# Universidad Nacional Autónoma de México

## Escuela Nacional de Ciencias Químicas

# Estudio sobre la Producción y Análisis de los Mezcales del Estado de Oaxaca

Tesis

Que presentó el alumno:

Jorge Gay Molina

Para Obtener el título de Químico Farmacéutico

México, 1943

---

Fuente: acervo documental de Mezcal “La Venencia”

Capturado por **OmarMacias[punto]Com** para Mezcal “La Venencia”, con fines estrictamente de divulgación cultural, no de lucro.

contacto@omarmacias.com
mezcalestiocorne@yahoo.com.mx

U. N. A.

JORGE GAY MOLINA

# Estudio sobre la Producción y Análisis de los Mezcales del Estado de Oaxaca.

ESCUELA NACIONAL
DE CIENCIAS QUIMICAS

MEXICO
1943

Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional de Ciencias Químicas.

27 12 96
Librería Oaxaca
$ 10.00

# Estudio sobre la Producción y Análisis de los Mezcales del Estado de Oaxaca

## TESIS

Que para su Examen Profesional de Químico Presenta

JORGE GAY MOLINA

MEXICO
"LA FORMA" - SALVADOR 47
MCMXLIII

A mis queridos padres:
Lic. Gabriel Gay Fernández y
Lucila Molina de Gay.
con todo mi cariño y respeto.

A mi novia con todo cariño. y amor
esperando que todos nuestros
deseos y anhelos se cumplan.

G Gay H
5/X/43.

Al Sr. Dr. Demetrio Mayoral Pardo
y Sra. Celia I. de Mayoral Pardo.

A mis maestros:

Dr. Fernando Orozco D.
Ing. Q. Francisco Díaz Lombardo.
Q. Alfonso Graf G.
Ing. Q. Eduardo Paz H.
Ing. Q. Ernesto Ríos del C.
Ing. Q. Manuel Dondé.
Q. Rafael Illescas.

A los Señores

José Kuthy y
Eriberto Batiz

# Estudio sobre la Producción y Análisis de los Mezcales del Estado de Oaxaca.

---

CAPITULOS

1. - Estudio Botánico de la planta utilizada como materia prima.

2. - Estado actual de la industria.

3. - Diferentes métodos de fabricación.

4. - Análisis de diferentes muestras de mezcal de distintos lugares del Estado.

5. - Conclusiones y estadísticas.

Entre los productos típicos de nuestro país, se destaca, prominentemente en su género, el licor denominado "Mezcal" y de manera especial el elaborado en el Estado de Oaxaca y toda vez que su elaboración como veremos adelante, es actualmente rudimentaria, he creído que sería provechoso hacer un "Estudio sobre la producción y análisis de los Mezcales de Oaxaca" tendiente a llegar a conclusiones que ayudando a establecer la forma de mejorar la producción sobre bases científicas que permitan fomentarla, redunde en beneficio de nuestra industria y economía Nacionales.

Por lo tanto, me concretaré a desarrollar este trabajo, según queda definido en su enunciado "Estudio sobre la produción y análisis de los Mezcales de Oaxaca" sin entrar en otras consideraciones que las de orden científico y dividiéndolo en los cinco capítulos siguientes:

1.—Estudio botánico de la planta utilizada como materia prima.

2.—Estado actual de la industria.

3.—Diferentes métodos de fabricación.

4.—Análisis de diferentes muestras de mezcal de distintos lugares del Estado.

5.—Conclusiones y estadísticas.

Desde luego debo expresar que este no es un trabajo completo pues encontré gran dificultad para documentarme, ya que las zonas mezcaleras del Estado de Oaxaca, se encuentran muy separadas de su capital, y por lo tanto, es muy difícil visitarlas. Me concreté solamente a visitar algunos de las que tomé fotografías, muestras y procedimientos que en esta tesis describo. Así mismo, lamento no poder dar a conocer estadísticas exactas, o mejor dicho siquiera aproximadas, pues como en general el mezcal se produce en palenques de indios contrabandistas, al Estado le es muy difícil llevarlas sobre la producción, por lo cual las que aquí presento, no me fueron proporcionadas por el Gobierno, sino que son datos recogidos en los diversos lugares en donde estuve, proporcionados por personas enteradas del estado de producción, o por la Asociación Nacional de Productores de Alcohol.

## ESTUDIO BOTANICO DE LA PLANTA UTILIZADA COMO MATERIA PRIMA

En el estado de Oaxaca se utilizan para la obtención del mezcal, de preferencia los magueyes "Tobasiche", cuyo nombre científico es "Agave Karwinskii Zuccar" y se da principalmente en este Estado.

Sus características son: ligeramente caulescente, hojas de 30 o 40 en roseta, ensiformes, de 50 cm. a 1 m., y de 3½ cm. a 5 cm. de ancho, angostándose a una pulgada arriba de la base, rígidas, erguido extendidas, laucas, la espina punzante terminal, de una pulgada de largo, dientes subdistantes de color moreno obscuro o casi negro, deltoides, su tamaño a lo más es de 1½ cm., de largo, flores de ½ cm., a 5 cm., de largo con tubo muy corto, los segmentos son estrechos de color verdusco y de 2½ cm., de largo, los estambres de dos veces la longitud de los segmentos, su fruto o cápsula de 3½ a 5 cm. Estas flores y frutos se encuentran en un tallo de 3 o 4 mts., de alto llamado quiote y es característico en todos los magueyes.

Aparte del maguey antes dicho también son usados el llamado "Arruqueño" cuyo nombre científico es "Agave Potatorum Zuccar" y que tiene cerca de 20 hojas en roseta oblongo espatuladas de .60 a 1.20 mts., de largo, de 15.5 a 22.5 cm., de ancho en la parte de en medio y que se angostan a 10 o 12½ cm., arriba de la base, de color verde glauco, cara ligeramente cóncava, espina punzante terminal ligeramente decurrente, de 3½ a 5 cm., de longitud, con aguijones córneos en los bordes de color blanquisco terroso y que fué introducido al cultivo en 1830; y el espadilla o maguey mezcal cuyo nombre científico es: "Agave Rígida Elongata", que se encuentra principalmente en los distritos de Tlacolula, Miahuatlán y Ejutla, y que tiene 10 a 20 hojas de roseta, de 95 cm., a 1.10 mts., de largo y de 10 cm. a 15 cm., de ancho, pendúnculo incluyendo la amplia panoja tirsoide, de 6 a 7 cm., de largo.

En general estas plantas alcanzan una altura de 70 cm. La raíz es bulbífera y fibrosa, la parte cortical está bastante desarrollada y formada por pequeñas escamas cónicas entre las cuales se encuentran unos botones que constituyen el embrión de otra pequeña planta; las flores son amarillas dispuestas alrededor de un tallo bastante elevado (4 a 5 mts.) formadas por unas 30 hojas atrofiadas que se llaman quiote y que es como ya se dijo característico de todas las especies de maguey.

A la unión de la raíz con el tallo se le denomina cepa.

**Preparación del maguey.** En el Estado de Oaxaca en general, dejan desarrollar los retoños al lado del maguey que les dió origen sin ninguna clase de cultivo y de cuidado. Esto es en demérito de la industria porque así no alcanzan a desarrollarse en la forma debida, estorbándose los unos a los otros. Sin embargo en algunas partes del Estado se ha racionalizado el cultivo del maguey, pues se tienen campos debidamente abonados y cuidados en los cuales se siembran los retoños una vez que se han separado de la planta madre y en los que se tienen hasta que alcanzan una altura de 30 a 40 cm; después se sacan y trasplantan al



campo en donde se les va a dejar desarrollar colocándolos en surcos regulares igual que se hace en los demás cultivos racionalizados. A los dos años más o menos se cortan todas las pencas del tercio superior con el objeto de acrecentar el meyolote. Cuando el maguey tiene alrededor de 6 años, que es la época en que aparece generalmente el quiote, en casi todas las regiones del Estado, el agricultor tiene el cuidado de impedir su nacimiento, castrándolo de una manera conveniente, lo que tiene por objeto evitar que el quiote consuma en su desarrollo toda la savia amilaceo-sacarina de la planta, pues esta substancia es la que más tarde, mediante una adecuada transformación, dará origen al alcohol. Generalmente después de castrado se deja sembrado de seis meses a un año más, con el fin de que el corazón o meyolote aumente su riqueza amilaceo-sacarina. Al cabo de este tiempo se cortan las pencas por medio de un machete y se desentierra la cepa teniendo cuidado de no lastimar a los embriones.

Cuando se trata del maguey "Tobalá" únicamente se les quita la parte de la penca que no contiene jugo quedando en esta forma lo que se llama **cabeza** que es lo que se va a utilizar para la fabricación del mezcal. A esta parte de la planta preparada en esta forma se le llama también piña por su semejanza con esta fruta, pero generalmente es conocida en el Estado por el nombre de cabeza. El tamaño de estas cabezas es muy variado según la clase de maguey que sea, la calidad del terreno, la abundancia o escasez de agua y el cuidado de su cultivo, encontrándose por esto cabezas de un tamaño que fluctúa desde unos cuantos kilos hasta 70 u 80 kilos, y miden de 0.5 m., a un metro de diámetro.

## ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA

Entre los diversos lugares del Estado que visité como Santa Catarina Minas, Miahuatlán, Ejutla, Tlacolula, Ocotlán, Totolapa, encontré que en el Estado de Oaxaca esta industria es muy rudimentaria pues el mezcal se fabrica en lugares llamados palenques que no son otra cosa que unos techos de palapa, es decir, hojas de palmera de coco y formados por cuatro horcones que hacen las veces de sostén o pie y que a su vez sostienen a cuatro travesaños que son en los que se apoya el techo que puede ser de una, dos, o cuatro aguas.

Otras veces los indios utilizan sus propias casas o jacales para hacer allí la elaboración. Es cierto que encontré también instalaciones un poco más adelantadas y que tienen casas con cierto aspecto de fábrica o factoría, y empiezan a utilizar los adelantos de la industria como aparatos de cobre para destilación, levaduras seleccionadas y poco más o menos aclimatadas al floruro aunque, a decir verdad, sólo lo encontré en una fábrica y como vía de ensayo.

En su generalidad las fábricas que están más o menos establecidas se encuentran en las orillas de los ríos o arroyos, o bien en las cercanías de las cañadas en las que se encuentre agua, con el objeto de surtirse de la indispensable. En algunas fábricas se utilizan pozos perforados para el objeto; aunque según el decir de los prácticos, el mezcal sale de mejor

calidad con las aguas de arroyos que con las de los pozos siendo esto según mi manera de ver, debido a que las aguas de los arroyos presentan una dureza mucho menor que la de los pozos.

