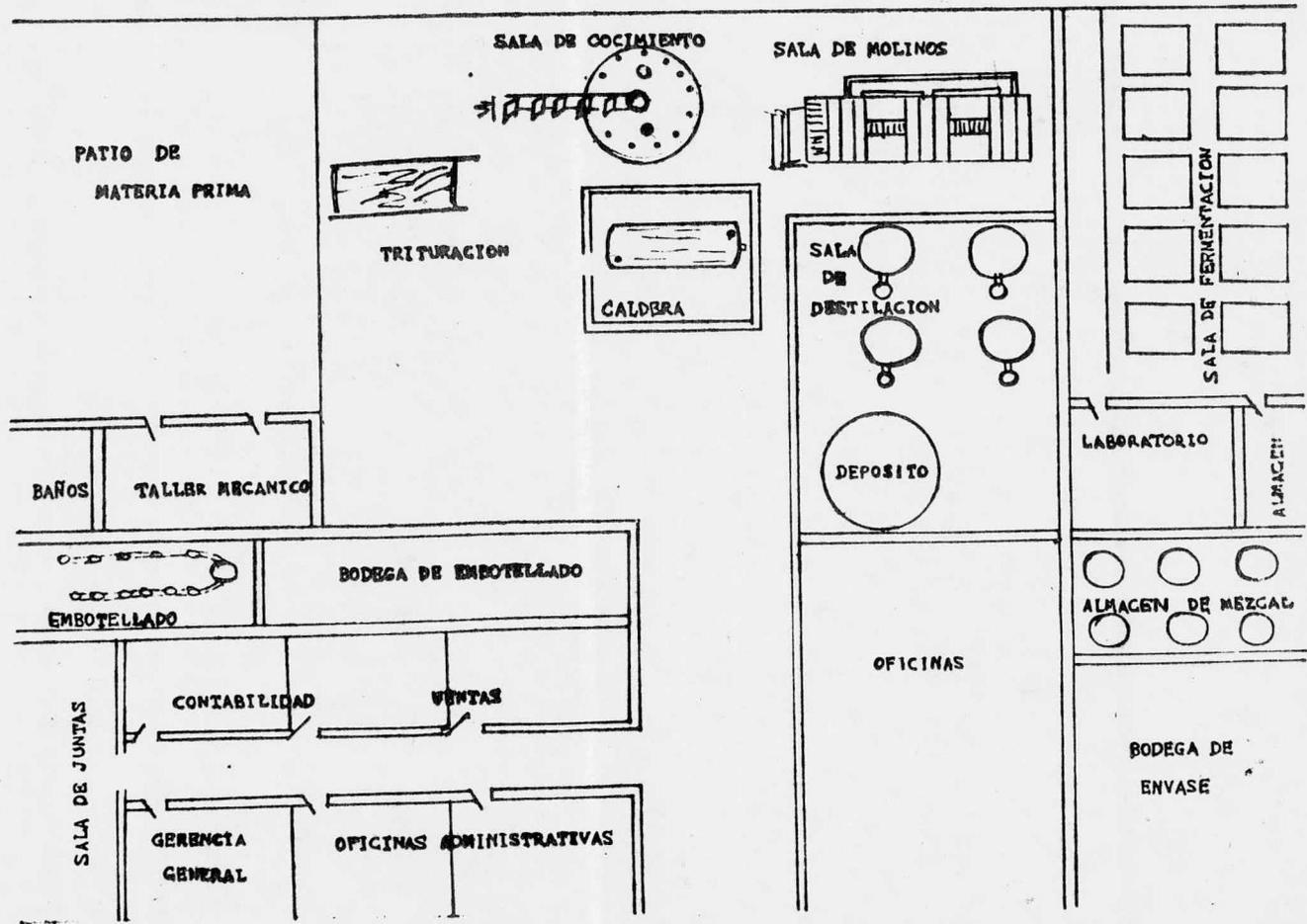
Es el fabricante de las tapas quien las vende o las alquila, dependiendo del tamaño de la botella.