Si bien es cierto que esta industria se encuentra en este estado por ser los productores en su generalidad indígenas que fabrican el mezcal clandestinamente y que lo introducen a la capital mediante contrabando, circunstancia muy difícil de evitar por el Gobierno, debido a que en los lugares en que no amenazan a los inspectores de alcoholes, dejan que éstos destruyan las llamadas fábricas y tiren las existencias que encuentran, pues les sale más barato montar otra fábrica, que pagar al Gobierno el impuesto, que en relación con el valor de la instalación, es muy alto. Por lo tanto, si nos propusiéramos mejorar este producto y trabajarlo conforme a los últimos métodos de la ciencia, se tendría que hacer en estrecha colaboración con el Gobierno ayudando éste, en no cobrar tan elevados impuestos, fomentando el cultivo del maguey, refaccionando a los agricultores y productores o bien contribuyendo a la formación de sociedades cooperativas o sindicatos de producción con los cuales se pudiera engrandecer la industria en forma debida.

Para ello este es el momento más oportuno, pues en los Estados Unidos la demanda de mezcal es muy grande y llegan a pagar hasta cinco dólares por botella. Es de esperarse que esta demanda aumente día a día en vista de que los licores europeos no se importan ya, y los americanos escasean cada vez más, pues casi toda la producción de alcohol está destinada a usos bélicos y (aunque parezca mentira) esta industria sería como tantas otras nacionales, que aún son rudimentarias, una fuente de inmensos ingresos para nuestro gobierno, si son trabajadas como es debido.

Es cierto que en la actualidad muchos productores o más bien dicho muchos falsificadores se han aprovechado del adelanto de las industrias químicas para hacer mezcal sintético fabricado con una substancia "Mezcalina" y que mediante ella, esencias y alcohol, presentan un producto que tiene algunas características físicas muy semejantes a las del verdadero mezcal del que sólo puede distinguirse mediante un análisis químico minucioso. En vista de esto, creo que el Departamento de Salubridad debería penar la fabricación de esta clase de mezcal cooperando en esta forma a que se fabrique un producto legítimo en beneficio de los consumidores y de la misma industria.

## DIFERENTES METODOS DE FABRICACION

Puede decirse que los métodos de fabricación del mezcal son muy rudimentarios pues generalmente son procedimientos ideados por los indígenas del Estado. Por lo tanto, empezaremos por describir el método que se usa en los más elementales palenques, que se divide en las siguientes operaciones: 1 Preparación de las cabezas. 2. Tatemado de las piñas. 3. Picado o desmenuzado del melchonte. 4. Molienda. 5. Fermentación. 6. Destilación y 7. Redestilación.

1.—**Preparación de las Cabezas.** No todos los palenques tienen plantaciones de maguey propias y por lo tanto muchos de ellos tienen que



comprar la materia prima y a fin de evitar que el transporte les resulte muy caro, se despencan los magueyes en el mismo lugar en que se han comprado mandándose a la fábrica únicamente las cabezas. Una vez que se tienen estas cabezas en la fábrica, se procede a cortarlas siguiendo la dirección de un eje de manera que queden en dos porciones, operación que se hace a mano con un machete. Una vez que se ha hecho esto, se procede a la segunda operación que es la tatemación de las piñas.

2.—**Tatemado de las piñas e hidrólisis del almidón.** Cuando el procedimiento es completamente primitivo, se hace una excavación en el suelo de dos metros y medio de profundidad más o menos y de un ancho de cuatro metros. Ya hecha esta excavación, se coloca la leña que se va a utilizar para el calentamiento del horno. Sobre la leña se ponen después dos o tres capas de piedras calizas, preferentemente que sean de las llamadas piedra bola, usándose para este objeto, en el Estado de Oaxaca las piedras extraídas del río, y que deben cubrir perfectamente la leña; después se enciende el combustible y una vez que están las piedras al rojo, se colocan sobre éstas las matas de maguey ya cortadas como dijimos antes sin acomodarlas de una manera especial, pues esto sería imposible dada a la alta temperatura a que está el horno, pero procurando que queden colocadas en forma que el cocimiento sea parejo. No se llena completamente el horno, sino que se deja un espacio suficiente para poder cubrir los magueyes con hojas del mismo maguey, o bien con una tabla que embone en la boca del horno; esta tapadera se aísla con una capa suficiente de tierra encima con el fin de evitar la evaporación y ayudar a la conservación del calor.

En los procedimientos más adelantados la tatemación se verifica en horno de bóveda construídos de mampostería de unos 3½ a 4 mts. de largo, 3 mts. de ancho y 4 mts. de altura. Tienen una ventana de carga, una puerta de descarga y en el centro de la bóveda una claraboya de respiración. En su parte inferior llevan una parrilla de fierro que separa la leña de las piñas y que tiene por objeto evitar que las piñas se quemen.

En un solo caso encontré un horno que fuera calentado con vapor y cuya construcción era poco más o menos la misma del anterior. Estos hornos tienen la ventaja sobre los más primitivos que se pueden controlar mucho mejor y su carga y descarga es mucho más cómoda. La capacidad de los hornos es muy variable, pues no existe un patrón o regla para su construcción. Las piñas se dejan en el horno de 30 horas a 3 días según el tipo del horno dándose por terminada la tatemación según el criterio del hornero que, como vemos, es un práctico y como puede acertar puede no acertar.

La importancia de la tatemación o cocido estriba en que en los magueyes los azúcares se encuentran en forma de substancias amilaceas que no son directamente fermentables por lo que es indispensable una hidrólisis que los trasforme en azúcares que sí puedan fermentar. Esta hidrólisis se hace catalíticamente aprovechando la acción del calor, la acidez propia del maguey, y una temperatura elevada y sostenida por largo tiempo. Por lo tanto, esta operación es fundamental, pues de ella depende que se utilice la mayor parte de los almidones lo que redunda

en provecho de las mieles que serán más ricas en azúcares. En términos generales podemos decir que la reacción que se efectúa es la siguiente:

$$(C_6 H_{10} O_5)_n + n H_2 O + \Delta \longrightarrow n C_6 H_{12} O_6$$

En cuanto a rendimiento se calcula que una libra de almidón seco o substancia amilacea da casi una libra de azúcar.

Esta operación empírica es semejante al descubrimiento de Kirchhoff en Petesburgo en el año de 1811, pues él obtenía glucosa a partir de almidón. En la actualidad uno de los procedimientos para obtener la glucosa es tratar el almidón por temperatura alta y en presencia de ácido, siendo esta operación una verdadera hidrólisis mediante la cual el almidón se convierte en amilo y eritrodextrina. Al principio la hidrólisis se efectúa con bastante rapidez por cuya razón en un período de tiempo bastante corto, se transforma hasta un 50% de almidón y llegando a esta proporción la formación es más lenta. Según la teoría de Wohl se forman cuerpos dextriformes que son productos reversibles por una acción prolongada de los ácidos sobre la glucosa existente.

Por lo que vemos que esta operación es una de las que debía tener mejor control, pues es de las más importantes.

3.—**Desmenuzado, cortado y picado del melchonte.** Las cabezas tatemadas como ya hemos visto, están todavía muy grandes pues sólo han sido cortadas en dos porciones según un eje por lo cual es necesario reducirlas a pedazos más pequeños que faciliten la extracción de la miel. Esta manipulación se hace a mano, generalmente con machetes, aunque en algunos lugares se han adoptado mecanismos de cuchillas semejantes a las usadas para cortar la caña de azúcar.

Una vez que se han desmenuzado en la forma conveniente las cabezas, los trozos se llevan a unos molinos que son los encargados de continuar la destrucción de los tejidos o bien, en procedimientos más primitivos, a tinas en donde van a ser desmenuzados por medio de unos mazos de madera hasta que se obtenga con ellos una masa que mezclada a la miel y al diluirse con agua va a ser fermentada.

4.—**Molienda y Extracción del Jugo.** La finalidad de la molienda como ya expusimos, es hacer la disgregación del tejido vegetal y la extracción de la miel. Se efectúa en molinos rudimentarios que son de tipos muy diversos del que describimos antes, de disgregación con masas, hasta los que se aproximan un poco más a los adelantos modernos.

En los procedimientos un poco más adelantados encontramos el molino llamado de tipo chileno que consiste en un tanque de mampostería de unos cinco a seis metros de diámetro y unos sesenta cm. de fondo. En su centro tiene un tallo sobre el que descansa el eje horizontal que atraviesa una rueda maciza de piedra como de un metro cincuenta centímetros de diámetro y cincuenta centímetros de espesor.

Las piñas se ponen en el piso previamente reducidas a pequeños fragmentos por medio de los machetes y se pone en movimiento el aparato por medio de tracción animal, se deja trabajando hasta que se con-



sidera suficientemente exprimido. El líquido que proviene de esta expresión, es recogido mediante un tubo inferior de salida. El residuo de esta primera expresión se puede utilizar para agregárselo a las tinas de fermentación o bien para lavarlo con agua, y así extraerle los residuos que pueden quedar de los azúcares.

En algunos lugares se utilizan unos trapiches elementales horizontales que se construyen totalmente de madera y que en su parte inferior tienen la cuba para recoger la miel. Este trapiche es movido mediante animales y como puede entenderse, la extracción que puede hacer no es completa.

5.—**Fermentación.** La fermentación tiene por objeto la transformación de los azúcares procedentes de las inversiones que hemos dicho antes en alcohol y bióxido de carbono y otros productos propios de todo fenómeno fermentativo mediante un agente biológico como es la levadura.

En el caso de la fabricación del mezcal generalmente las levaduras son las que se encuentran o bien en el aire o propiamente en el maguey del mezcal. Según estudios hechos por el Maestro López Bello en su tesis "Estudio de las Levaduras de los Mezcales Mexicanos" se ha visto que pertenecen al género Sacaromices y las hay de los tres tipos del propio género según su morfología y diferencia en la formación de anillo y velo en los cultivos líquidos, caracteres culturales en estrías y picaduras, forma de las colonias gigantes y formación de esporas.

Primer Tipo.—Sacharomyces-Elipsoideus (de forma ovoide).

Segundo Tipo.—Sacharomyces-Cereviciae (de forma esférica).

Tercer Tipo.—Sacharomyces-Pastorianus (de forma alargada).

Las fermentaciones son procesos químico biológicos que producen reacciones químicas en substratos generalmente orgánicos, como son proteínas, carbohidratos y grasas, debido a la acción catalítica de substancias bioquímicas conocidos como enzimos los que son elaborados generalmente en forma específica por los microorganismos vivos.

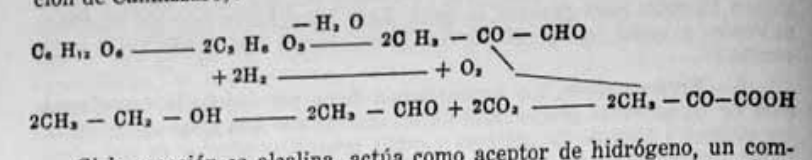
En toda fermentación se distinguen convencionalmente, tres grupos de substancias: 1.—el sistema fermentativo. 2.—el substrato de la fermentación, es decir, la substancia que es descompuesta por la acción del sistema fermentativo. 3.—los productos de la fermentación.

Así tenemos que, en la fermentación alcohólica como fermento actúa la levadura; como substratos de la fermentación los azúcares, y secundariamente, proteínas, y como productos de la fermentación alcohol etílico, ácido acético, ácido láctico, ácido butírico, bióxido de carbono, amoníaco, etc., etc.

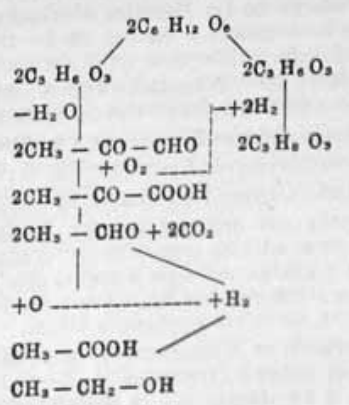
**Esquema de Neuberg.**—Para explicar la fermentación utilizaremos el esquema de Neuberg y que está basado, en parte, en el hecho de que el ácido pirúvico es producto intermedio en la fermentación y es fermentado en una proporción igual a la de la glucosa y en el hecho de que pueda aislarse una triosa.

Una molécula de exosa se desdobla en dos de triosa ($C^3 H^4 O^3$) que es, probablemente una forma hidratada del metil glioxal, aldehido-cetona que se convierte a su vez en ácido pirúvico por oxidación, al mismo tiempo

que otro producto de la reacción es reducido, pues es bien sabido que no puede haber en una reacción oxidación sin reducción o viceversa. El ácido pirúvico se desdobla en acetaldehido y bióxido de carbono por la acción de un enzimo que es la carboxilasa. A su vez el aldehido acético en un medio ácido se reduce a alcohol mientras que el metil glioxal, se oxida a pirúvico cosa que como vemos es una óxido-reducción simultánea. (Reacción de Cannizzaro).




Si la reacción es alcalina, actúa como aceptor de hidrógeno, un compuesto que se cree es inestable y entonces la triosa ($C^3H^6O^3$) se reduce a glicerol y aldehido acético, que mediante una oxidación pasa a ácido acético y que en parte se reduce a etanol (Reacción de Cannizzaro).




La reacción general básica en la fermentación alcohólica normal es la que representamos en el primer esquema, aunque también, en parte es según el segundo esquema pues encontramos en esta reacción glicerol y ácido acético.

Teoría basada en estudios hechos por Meyerhof, Dean Burk, Wiltstatter y Rohdenwald nos demuestran que la glucosa se condensa en un compuesto semejante al glicógeno animal, que es después descompuesto por enzimos en glucosa activa. Estos investigadores encontraron que después de la adición de la levadura la fermentación medida por el desarrollo de gas carbónico no empieza sino después de seis a ocho minutos, pero se ha visto que después de uno a uno y medio minutos de la adición de la levadura de la tercera a la cuarta parte del azúcar había sido reducida en sentido químico de la solución mientras que la concentración



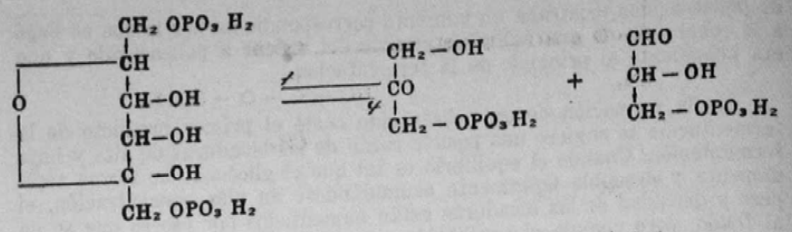
de polisacáridos mostraba un aumento correspondiente por lo que se llegó a la conclusión de que había un cambio del azúcar a polisacárido y que era procedente al principio de la fermentación.

En la formación de un polisacárido como el primer producto de la fermentación se sugiere una posible razón de las levaduras de alta y baja fermentación. Cuando el equilibrio es tal que el glicógeno se forma rápidamente y desdoble lentamente acumulándose en alta concentración, el peso y densidad de las levaduras están aumentados por eso es que se va al fondo, pero cuando el equilibrio ensimótico es tal que el polisacárido se forma lentamente y desdobla rápidamente estará presente sólo en baja concentración y entonces el peso y densidad de las levaduras serán bajos y por consiguiente las levaduras tenderán a subir.

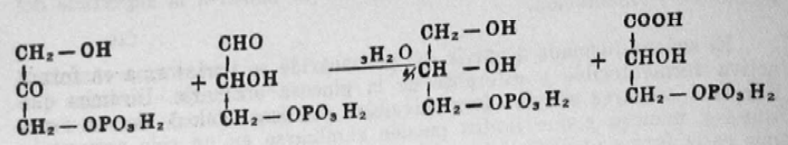
Según algunos autores las levaduras de alta fermentación son llamadas así porque la producción de alcohol es mayor y porque tienen alrededor una capa de goma o mucílagos que engloban las pequeñas burbujas de $CO_2$ sirviéndoles como flotadores por lo que suben a la superficie del líquido en fermentación.

El azúcar formada a partir del polisacárido se transforma en forma activa fermentecible y diferente de la glucosa ordinaria. Diremos que hay tres azúcares simples fermentecibles (monosacáridos) glucosa fructuosa y manosa y que juntos pueden cambiarse en un solo compuesto que es la forma enólica. Estos tres azúcares se combinan cualquiera que sea la naturaleza del azúcar activo, con el ácido fosfórico, uniéndose cada molécula de exosa con dos de ácido fosfórico siendo fermentado solamente cuando se encuentra en esta forma. Se ha logrado aislar una exosa monofosfato, lo que sugiere que la molécula de exosa activa se une primero a un ión fosfórico y luego a un segundo.

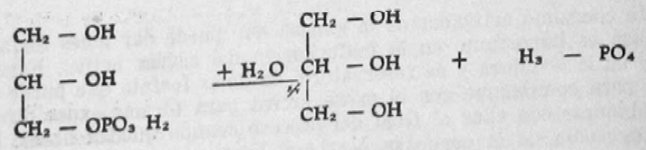
Un coenzimo activador de la zimasa que puede dar iones fosfato, la cozimasa es importante en la fosforilación del azúcar activo. Está contenida en la levadura y es reservatorio de iones fosfato que puede dejar libres para combinarse con la exosa activa para formar exosa difosfato y combinarse con ellas al final del proceso cuando quedan libres. En la desintegración de la cozimasa Myrback logró obtener la adenina, una desoxipentosa, un ácido ortofosfórico y un complejo nitrogenado aún desconocido. La constitución de esta cozimasa no está aún bien establecida. La cozimasa es activa en presencia de iones magnesio, manganeso y amonio (medicina y química 129-130 III-Bayer 1937). El ión fosfato contenido en la cozimasa se desprende de ésta por fosfatasas presentes en la levadura. La fructuosa difosfato formada se desdobla en dos moléculas de triosa fosfato con las cuales está en equilibrio.



Durante el estado inicial de la fermentación, dos moléculas de triosa fosfato se transforman en una molécula de ácido tres fosfoglicérico y una molécula de α glicerofosfato por una reacción de óxido reducción en la que actúa la cozimasa.

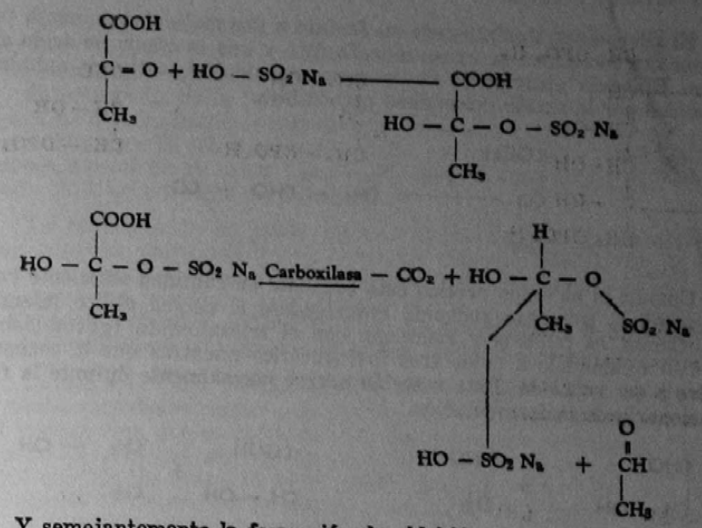


El alfa glicerofosfato se hidroliza a glicerol y ácido fosfórico.



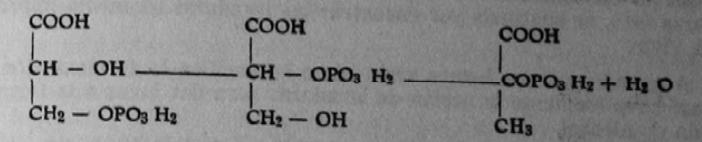
Esta reacción explica la presencia de la pequeña cantidad de glicerina que se produce en la fermentación. Uno de los más fuertes argumentos que hablan en pro del esquema de Neuberg es la explicación de como se forman las pequeñas cantidades de glicerina que se hallan siempre en todos los líquidos que han sufrido una fermentación alcohólica; la demostración de la formación intermediaria de ácido pirúvico que problemáticamente pudiera tener origen en el metil-glioxal queda brillantemente comprobada por el gran aumento de producción de glicerina y aldehido acético cuando la fermentación se efectúa en presencia de bisulfito de sodio.



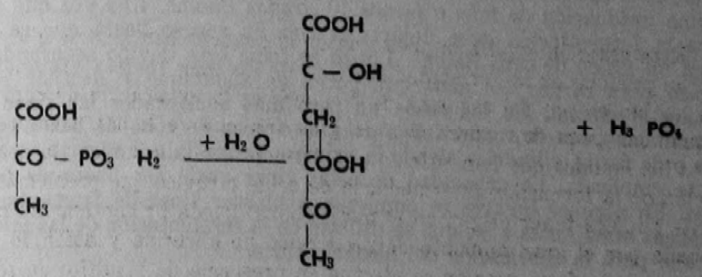


Y semejantemente la formación de aldehido glicérico es acrecentada por la fijación de este producto, como producto de adición bisulfítica desviando las dismutaciones antes descritas a la formación de mayores cantidades de glicerina.

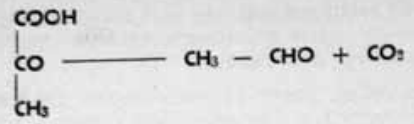
Por medio de una serie de reacciones enzimóticas el ácido tres fosfoglicérico pasa a ácido dos fosfoglicérico y por último a ácido fosfopirúvico.