d.- Engomadora

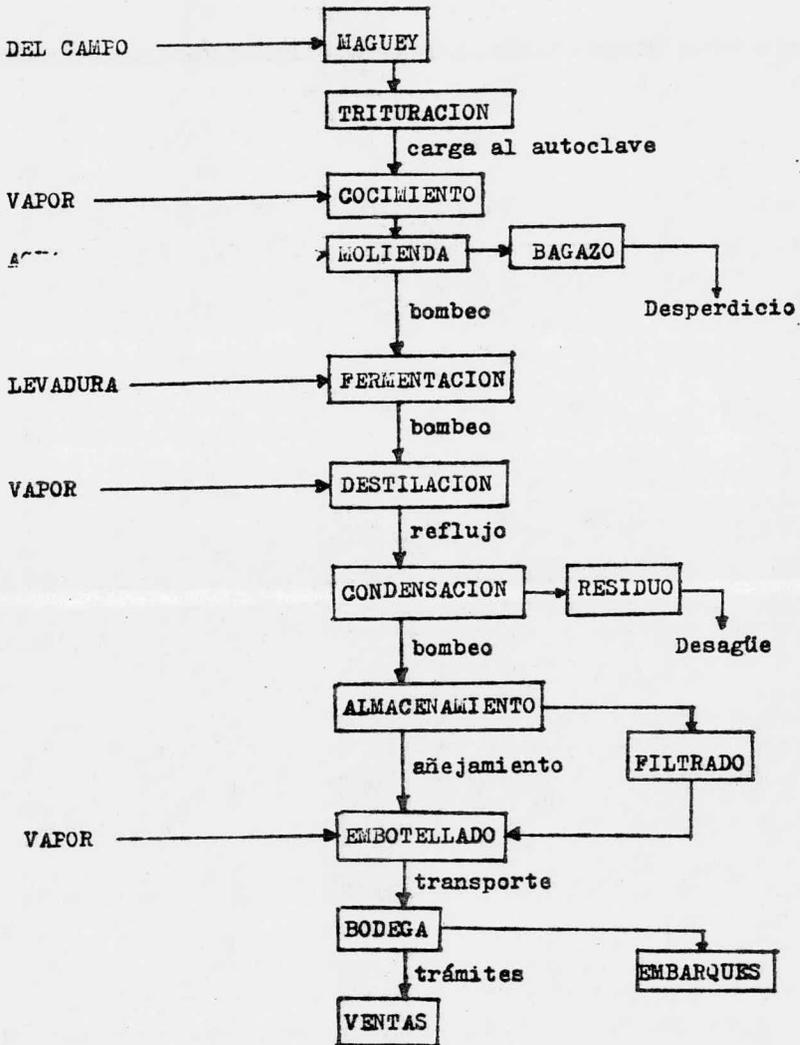
Consiste en una serie de rodillos y el pegado de las-etiquetas.

e.- Banda transportadora

Será de lona ahulada de 6" de ancho y mesa de trabajo de 25 cm de ancho en la lámina de acero inoxidable a todo lo - largo del transportador.



FLUJO DEL PROCESO



CONCLUSIONES

El objeto del desarrollo de este trabajo, es para mejorar las condiciones en la elaboración del mezcal. Al hablar de esto se comprende desde el primer paso que es la trituración del maguey pasando por el cocimiento que se realizará en un autoclave, lo cual significa un ahorro en el tiempo de cocimiento comparado con el método rudimentario que actualmente -- existe.

En este trabajo se describe cada uno de los procesos, desde que la piña y del maguey entra a la planta, ^{Industrial} la forma de triturarlo en las cuchillas rotativas para que al pasar al cocimiento, éste se realice más rápido, ya que los pedazos de maguey son más pequeños.

La fermentación va a ser realizada mediante la adición de levaduras, controlando temperatura, así como otros parámetros ya mencionados.

Hay un laboratorio bien equipado para el análisis de muestras tanto en el cocimiento, fermentación y destilación. - Son muy importantes todos estos análisis para la obtención de un buen producto ya que en la actualidad tienen muy poco control.

Para la destilación hay tres destrozadores y un rectificador, con este equipo hay un ahorro de tiempo considerable ya que en las ollas donde se realiza ahora son muy pequeñas y son calentadas a fuego directo. Otro de los puntos importantes es la higiene con que se debe trabajar.

La capacidad de la planta será de 720,000 litros anuales, suficiente para abastecer al estado de Oaxaca y gran parte de los estados vecinos, aunque el fin primordial es exportarlo para que así conozcan este producto, otro de los objetivos una vez establecida esta planta es crear nuevas fuentes de trabajo a mucha gente ya que sus condiciones de vida son pésimas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Burdon Kenneth L. and William Robert P.
Microbiología
P.C.S.A. 1976
- 2.- Foust A.S., Wenzel L.A., Clump C.W.
Principios de operaciones unitarias
C.E.C.S.A.
México 1974.
- 3.- Frazier W.C. ✓
Microbiología de los alimentos
ACRIBIA
España 1972.
- 4.- Hougen O.A., Watson K.M., Ragatz R.A.
Principio de los procesos químicos
Editorial Reverté S.A.
España 1964.
- 5.- Jiménez Antolín
Leyes de alcoholes
S.H.C.P.
México 1970
- 6.- Kern Donald Q.
Procesos de transferencia de calor
C.E.C.S.A.
México 1974.

- 7.- Kotler Philip
Dirección de mercadotecnia
Editorial Diana
México 1969

- 8.- Lehninger Albert L.
Bioquímica
Ediciones Omega S.A.
España 1972

- 9.- Manual Selmec
Décima Edición
México 1976

- 10.- Naciones unidas
Manual de proyecto de desarrollo económico
México 1958

- 11.- Perry John H.
Manual del ingeniero químico
Editorial UTEHA
U.S.A. 1974

- 12.- Rase Howard F. AND Barrow M.H.
Ingeniería de proyecto para plantas industriales
C.E.C.S.A.
México 1973

- 13.- Shield Carl O.
Calderas
C.E.C.S.A.
México 1970

- 14.- Treybal Robert E.
Operaciones con transferencia de masa
H.A.S.A.
Argentina 1973

TESIS

- 1.- Gay Molina Jorge
Mezcales de Oaxaca
Facultad de Química, UNAM
México 1949
- 2.- Garduño Aguilar Olga
Mezcales estudio económico
Edo. San Luis Potosí 1950
- 3.- Gómez Castellano Alicia
Análisis químico del maguey
Facultad de Química, UNAM
México 1945
- 4.- Somera M. Gabriel
Fabricación de mezcal
Facultad de Química, UNAM
México 1953