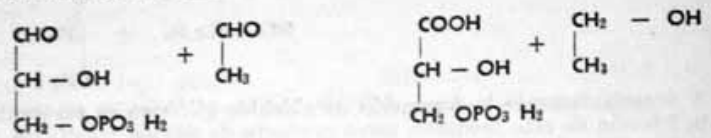
El ácido fosfopirúvico es desfosforilado por el ácido adenílico de la levadura para formar el ácido pirúvico. El ácido adenílico toma el ión fosfato para convertirse en adenosinatrifosfato.



El adenosinatrifosfato cede su fosfato a dos moléculas de exosa para formar dos moléculas de exosa monofosfato y una molécula de ácido adenílico. El ácido pirúvico se descompone en aldehidoacético y anhídrido carbónico por la acción del enzimo carboxilasa.




Cuando el aldehido acético está presente en cantidad suficiente reacciona con la cozimasa reducida reduciéndose a alcohol etílico mientras la cozimasa es oxidada y reacciona con el triosafosfato (gliceraldehido fosfato) oxidándolo a ácido tres fosfoglicérico mientras que la cozimasa vuelve a ser reducida. Esta reacción ocurre normalmente durante la fase estacionaria de la fermentación.




El ácido fosfoglicérico así formado se descompone a través de la serie de reacciones ya dichas para producir más aldehido acético que reacciona con más triosafosfato para producir ácido fosfoglicérico repitiéndose este ciclo, hasta el fin de la reacción o sea hasta el momento en que la concentración alcohólica es la requerida, o bien en caso de pasarse ésta, se suspende por encontrar las levaduras un medio impropio para vivir.

A grandes rasgos hemos visto cómo se verifica la fermentación de los azúcares mediante la acción de levaduras para dar lugar a la fermentación de alcohol.

En el caso especial del mezcal para obtener el alcohol una vez que se ha obtenido el melchonte molido, se cargan las tinas que son en los casos primitivos, unas canoas de madera a las que le caben hasta 500 y 600 litros; se le agrega agua tibia según lo vaya necesitando hasta que obtenga una graduación de más o menos 10 grados Baumé. Una vez que empieza la fermentación debe dejarse la tina en reposo hasta que se obtenga un grado de cero Baumé. Luego se toma este líquido separando el bagazo para cargar las ollas que hacen de alambique y destilar para obtener el mezcal. En los casos un poco más adelantados las tinas de fermentación son de madera de forma de tronco de cono de bases paralelas o de forma cilíndrica siendo la primera forma la que es más comunmente empleada. La capacidad de estas tinas suele ser hasta de 5000 litros. En algunos lugares se empiezan a utilizar tinas de fermentación metálicas semejantes a las que se utilizan en la fermentación de las mieles de caña para la fabricación del alcohol etílico.



Las tinas se cargan con el bagazo cuando éste no ha sufrido una expresión agotante y es por esto, que las tinas tienen el aspecto de una masa fibrosa impregnada de miel y que llega casi hasta el borde de la tina.

El primer día de la fermentación tiene un color café rojizo que poco a poco va desapareciendo pasando a un color oscuro a medida que transcurre el tiempo. El sabor así como el olor no son desagradables pero hay algunos mostos de un sabor sumamente amargo creyéndose que esto depende de la procedencia del maguey.

La fermentación no puede ser más imperfecta ya que el mosto no tiene ninguna protección y con seguridad encierra además de las levaduras un gran número de bacterias, además no se tiene la precaución de seleccionar las levaduras ni de formar un pie de cuba que asegure una fermentación rápida y exenta de contaminaciones que darán lugar a la formación de productos tóxicos que demeritarán la calidad del mezcal.

Debido a la masa fibrosa inmóvil no hay rotación ni movimiento en el mosto, encontrándose por esto una variedad de temperaturas en el seno del mismo, cosa que es indebida e irregular en todo proceso de fermentación. La miel que sale de los molinos siempre se diluye a una densidad que fluctúa entre 10 y 12 grados Baumé, lo que tiene por objeto facilitar la fermentación, ya que como es sabido una miel rica en azúcar no se fermenta rápidamente porque la misma actúa como agente conservador.

En casi todos los lugares de producción en el estado la dilución se hace empíricamente ya que se carece de areómetros adecuados. Como regla general y sacando el promedio de los procedimientos empleados, las tinas se cargan en sus dos terceras partes con bagazo saturado de miel y la tercera parte restante se completa con agua tibia y miel de modo que el total llegue a la concentración ya indicada.

La fermentación de cada tina dura varios días y mucho depende la misma de la temperatura ambiente. En los lugares cálidos y resguardados de las corrientes de aire se efectuará en menor tiempo que en los lugares en donde no se tienen resguardadas las tinas sino que están expuestas a todas las inclemencias. En algunos palenques se tiene la costumbre de disponer las tinas en una forma que aprovechen el calor que se desprende del alambique.

Como regla general podemos decir que la fermentación puede durar desde tres días hasta 10 según las condiciones de la fábrica. La operación se da por terminada cuando se tiene una graduación de 0 grados Baumé o en caso de faltar el areómetro que es lo más común y corriente, cuando el práctico lo crea conveniente. Al final la tina presenta un aspecto repugnante, pues tiene un color obscuro, un olor sumamente desagradable y se ve toda la superficie llena de moscas, mosquitos y otros insectos que o bien han caído adentro o revolotean encima de ellas.

**6.—Destilación.** Los procedimientos de destilación que se siguen en los palenques para la obtención del mezcal son en extremo sencillos y como veremos más adelante, completamente anticuados.

El método más empleado es el del alambique que podríamos llamar mbique indígena" pues es fabricado por los indios en sus palenques ue por su sencillez y bajo costo es el más indicado para ser usado gentes que carecen de medios de montar una fábrica en forma.

Este alambique consiste en una olla de barro grande que hace de piente; otra olla, del mismo tamaño, que se coloca sobre de la ante- quitándole el fondo y sellando las junturas con barro; en la parte rior se coloca una lámina y una penca que sirve para que escurran líquidos procedentes de la destilación. La lámina hace las veces de igerante pues al calentar directamente la olla que sirve de recipiente, vapores alcohólicos suben y al encontrar la lámina que está fría se lensan. En muchos lugares se ha hecho un adelanto a este alambique iéndole en lugar de la penca que sirve de escurridera un tubo, que puede ser de carrizo o bien de madera, tapando las juntas entre la la lámina y el tubo con barro. En estos casos el tubo sirve también o refrigerante evitándose con esto la pérdida de un por ciento muy te de alcohol, que en la otra forma no alcanza a condensarse y se de en el aire.

El funcionamiento de estos alambiques, por lo tanto, es muy sencillo, únicamente consiste en cargarlos con la miel que ha sido previamen- mpiada del bagazo, pues éste se puede utilizar mezclado con piloncillo ua para hacer un pie para las tinas que han sido nuevamente cargadas niel. En estos alambiques en la primera destilación se recoge lo que ama vulgarmente en los palenques, "cabezas".

Otro de los métodos de destilación utilizados es el viejo alambique obre de destilación discontinua y que consiste en el recipiente de cobre un refrigerante del mismo metal que en estos casos ya tiene un anto y es el de estar refrigerado por agua y como medio de calefac- tiene un fogón en el que se quema leña y que calienta directamente zo de cobre o alambique. Casi todos los alambiques de este tipo que san en el Estado de Oaxaca son pequeños y de tipo sumamente an- o.

El funcionamiento en este segundo procedimiento es muy semejante l primitivo alambique de ollas, y consiste en cargar con la miel, ca- r a la temperatura conveniente para que se desprendan los vapores ólicos y refrigerar el serpentín con agua fría, saliendo en esta forma apores condensados en forma de chorro.

Los alambiques de funcionamiento continuo y con torres de destila- fraccionada no son empleados en el Estado de Oaxaca debido a que sto es bastante elevado. Un modo de mejorar la calidad del mezcal utilizar estos alambiques pues en esta forma se evita la redesti- n, debido a que la concentración del destilado es alta.

.—**Re-destilación.** Como ya hemos dicho, tanto en los alambiques de omo en los de cobre, la primera destilación da lo que se llaman ca- y que no son de sabor muy agradable ni de un bouquet muy fino, o que es necesario re-destilarlas para conseguir una buena calidad ezcal. La re-destilación se hace, o bien en los mismos alambiques



en que se ha hecho la primera destilación, o bien en alambiques que utilizan exclusivamente para la redestilación. En algunos lugares de Oa ca es muy famoso el mezcal llamado de "pechuga" que no es otra c que el mezcal común y corriente al cual se le agregan unas pechu de pollo o de pavo en el momento de hacer la re-destilación, en algu casos suele agregársele también cáscara de frutas tales como naran piñas, etc. En la actualidad es poco frecuente esto, pues únicamente s da el nombre de mezcal de pechuga arbitrariamente, pues casi ya no le ponen las consabidas pechugas.

Diremos algunas palabras sobre el mezcal añejo, que es un me que se ha dejado durante algún tiempo en cubas de diversas madera que toma un sabor característico por lo que se nota algo diferente al mezcal común.

Algunos productores quisieron introducir como novedad poner las botellas del mezcal gusanos del maguey del mezcal, con el objeto hacer creer que en esta forma tomaba el mezcal un sabor más agrad y mejoraba su calidad, cosa que por lo expuesto no tiene razón de se es indebido pues puede ser nocivo a la salud.

## ANALISIS DE DIFERENTES MUESTRAS DE MEZCAL

En este capítulo describiremos los métodos que seguimos para diferentes determinaciones que son necesarias para hacer un anál completo del mezcal y que son los métodos oficiales para el análisis alcoholes, aguardientes y similares.

El mezcal, como todos los licores llamados espirituosos, además alcohol y agua, encierra substancias volátiles entre las que encontra ácidos, principalmente, acético, butírico y valeriánico.

**Esteres.** Siendo el más abundante el acético aunque existen o en menor proporción.

**Alcoholes Superiores.** Principalmente encontramos el amílico, el butírico y el propílico.

**Aldehidos.** Principalmente el acetaldehido.

**Furfurol.**

Para analizar un mezcal y todos sus componentes con el fin de f su calidad haremos las determinaciones siguientes:

## CARACTERES ORGANOLEPTICOS

**Ensayo Preliminar.** (Según Savalle).
Densidad.
Grado alcohólico aparente.
Grado alcohólico real.
Extracto seco.
Acidez total.

Acidez volátil.
Acidez fija.
Esteres.
Alcoholes Superiores.
Aldehidos.
Furfurol.
Investigación de las adulteraciones.

Los resultados se expresarán según la forma convenida en la Convención Internacional reunida en París en el año de 1910: en gramos por litro y en miligramos por 100 c. c. de alcohol anhidro, calculándose las acideces en ácido acético, los alcoholes superiores en alcohol amílico, los aldehidos en aldehido acético, los grados alcohólicos se expresarán por ciento y los demás datos por litro.

**Caracteres Organolépticos.** La catadura constituye el complemento del análisis para el químico pues es el único método de reconocer la bondad del producto sin atenerse a los resultados del análisis. Se verifica en una copa especial ancha en su base y estrecha en su parte superior. Se ponen 25 c.c. del mezcal, se añade su volumen de agua tibia, se tapa la copa con la mano, se agita y después se percibe el olor. Se gusta llevándose una porción a la boca, arrojándolo y paladeando después para darse cuenta de la impresión producida.

**Ensayo Preliminar.** (Según Savalle). En este procedimiento el reactivo usado es ácido sulfúrico puro de 96% y el modo de operar es el siguiente:

En un matraz de fondo redondo y de 50 c.c. de capacidad se ponen 10 c.c. de mezcal y se añaden 10 c.c. de ácido sulfúrico haciéndolo resbalar por las paredes teniendo cuidado de no mezclarlo; se deja en reposo 30 minutos. Se observa la zona de contacto por transparencia y poniendo como fondo un papel blanco.

1.—Si ésta no toma coloración no hay materia azucarada, ni caramelo.

2.—Si se observa tinte amarillento, existen materias azucaradas o caramelo.

3.—Tinte rosado indica esencia en proporción elevada.

Hechas las observaciones anteriores se mezcla agitando vivamente y se deja enfriar.

1.—Tinte amarillo moreno indica caramelo.

2.—Tinte moreno que se vuelve negro, materia azucarada o reforzadores.

3.—Tinte amarillo que se produce inmediatamente y aumenta con el enfriamiento, productos de cabeza.

4.—Tinte rosado, pasando al amarillo y llegando inmediatamente al máximo de intensidad, más de 0.1 gm. de esencia por litro.

5.—Tinte rosado persistente, menos de 0.1 gm. de esencia por litro.



**Densidad.** Para la determinación de la densidad se pone el mezcal a una temperatura de 15 grados y mediante el densímetro se ve directamente la densidad del mezcal.

**Grado Alcohólico Aparente.** Se entenderá por grado Gay Lussac de los alcoholes su fuerza real, o sea la lectura directa del alcohómetro corregida por temperatura a 15 grados centígrados. Para esta determinación se empleará el alcohómetro centecimal de Gay Lussac, graduado a 15 grados centígrados; la escala de 30 a 50 grados deberá tener un largo mínimo de 60 milímetros. El termómetro que se emplée, deberá tener una distancia de grado a grado por lo menos de 1.5 milímetros. La probeta en que se haga la medición, deberá tener un diámetro cuando menos de 40 mm. mayor que el diámetro del bulbo del alcohómetro.

**Determinación.** Se llena la probeta con el líquido en estudio y se sumerge con cuidado el alcoholómetro, de manera que el bulbo queda aproximadamente centrado en la probeta. Se deja en reposo durante un minuto y se lee en la tangente del menisco inferior. Esta lectura podrá hacerse a 15 grados centígrados o a la temperatura ambiente corrigiendo después por medio de las tablas.

**Grado Alcohólico Real.** Para determinar el grado alcohólico real de un mezcal, se necesita un matraz de destilación de unos 300 c. c. de capacidad unido a un refrigerante que debe tener una longitud cuando menos de 1.20 m. de largo preferentemente en posición vertical, unido a una alargadera y ésta a su vez a un tubo de vidrio terminado en punta. El objeto de todo esto es alcanzar un grado de condensación suficiente para que no haya ninguna pérdida de alcohol a consecuencia de una mala refrigeración.

**Determinación.** Se miden en un matraz aforado 100 c. c. de mezcal a una temperatura aproximada de 15 grados centígrados; se ponen estos 100 c .c. en el matraz de destilación y añadiendo agua destilada al mezcal que ya hemos puesto en el matraz; agregamos una piedritas de tezontle para regularizar la ebullición y procedemos a la destilación. Se recoge el destilado en el matraz aforado que hemos utilizado poniendo en éste una pequeña cantidad de agua con el fin de que la punta del refrigerante quede sumergida en el líquido, cosa que tiene por objeto evitar toda pérdida de los vapores alcohólicos. Se suspende la destilación cuando falta poco para llegar al aforo del matraz y procurando tener el líquido a 15 grados se afora a 100 c. c. Se toma el grado alcohólico como el anterior y se reduce a 15 grados por medio de las tablas correspondientes. En general el grado alcohólico real es mayor que el grado alcohólico aparente, debido a que los mezcales contienen cierta cantidad de substancias fijas, que aumentando la densidad ocultan el grado alcohólico real, fenómeno que ha recibido el nombre de obscuración.

**Extracto Seco.** Para obtener el extracto seco se evaporan en baño de maría 25 c.c. de mezcal puestos en una cápsula de fondo plano previamente tarada, se calienta hasta que ya no pierda peso en la estufa a una temperatura de 105 a 110 grados; se enfría en el desecador y se pesa. El aumento de peso que experimenta la cápsula después de haber evaporado el mezcal es el peso de substancia que nos quedó; para obtenerlo por ciento

haremos la siguiente proporción.

$$\frac{A - B}{100 - X} \qquad X = \frac{BX100}{A}$$

En donde A es el número de centímetros cúbicos que tomamos de mezcal. B es el peso del extracto y X en el extracto dado en por ciento.

A partir del extracto seco se puede verificar el grado alcohólico real según la fórmula de Blarez:

A — a (E x $\alpha$)
A — Grado Alcohólico Real.
a — Grado Alcohólico Aparente.
E — Cantidad de Extracto Seco por mil.

Los valores de L los encontraremos en la tabla No. 1

TABLA QUE NOS DA LOS VALORES DE L

| Grado Alcohólico. | Valor de $\alpha$ | Grado Alcohólico | Valor de $\alpha$ |
|---|---|---|---|
| 45 | 0.223 | 51 | 0.195 |
| 46 | 0.213 | 52 | 0.191 |
| 47 | 0.213 | 53 | 0.187 |
| 48 | 0.209 | 54 | 0.183 |
| 49 | 0.204 | 55 | 0.179 |
| 50 | 0.200 | 56 | 0.174 |

**Acidez Total.** En un matraz de 300 c. c. se ponen 50 c. c. de la muestra y se agregan 50 c. c. de agua destilada desgasificada. Se titula con una solución de fenolftaleína. No se deberá usar agua de lavado y se llevará un testigo con 50 c. c. de la misma agua empleada en la disolución. Un c. c. de solución N/100 de sosa equivale a 0.6 de mgr. de ácido acético. Expresado el resultado en mgr. de ácido acético por litro de alcohol 100 grados GL.

**Acidez Volátil.** Para determinar la acidez volátil vamos a tomar 50 c. c. del destilado en donde determinamos el grado alcohólico real. Los ponemos en un matraz de 300 c. c. y le agregamos de 50 a 70 c. c. de agua destilada desgasificada; se titula con solución N/100 de sosa usando como indicador, unas gotas de solución de fenolftaleína. No se deberá usar agua de lavado y se llevará un testigo con 50 c. c. de la misma agua empleada en la disolución. Un c. c. de solución N/100 equivale a 0.6 de mgr. de ácido acético. Expresado el resultado en mgr. de ácido acético por litros de alcohol 100 grados G. L.

**Acidez Fija.** La acidez fija la obtendremos restando la acidez total de la acidez volátil.



TABLA PARA TRANSFORMAR LOS C.C. DE SOLUCION N/10 DE SOSA EN ACIDO ACETICO.

| CC. de NaOH N/10 gastados. | Acidez en ácido acético por mil. | C.C. de NaOH N/10 gastados. | Acidez en ácido acético por mil. | C.C. de NaOH N/10 gastados. | Acidez en ácido acético por mil. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 0.06 | 1.1 | 0.66 | 2.1 | 1.23 |
| 0.2 | 0.12 | 1.2 | 0.72 | 2.2 | 1.32 |
| 0.3 | 0.16 | 1.3 | 0.73 | 2.3 | 1.38 |
| 0.4 | 0.24 | 1.4 | 0.84 | 2.4 | 1.44 |
| 0.5 | 0.30 | 1.5 | 0.90 | 2.5 | 1.50 |
| 0.6 | 0.36 | 1.6 | 0.96 | 2.6 | 1.56 |
| 0.7 | 0.42 | 1.7 | 1.02 | 2.7 | 1.62 |
| 0.8 | 0.48 | 1.8 | 1.08 | 2.8 | 1.68 |
| 0.9 | 0.54 | 1.9 | 1.14 | 2.9 | 1.74 |
| 1 | .60 | 2. | 1.20 | 3. | 1.80 |

**Esteres.** A la misma solución de la muestra usada para determinar la acidez agregar 25-50 c. c. de solución N/50 de sosa. Hervir a reflujo durante una hora, enfriar y titular el exceso de sosa con ácido clorhídrico de N/50 usando como indicador una gota de solución de fenolftaleína. Un c. c. de solución N/50 de sosa corresponde a 1.76 mgr. de acetato de etilo. Expresado el resultado en mgr. de acetato de etilo para 1000 c. c. de alcohol anhidro.

Para la determinación de ésteres podemos emplear también sosa N/10 y entonces tenemos que como el peso molecular del éster acético es 88, un c. c. de esta sosa, será igual a 0.0088; por consiguiente, si se han empleado N c. c. de sosa N/10, la cantidad de ésteres por litro de mezcal será dada por la siguiente fórmula: N X 0.0088 y X 10. El producto de esta multiplicación indica la cantidad de ésteres en caso de haber puesto el mezcal a 50 grados. Para evitarse cálculos adjuntamos la tabla correspondiente.

La cantidad obtenida debemos de transformarla a la correspondiente a un litro de mezcal a su grado alcohólico real mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{I.\ A.}{50}$$

En donde I es la cantidad encontrada; A el grado alcohólico real.

Las causas de error en la dosificación de los ésteres se deben a:

1.—La acción del oxígeno del aire.
2.—Duración de la ebullición.
3.—Velocidad de la ebullición.
4.—Gran cantidad de aldehidos.

Para evitar este último inconveniente, es prudente someter el destilado a ebullición durante dos horas con un licor dosificado de sacarato de calcio.

## TABLA PARA TRANSFORMAR LOS C.C. DE SOLUCION N/10 DE SOSA EN ACETATO DE ETILO

| cc. de NaOH N/10 gastados | Acetato de etilo por mil | cc. de NaOH N/10 gastados | Acetato de etilo por mil | cc de NaOH N/10 gastados | Acetato de etilo por mil |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 0.0086 | 1.6 | 0.1386 | 3.1 | 0.2768 |
| 0.2 | 0.0176 | 1.7 | 0.1496 | 3.2 | 0.2616 |
| 0.3 | 0.044 | 1.8 | 0.1584 | 3.3 | 0.2904 |
| 0.4 | 0.0552 | 1.9 | 0.1672 | 3.4 | 0.2932 |
| 0.5 | 0.0558 | 2 | 0.176 | 3.5 | 0.3030 |
| 0.6 | 0.0616 | 2.1 | 0.1848 | 3.6 | 0.3168 |
| 0.7 | 0.0648 | 2.2 | 0.1936 | 3.7 | 0.3256 |
| 0.8 | 0.0704 | 2.3 | 0.2024 | 3.8 | 0.3344 |
| 0.9 | 0.0792 | 2.4 | 0.2112 | 3.9 | 0.3452 |
| 1 | 0.088 | 2.5 | 0.2200 | 4 | 0.3520 |
| 1.1 | 0.0968 | 2.6 | 0.2288 | 4.1 | 0.3808 |
| 1.2 | 0.1056 | 2.7 | 0.2376 | 4.2 | 0.3696 |
| 1.3 | 0.114 | 2.8 | 0.2464 | 4.3 | 0.3784 |
| 1.4 | 0.1232 | 2.9 | 0.2552 | 4.4 | 0.3872 |
| 1.5 | 0.1320 | 3. | 0.2640 | 4.5 | 0.2960 |

**Alcoholes Superiores.** A la misma porción de muestra usada en la determinación de los esteres, agregar 20 c.c. de solución N/2 de sosa. Hervir a reflujo durante 1 hora o dejar en reposo durante 15 hrs. a la temperatura ambiente; destilar recogiendo 115 c.c. (si el contenido en aldehidos en el alcohol es mayor de 150 mg. por litro agregar 0.5 mg. de clorhidrato de metafenilenodiamina, hervir a reflujo durante 1 hora, agregar 25 c.c. de agua y destilar recogiendo 125 c.c.) ; saturar el destilado con cloruro de sodio y agregar solución saturada de cloruro de sodio para obtener una densidad de 1.10. Extraer esta solución cuatro veces con tetracloruro de carbono puro usando 40, 30, 20 y 10 c.c. respectivamente; juntar todas estas porciones de tetracloruro y lavarlo tres veces con 50 c.c. de solución saturada de cloruro de sodio y dos veces con solución saturada de sulfato de sodio. Llevar el tetracloruro a un matraz de 500 c.c. y agregar 50 c.c de solución oxidante; hervir a reflujo durante 8 horas, destilar hasta que pase todo el tetracloruro, dejar enfriar y agregar 150 c. c. de agua; continuar la destilación hasta obtener un total de destilado de 200 c.c. Si llega a pasar algo de la mezcla oxidante se deberá repetir la operación. Titular el destilado con solución N/100 de sosa usando como indicador unas gotas de solución de Fenolftaleína; no se debe usar agua de lavado. Un centímetro cúbico de sosa N/100 equivale a 0.74 mg. de alcohol butílico. Expresado el resultado en mgrs. de alcohol butílico para 1000 c.c. de alcohol anhidro.



**Solución Oxidante.** A 100 gms. de dicromato de potasio disueltos en 900 c.c. de agua destilada agregar 1000 c.c. de ácido sulfúrico.

El tetracloruro de carbono se puede volver a usar para lo cual se lava con una solución de sosa y después con agua hasta reacción neutra a la fenolftaleína.

NOTAS.—El refrigerante de reflujo que se use para la oxidación estará conectado al matraz con un tapón de corcho forrado con papel de estaño.

No se podrá usar el mismo refrigerante para otras operaciones de reflujo como la determinación de ésteres. Tratamiento con sosa o la de clorhidrato de metafenilenodiamina. En caso de que sea necesario usar el mismo refrigerante se deberá lavar cuidadosamente con agua abundante y se hará indispensable cambiar el tapón de corcho.

En cada caso en que se use tetracloruro de carbono nuevo o bien recuperado se deberá llevar un testigo con 100 c.c. lavándolo una vez con 50 c.c. de solución saturada de sulfato de sodio continuando la operación en la misma forma que para las muestras.

**Aldehidos.** Para la determinación de aldehidos encontré dos métodos de una gran exactitud y rapidez y que describiré en seguida. Uno es el método colorimétrico usado oficialmente en México y el otro es el método volumétrico que es oficial en los Estados Unidos y que se está utilizando en la actualidad en una escala mucho mayor que el método colorimétrico.

**Método Colorimétrico.** En un tubo de ensaye se ponen 5 c.c. de la muestra. Se agregan 5 c.c. de agua destilada y 5 c.c. de solución de sulfito fuchina; dejar 15 min. a 20 grados. Preparar en tubos de ensaye iguales al usado con la muestra una serie de tipos de 0.1 a 1 mgr. de aldehido. Se procederá en la misma forma que para la muestra y se dejará el mismo tiempo y a la misma temperatura.

Pasados los 15 min. se hará la comparación a ojo directo del color de la muestra y de los tipos aproximando a 0.05 mgrs. de aldehido.

**Reactivos.** Alcohol libre de aldehidos, destilar alcohol de 96 grados GL. con un poco de solución de sosa, separando de un 10 a 20% del destilado inicial y dejando en el matraz un 10%. Agregar 2 ó 3 mgs. de clorhidrato de metafenilenodiamina por cada litro de alcohol; poner a reflujo durante seis horas, o bien dejar a la temperatura ambiente durante seis días, destilar suavemente separando las primeras porciones hasta que la reacción (partes iguales con la solución de fuchina sulfito sea negativa).

**Solución de Sulfito Fuchina.** A los 100 c.c. de agua destilada agregar 150 c.c. de solución recientemente preparada a 1 por 1000 de fuchina en agua, 100 c.c. de solución bisulfito de sodio de una densidad 1.36 (38Bé) y 15 c.c. de ácido sulfúrico Q.P. Agitar. Esta solución se conserva bien durante dos meses, guardar a baja temperatura.

**Dilución de Aldehido.** Disolver 1.386 gms. de amonoaldehido purificado en 50 c.c. de alcohol a 95 grados GL. Agregar 22.7 c.c. de solución normal de sulfúrico. Aforar a 100 c.c. con alcohol. El alcohol que se usa

en la preparación de este reactivo debe estar libre de aldehidos, dejar reposar por 24 horas y filtrar. Esta solución contiene un gramo de acetaldehido por 100 c.c. de solución.

**Amonaldehido Purificado.** Moler el amonaldehido con un poco de éter anhidro en un mortero; decantar el éter, repetir esta operación varias veces; secar en corriente de aire y después en un desecador para vacío y que contiene ácido sulfúrico. A continuación describiremos el método volumétrico oficial en los Estados Unidos para la determinación de aldehidos.

**Reactivos.**

A. Solución 0.05N de tiosulfato de sodio; standarícese con una solución de 0.05 de dicromato de potasio como sigue: pónganse 20 c. c. de una solución de dicromato 0.05N. en un matraz con tapón esmerilado y agréguense 5 c.c. de solución al 15% de yoduro de potasio; agréguense 2.5 c.c. de HCL y dilúyanse con 100 c.c. de agua libre de $CO_2$ inmediatamente, titúlese el yodo libertado con la solución de tiosulfato hasta que el color amarillo vaya a desaparecer; agréguense de 1 a 2 c.c de indicador de almidón y continúese con constante agitación la adición de tiosulfato hasta que el color azul desaparezca.

B. Solución de Yodo. Solución 0.05N. standarícese esta solución con la solución de tiosulfato.

C. Solución de bisulfito de sodio, aproximadamente. Prepárese una solución 0.05N. Esta solución no se deteriora fácilmente si contiene de 5 a 10% de alcohol. No se debe usar después de 2 a 3 días.

**Determinación.** Pipetéense 50 c.c. del producto en un matraz Erlenmeyer, agréguense 10 c.c. de agua y unos pequeños pedazos de carborundo o vidrio para asegurar la ebullición; destílense 50 c.c. o un poco más en un matraz de tapón esmerilado que contenga un tubo que esté sumergido en 100 c.c. de agua hervida libre de $CO_2$, usando una pipeta, agréguense 25 c.c. de la solución de bisulfito y déjense reposar alrededor de 30 min. agitando de vez en cuando; agréguese un exceso alrededor de 30 c.c. de la solución de yodo; titúlese este exceso con una solución de tiosulfato y calcúlese como acetaldehido.

En seguida hágase una titulación en blanco de la solución de tiosulfato con cada serie de las determinaciones de aldehido usando la misma cantidad de bisulfito y yodo como en la determinación del ensayo. Para hacer el cálculo se efectúa en esta forma:

A) =c. c. de solución de tiosulfato empleados en el problema.

B=c. c. de solución de tiosulfato empleados en la prueba en blanco.

Por consiguiente los c.c. de solución de tiosulfato necesarios para titular los aldehidos es igual a B-A. Así por ejemplo, tenemos que en el problema se utilizaron 25 c.c. de yodo, y en la prueba en blanco 0.5. Por lo tanto la cantidad de aldehidos será 25-.05=24.95 que multiplicados por el factor nos dará la cantidad de acetaldehido que habrá en el problema.

Un c. c. de 0.05N será igual a 0.0011 gms. de acetaldehido. La diferencia entre las dos titulaciones de tiosulfato (CC. de .05N. solución de tiosulfato usada) por 0.0011 igual a gms. de acetaldehido para 50 c.c.



**Notas:** No se agregue el indicador de almidón hasta que el color amarillo del yodo no haya desaparecido. Cuando el final de la reacción se aproxima la solución debe tener un color francamente violeta más que azul como se acostumbra con el yodo y el indicador de almidón si el porcentaje de alcohol es alto. Si el punto final es dudoso, agréguese un poco más del indicador de almidón. La formación del color violeta azuloso indica que el punto final no había sido alcanzado.

**Furfurol.** Para esta determinación utilizaremos los siguientes reactivos: licor tipo furfurol conteniendo 0.005 gms. por litro en alcohol a 50 grados, anilina pura, ácido acético cristalizable exento de furfurol.

La investigación y dosificación del furfurol se funda en la coloración que da con el acetato de anilina. Como esta solución es muy difícil de conservar incolora, se emplea separadamente la anilina y el ácido acético glacial.

**Manipulación.** En un tubo de ensaye se ponen 10 c. c. de licor tipo de furfurol y en otro semejante al anterior 10 c. c. de la muestra por analizar; se añade en los dos 10 gotas de anilina y 2 c.c. de ácido acético. Se mezclan cuidadosamente y después de cinco min. se comparan las coloraciones, las cuales son directamente proporcionales a la cantidad de furfurol.

Se hacen las diluciones convenientes con alcohol de 50 grados hasta obtener tintes iguales, asignando así a la muestra la cantidad de furfurol que contenga el tipo. Las coloraciones deben de ser observadas al cabo de unos 8 a 10 min. que es el tiempo aproximado que requieren para llegar a su intensidad debida.

A continuación describiremos el método oficial usado en los Estados Unidos para la determinación del furfurol.

**Solución Standard de Furfurol.** Disuélvase 1 gm. de furfurol redestilado en 100 c. c. de alcohol de 95 grados. Prepárense standards por dilución de 1 c.c. de esta solución en 100 c.c. con alcohol de 50% en volúmen. Un c.c. de esta solución contiene 0.1 mg. de furfurol (la solución concentrada de furfurol conserva su concentración, pero la diluída No).

**Determinación.** Dilúyanse de 10 a 20 c.c. del destilado preparado para la determinación de ésteres en 50 c.c. de alcohol libre de furfurol de 50% en volumen. Agréguense 2 c.c. de anilina decolorada y 0.5 de ácido clorhídrico de una densidad de 1.125 y póngase en baño de maría durante 15 min. procurando que la temperatura del baño sea aproximada de unos 15 grados centígrados.

Prepárense standars de una concentración conocida y en blanco siguiendo el mismo procedimiento.

Los standards de comparación es más conveniente usarlos en una concentración conteniendo 0.05, 01, 0.15, 0.2, 0.25, 0.30 mgs. de furfurol.

**Investigación de las Adulteraciones.** Para hacer los mezcales más mordientes al paladar, les añaden substancias acres como pimienta, mostaza o alumbre.

Las substancias de origen vegetal utilizadas en la adulteración de los mezcales, se reconocen por la acción del ácido sulfúrico, que hace cambiar la coloración del mezcal al pardo o negruzco. Además el extracto de estos mezcales tiene un olor y sabor picante. Otro método para determinar la presencia de estas substancias, es tratar 20 c. c. del mezcal diluirlo con su volumen de agua y agregarle una cantidad de éter o éter de petróleo igual a la del mezcal. Se decanta el éter y se evapora a una temperatura de 60 grados, el residuo de esta evaporación en caso de haber tenido el mezcal adulteración es acre o aromático según la substancia que se haya utilizado.

La investigación del alumbre se efectúa a partir de las cenizas, las cuales se tratan por agua y ácido clorhídrico para disolverlas. De la cápsula se pasan a un vaso donde se tratan con sosa para precipitar el fosfórico. Se filtra este líquido y se le agrega ácido clorhídrico hasta reacción ácida y entonces precipitamos el aluminio con amoníaco. Sobre este precipitado hacemos las reacciones características de comprobación.

En los mezcales que he analizado no encontré adulterantes de ninguna especie, cosa que atribuyo a haberlos adquirido directamente de productores de mezcal, y no de intermediarios que los adulterarían aunque según el decir de personas conocedoras, el mezcal es de difícil adulteración, pues su aroma y bouquet son muy delicados y se echan a perder al agregarles cualquier adulterante.

Hay algunos mezcales que no son productos genuinos sino que son falsificados y aunque yo no encontré ninguno de estos, describiré la forma en que están hechos.

Un mezcal falsificado, está hecho de una substancia llamada mezcalina que es la esencia extraída del maguey mezcal y aunque no da el mismo aroma que el producto genuino sí puede engañar a veces. Para hacer un mezcal falsificado se usan diferentes fórmulas pero la siguiente es una de las más empleadas:

| | |
|---|---|
| Alcohol a 50 grados G. L. ..... | 1000 c.c. |
| Esencia de mezcal o mezcalina..... | 0.1 gm. |
| Azúcar para dar sabor ..... | c.s.p. |

Para una cantidad de 18 litros de mezcal falsificado se ponen dos de genuino. El análisis y los caracteres organolépticos descubren fácilmente estas falsificaciones.

**Coloración.** Los mezcales que generalmente se colorean son los de tipo añejo utilizando para colorearlos el caramelo, el licor de cáscara de nuez, o bien virutas de madera semejante a la de las barricas en donde se va a añejar.

Otras veces también se da la coloración con azúcar quemada.

**Procedimiento para proceder a la investigación.** Para determinar si el mezcal se le ha coloreado y añejado con viruta de roble o cedro se trata con una solución de clara de huevo y se calienta a fuego directo, hasta completar decoloración de albúmina y se filtra, quedando el licor filtrado incoloro.



Para la determinación del caramelo se sigue el procedimiento siguiente: se tratan 10 c.c. de mezcal con 30 c.c. de paraldehido, agitando y dejando reposar 24 horas, al final de las cuales se filtra. El filtrado recogido sobre un filtro y disuelto en agua destilada precipitará con el clorhidrato de fenil-hidrazina. Se abrevia esta reacción agregando a 5 c.c. de la muestra 10 c.c. de paraldehido; se agita; se añade alcohol absoluto por gotas y de tiempo en tiempo agitando después de cada adición hasta que la mezcla quede clara; si después de 10 min. hay turbidez, ésta indica la existencia de caramelo.

A continuación procederemos a dar los resultados obtenidos en los análisis de quince muestras de mezcales de distintos lugares del Estado de Oaxaca y de cinco muestras de mezcales añejos del mismo Estado.

Las muestras de mezcal utilizadas para hacer estos análisis me fueron proporcionadas unas directamente de las fábricas y otras por productores de mezcal S. A.; garantizando que los mezcales que utilicé son auténticos y que estaban tal cual salen de la fábrica.

Para poder establecer una comparación y dar así una base para las conclusiones a que he llegado, he establecido los coeficientes siguientes y que indico en la tabla de análisis: **coeficiente total de impurezas**, o también llamado de **no alcohol**, que es la suma de todas las impurezas expresadas en mgs. y por ciento de alcohol anhidro.

La suma de alcoholes superiores más ésteres se obtiene sumando las cantidades correspondientes a los datos enunciados.

La relación de alcoholes superiores y ésteres se obtiene dividiendo las cantidades expresadas.

El coeficiente de oxidación es la proporción de ácidos y aldehidos contenidos en 100 partes de impurezas totales.

Las acideces se dan en ácido acético por ser la forma oficial usada en México por la Junta Técnica de Alcoholes de la Secretaría de Hacienda.

## CUADRO ANALITICO DE LOS MEZCALES

**ZONA DE TLACOLULA, OAXACA** — **MAGUEYES AZUL Y TOBASICHE**

**Impurezas expresadas en mgs. por 100 de alcohol anhidro.**

| No. de muestra | Densidad | Dens. destilado | Riqueza alc. a 15cc. Aparente | Real | Total | Acideces Volátil | Fija | Esteres |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .9339 | .9338 | 50.20 | 50.31 | 344.80 | 200.20 | 144.60 | 405 |
| 2 | .9399 | .9383 | 47.00 | 47.10 | 460. | 420.10 | 39.90 | 462 |
| 3 | .9331 | .9295 | 50.62 | 50.70 | 336.80 | 292.01 | 244.79 | 341 |
| 4 | .9345 | .9328 | 49.89 | 49.93 | 502 | 400.60 | 101.40 | 350 |
| 5 | .9394 | .9365 | 47.28 | 47.30 | 348.10 | 332 | 16.10 | 373 |
| 6 | .9343 | .9328 | 49.99 | 50.01 | 292.05 | 185.03 | 107.02 | 419 |
| 7 | .9374 | .9368 | 48.36 | 48.40 | 179.40 | 172.74 | 6.66 | 371.90 |
| 8 | .9401 | .9393 | 46.00 | 47 | | | | 262.50 |
| **ZONA DE AMATENGO EJUTLA, OAX.** | | | | | **MAGUEYES ½ AZUL Y % TOBASICHE** | | | |
| 9 | .9335 | .9333 | 50.41 | 50.51 | 85.06 | 72.70 | 12.36 | 80.40 |
| 10 | .9198 | .9184 | 57.08 | 57.74 | 84. | 71.67 | 12.33 | 98.60 |
| 11 | .9336 | .9331 | 50.36 | 50.62 | 156.50 | 140.20 | 16.30 | 108.50 |
| 12 | .9290 | .9281 | 52.67 | 53.11 | 130.10 | 107.05 | 23.05 | 138.60 |
| 13 | .9340 | .9335 | 50.15 | 50.41 | 158. | 149. | 9.00 | 113.10 |
| **ZONA SANTA CATARINA MINAS, OAX.** | | | | | **MAGUEYES TOBASICHE Y ARRUQUEÑO** | | | |
| 14 | .9331 | .9327 | 50.62 | 50.83 | 250. | 169.46 | 90.54 | 212.20 |
| 15 | .9338 | .9306 | 50.25 | 51.88 | 127. | 105.20 | 21.80 | 280. |
| 16 | .9291 | .9284 | 52.62 | 52.97 | 164.10 | 148.30 | 15.80 | 243. |
| **ZONA DE TLACOLULA, OAX.** | | | | **MEZCALES AÑEJOS** | | **MAGUEYES AZUL Y TOBASICHE** | | |
| 17 | .9460 | .9456 | 41.60 | 41.80 | 210 | 40 | 170 | 263 |
| 18 | .9402 | .9377 | 44.60 | 46 | 84.7 | 71.67 | 13.09 | 132.18 |
| 19 | .9353 | .9349 | 47.3 | 47.5 | 187.5 | 175. | 12.5 | 39.24 |
| 20 | .9328 | .9325 | 48.6 | 48.8 | 236.2 | 213.8 | 22.4 | 57.72 |
| 21 | .9408 | .9402 | 44.3 | 44.6 | 88.84 | 74.4 | 14.44 | 53.47 |



**TLACOLULA, OAXACA**

| Aldehidos | Furfurol | Alco. Supe. | Coef. impur. | Residuo evaporación | Alumbre | Azúcar | Suma alc. Sup. esteres | Relación al Sup. Est. | Oxidación Coeficiente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | .506 | 228 | 999.03 | 138 | No | No | 633 | .56 | 36.6 |
| 17.55 | .936 | 285 | 1225.05 | 127 | — | — | 747 | .61 | 38.4 |
| 15.05 | 1.530 | 214 | 908.04 | 99 | — | — | 555 | .62 | 38.7 |
| 13.57 | .370 | 177 | 1042.09 | 113 | — | — | 527 | .50 | 49.4 |
| 15.15 | .483 | 149.40 | 933. | 89 | — | — | 522.40 | .40 | 43.96 |
| 26.18 | .291 | 243.50 | 1040.01 | 75 | — | — | 662.50 | .58 | 35.0 |
| 18.80 | .630 | 139.20 | 822.06 | 107 | — | — | 511.10 | .38 | 37.8 |
| 53.40 | .618 | 154. | 649.09 | 150 | — | — | 416.50 | .59 | 35.8 |
| **AMANTENGO, EJUTLA** | | | | | | | | | |
| 25.98 | .684 | 168.70 | 361.36 | 140 | — | — | 249.10 | 2.0 | 30.7 |
| 17.19 | .562 | 410.51 | 651.86 | 63 | — | — | 509.11 | 4.1 | 15.5 |
| 28.21 | .063 | 206.22 | 500.59 | 104 | — | — | 314.72 | 1.9 | 36.8 |
| 25.10 | .669 | 140.35 | 434.82 | 98 | — | — | 278.25 | 1.0 | 35.6 |
| 38.70 | 2.295 | 407.97 | 720.07 | 101 | — | — | 521.07 | 3.5 | 27.3 |
| **SANTA CATARINA, MINAS** | | | | | | | | | |
| 12.61 | .536 | 362.69 | 838.04 | 83 | — | — | 574.89 | 1.7 | 31.3 |
| 10.22 | .472 | 196.20 | 614.09 | 298 | — | — | 476.20 | .7 | 22.3 |
| 12.83 | .485 | 135.46 | 555.88 | 332 | — | — | 378.46 | .55 | 31.8 |
| **AÑEJOS** | | | | | **Tanino.** | | | | |
| 15.22 | .124 | 400.20 | 888.54 | 172 | Si | 1.64 | 663.20 | 1.5 | 25.3 |
| 9.1 | 1.07 | 257.51 | 484.56 | 5.08 | Si | 5.30 | 389.69 | 1.9 | 21.4 |
| 2.36 | 0.76 | 238. | 467.88 | 0.76 | Si | 0.45 | 277.24 | 6.0 | 40.6 |
| 5.0 | .066 | 626. | 954.98 | 4.60 | Si | 3.90 | 683.72 | 10.8 | 25.2 |
| 7.24 | 0.76 | 300.42 | 450.73 | 2.80 | Si | 2.42 | 353.89 | 0.56 | 21.3 |

## CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS ANALITICOS DE LOS MEZCALES

### CARACTERES ORGANOLEPTICOS

El aguardiente de mezcal de buena calidad es un líquido espirituoso, incoloro, en algunas ocasiones ligeramente amarillento, excepto el añejo que es de color amarillo oro o amarillo rojizo; muy flúido, más ligero y más movible que el agua destilada, de olor característico, de sabor ardiente, dejando en el paladar una impresión de calor muy agradable. Cuando se pasa de un vaso a otro dos o tres veces seguidas forman lo que se llama perla o conchas del mezcal, que recibe este nombre por ser unas pequeñas burbujas transparente que en la parte superior del vaso simulan perlas al contacto de las paredes del vaso. Embotellado conserva durante tiempo indefinido su actividad, sabor, olor y propiedades propias. Al inflamarse arde con llama azulada. Al gusto no ofrece ni acidez ni acritud notable. Disuelve el alcanfor y las gomorresinas.

| DETERMINACIONES | No añejos | | | Añejos | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mínima. | Máxima. | Media. | Mínima. | Máxima. | Media. |
| | Cantidades expresadas en gramos por litro. | | | | | |
| Grado alcohólico a 15 c.c. | 46.90 | 57.08 | 51.96 | 41.60 | 48.8 | 45.2 |
| Extracto Seco mgs. por mil | 63 | 332 | 197.5 | 76 | 460 | 610 |
| Tanino | — | — | — | si | si | si |
| Alumbre | — | — | — | — | — | — |
| | Cantidades expresadas en mgs. por 100 c.c. de Al. anhidro | | | | | |
| Acidez Total | 84 | 502 | 293 | 88.84 | 236.02 | 162.43 |
| Acidez Volátil | 71.67 | 420.10 | 245.88 | 40 | 213.80 | 126.55 |
| Acidez Fija | 9 | 244.79 | 126.8 | 12.5 | 19.35 | 15.92 |
| Esteres | 80.40 | 462 | 271.20 | 39.24 | 263 | 152.12 |
| Alcoholes Sup. | 139.20 | 410.51 | 274.85 | 238 | 626 | 432. |
| Aldehidos | 10.22 | 53.40 | 31.81 | 5 | 15.22 | 10.11 |
| Furfurol | .291 | 2.295 | 1.293 | 0.066 | 1.24 | .653 |
| Coeficientes de no alcohol. | Mínima. | Máxima | Media | Mínima | Máxima | Media |
| Suma de al. Sup. Más ésteres. | 278.29 | 747 | 512.64 | 277.24 | 683.72 | 485.48 |
| | Mínima. | Máxima. | Media. | Mínima | Máxima. | Media |
| Relación de Alco. Sup. entre Esteres | .38 | 4.1 | 2.24 | .56 | 10.8 | 5.68 |
| De Oxidación | 15.5 | 49.4 | 32.4 | 21.3 | 40.6 | 30.9 |



## FORMA EN QUE SE REPORTAN LOS ANALISIS DE MEZCAL

### Muestra No. 1 procedente de Tlacolula

Caracteres Organolépticos.

Aspecto hialino, color ligeramente amarillento, límpido ,olor y sabor característicos.

Determinaciones analíticas.

| | |
|---|---|
| Grado alcohólico real | 50.31 |
| Grado alcohólico aparente | 50.20 |
| Extracto seco | 138 mgs. por mil |
| Alumbre | no |
| Tanino | no |

Dosificación de impurezas. (En mgs. por 100 c.c. de al. anh.)

| | |
|---|---|
| Acidez total | 344.80 |
| Acidez volátil | 200.20 |
| Acidez fija | 144.60 |
| Esteres | 405 |
| Alcoholes Superiores | 228 |
| Aldehidos | 21 |
| Furfurol | .506 |

Interpretación de los resultados.

| | |
|---|---|
| Coeficiente de no alcohol | 999.03 |
| Suma de Alcoholes Superiores más Esteres | 633 |
| Relación alcoholes Sup. más ésteres | .056 |
| Coeficiente de Oxidación | 36.6 |

Conclusión.

Mezcal de buena calidad.

## CONCLUSIONES

Primera.—La industria de la fabricación del mezcal de Oaxaca se debe considerar como una pequeña industria, pues en general el capital invertido en las fábricas es muy pequeño.

Segunda.—Las ganancias obtenidas por estas factorías son muy fuertes pues puede decirse que son de un 150 a 200%; proporción que se podría aumentar mediante métodos científicos de elaboración, y no siguiendo métodos empíricos.

Tercera.—Las levaduras utilizadas deberían ser aclimatadas tanto al fluoruro o carbonato de amonio como a 38 grados C. Con lo que se ganaría: A.—**Tiempo**, pues la fermentación que ahora se hace en cuatro días o más, podría hacerse en 24 ó 48 horas. B.—Se podría lograr un producto menos tóxico, evitando la presencia de bacterias cuyos productos de secreción y secundarios de la vida microbiana no se presentarían en estas condiciones.

Cuarta.—El cultivo del maguey debe hacerse según normas adecuadas. La tatemación debe verificarse en hornos de menor altura pero de mayor amplitud para hacer más uniforme la tatemación de las piñas, y, calentados por vapor cuya entrada será regularizada entre 170 y 240° C.

Las piñas tatemadas deben ser reducidas a fragmentos en máquinas análogas a las cortadoras de caña o remolacha. La extracción debe hacerse ya sea por una prensa hidráulica o por un trapiche.

El líquido de la prensa debe ser llevado a una concentración de 30 por ciento en azúcares que es la más adecuada para lograr una buena fermentación y no se deberá agregar el residuo fibroso, pues desmejora el olor y sabor del mezcal.

La destilación se deberá verificar en alambiques de cobre con columna rectificadora pues en esta forma se obtendrá un producto de buena calidad sin necesitar otra re-destilación.

Quinta.—En esta forma se obtendrían mezcales de bouquet y composición química constantes.

Sexta.—Los productores de mezcal deberían agruparse en una cooperativa que trabajara dentro de la ley y en esta forma podrían vender toda su producción y obtener mayores rendimientos.

Séptima.—El Gobierno del Estado de Oaxaca debería dar toda clase de facilidades a los pequeños productores con el fin de que la producción aumente y sea posible su exportación al extranjero, cosa que redundaría en provecho de la economía del propio Estado y de la Nación.

Nota.—Las conclusiones obtenidas en los análisis se han hecho en el cuadro adjunto.



## ESTADISTICAS

En cuanto a las estadísticas, he juzgado conveniente no ponerlas en esta tesis por ser éstas completamente inexactas; pues mientras en el Gobierno del Estado de Oaxaca me proporcionaron el dato para el año pasado, que fué de 18,000 litros, según el registro oficial, supe por personas conocedoras de la producción, que sólo en Tlacolula se habían fabricado más de 20,000 litros.

En cuanto a las estadísticas que me podrían haber proporcionado la Secretaría de Hacienda mediante su Junta Calificadora de Alcoholes y la Sociedad de Productores de Alcohol, son muy semejantes, pues ellos mismos me dijeron que cuando mucho tendrían controlado el 40% de la producción.

Por lo tanto y en vista de estas circunstancias, he considerado que es mejor no dar ningún dato que dar sólo datos falsos.

## BIBLIOGRAFIA

"Manuel Practique de L'Analyse des Alcoohls et des Spiritueux", par Charles Girard—Lucien Cuniasse. Massen et Cie. Editeurs. (162-235) 1899.

"Beverages and their Adulerations". Harvey W. Wiley M. D.—Edit. P. Blakinston's Son & Co. (277-329) 1923.

"Tables de Corrections Alcoometriques au de Richesse en Alcoohl des Liquides Spiritueux". par J. Dujardin—edit. Dujardin Salleron 24 Rue Panee, Paris.

"Química Analítica Aplicada". V. Villavecchia. edit. Gustavo Gili—Universidad No. 45 Barcelona.—II (318-369).

"Química del Carbono", Eduardo Victoria S. J.—edit. Estudios Teórico-Prácticos del Instituto Químico de Sarria, Barcelona. (475-477).

"Official and Tentative Methods of Analysis of the Associaton of Official Agriculture Chemists". Published by the Association of Agricultural Chemists at Washington, D. C. (369-374) 1925.

"Assoc. Official Agr. Chem." (22, 73, 22) 1939.

"Assoc. Official Agr. Chem." (18, 75) 1935. (19,82) 1936.

"Assoc. Official Agr. Chem." (172, 185) 1940.

"Guide to the Analysis of Potable Spirits". Vasey (31) 1904.

"Manual del Laboratorio Químico". Federico Koptischek — Córdoba 2082. Buenos Aires. 226-242) 1942.

"Estudios Sobre el Mezcal" de Lázaro Pérez.

"Análisis del Mezcal", Fernández V.

"Estudio sobre el Maguey, su Cultivo y Beneficio". José Segura.

"Estudio Sobre los Productos del Maguey". Martínez Laura. 1857.

"Estudio Químico e Industrial de los varios Productos del Maguey Mexicano". José G. Lobato.

"Tratado de Química Biológica". E. Lambling.

"Enciclopedia de Química Industrial". Muspratt.