

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA

---

Contribución al estudio  
del "Tequila"

Tesis

que para su examen profesional de  
ESTE LIBRO NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA  
Química  
presenta

~~Aguatín Corona Matamoros~~



TIP. "ARTE" GOLFO PERSICO 2

MCMXXXIV

2427



Universidad Nacional  
Autónoma de México




**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**En memoria de mi padre  
Sr. Fidel Corona C.**

---

**A mi madre  
carinosamente**

**A mis hermanos**

---

Al Sr. Dr. en Química  
**Teófilo García Sancha**  
con sincero agradecimiento

La bebida conocida con el nombre de "Tequila" es obtenida del "Agave-tequilana". Weber Bull. Amarilidáceas. Vulgarmente llamado "Mezcal azul" o "Chino azul" por ser sus hojas de un color verde azulado brillante. Cuando ha llegado a su madurez (10 a 15 años) mide aproximadamente de uno a uno y medio mts. de altura. Es exclusivo del Estado de Jalisco y principalmente de los Municipios de Tequila, Amatitán, Arenal y Arandas.

El procedimiento seguido para la obtención del tequila es muy primitivo, constando principalmente de las fases siguientes, descritas en forma general:

Recolección y corte de las piñas.

Tatemación.

Machacamiento.

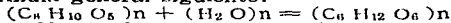
Fermentación.

Destilación y redestilación.

**RECOLECCION Y CORTE DE LAS PIÑAS.**—Cuando el maguey ha llegado a su completa madurez, es despojado de las pencas y por medio de una barra se arranca la cepa o "piña" del suelo haciendo esta operación con cuidado para no lastimar los botones que van a dar lugar a nuevos magueyes. Se limpia de la tierra que lleva adherida, partiéndose después a la mitad. Se van juntando las "piñas" que son transportadas a lomo de mula o con camiones, según lo permita el terreno, hasta la fábrica o "taberna" donde se procede al tatemado.

**TATEMACION.**—Es esta operación la que transforma las substancias amiláceas y los ácidos que se encuentran en la "piña", en substancias directamente fermentecibles, adquiriendo entonces éstas un sabor dulce, por lo cual son usadas como alimento conocido con el nombre de "mezcal". Al mismo tiempo se favorece el desarrollo de principios aromáticos especiales.

La hidrólisis de las substancias amiláceas en glucosa está dada por la fórmula general siguiente:



La tatemación se lleva a cabo por dos procedimientos generales:

1.—En hornos de piedra hechos en el suelo.

2o.—En hornos de mampostería.

Los hornos de piedra, son semejantes a los usados para la obtención de la "barbacoa". Consisten principalmente de un agu-

jero cavado en la tierra, el cual es después recubierto con piedras de río, las que se calientan por medio de leña y cuando se encuentran bien calientes se saca el fuego y las piñas son introducidas hasta llenar casi por completo el horno. Se "arropan" muy bien con pencas y tierra dejándolas allí un determinado tiempo hasta que el tahonero, perito en ésto, cree conveniente sacarlas. No se puede tener un control de temperatura de ninguna especie en esta clase de hornos.

El tequila obtenido por este procedimiento de tatemado, tiene además de su olor especial un tufo muy marcado debido a que la tatemación en esta forma se hace de una manera muy irregular y en algunas piñas se provoca la formación de productos empíreumáticos los que son causa de la aparición de dicho tufo.

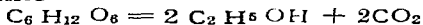
Los hornos de mampostería son calentados por medio del vapor proveniente de una caldera y a una presión de 10 a 60 libras. Cuando ha alcanzado una temperatura de 200-250 grados Centígrados, se introducen las piñas manteniéndoselas en él, de dos a tres días, tiempo en que se da por terminada la operación.

El tequila obtenido por esta forma de tatemado es el mejor, pues carece del tufo que hace desagradable esta bebida al tomarla.

**MACHACAMIENTO.** — Una vez tatemadas las piñas, se transportan a la "tahona" consistente en una "pila" circular de mampostería en el centro de la cual se encuentra un dispositivo semejante al de los "molinos chilenos" movido por tracción animal o por medios mecánicos. Las piñas son previamente cortadas y sometidas después al machacamiento; introduciéndolas en la pila, se hace girar la piedra y un hombre con una pala de madera va empujando los trozos de ellas, que hayan salido del camino recorrido por la piedra. En esta forma al cabo de cierto tiempo se obtiene una mezcla de líquido y bagazo; el líquido es extraído por un tubo inferior de salida para ser transportado a las tinas de fermentación en donde se le une el bagazo, dando esta mezcla una graduación de 8-8.5 grados Brix.

**FERMENTACION.**—Esta operación se lleva a cabo en tinas de madera y se verifica de manera espontánea, suspendiéndose cuando ha bajado su grado sacarímetro de 1-1.5 grados Brix.

La ecuación general de transformación de la glucosa en alcohol es la siguiente



La temperatura a la cual se verifica esta operación es de 24 grados centígrados y verificándose de una manera espontánea hace que muchas veces "se pase" el líquido que se está fermentando y se acidifique teniendo entonces que tirarlo.

**DESTILACION.**—Se lleva a cabo en alambiques ordinarios de cobre usándose el líquido ya fermentado con todo y el bagazo. Esta destilación se hace a fuego directo hasta que no queda más que bagazo y agua. El producto así obtenido se llama "ordinario".

**REDESTILACION.**—Los "ordinarios" de diferentes destila-

**PRODUCTORES DE TEQUILA, S. A.**

DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS  
DE LAS MEJORES MARCAS DE TEQUILA QUE SE ELABORAN EN EL ESTADO DE JALISCO

OFICINAS Y BODEGAS  
CALIADA DE MONDALCO 363  
TELEFONOS } ERIC 8-01-90  
                  } MEX 9-00-97

SUCURSAL EN MEXICO, D F  
APARTADO 1566

CASA MATRIZ.  
GUADALAJARA, JAL.  
EDIFICIO UNIVERSIDAD  
JUAREZ 316

AMC/bcg.

México, D.F. Julio 13 de 1934.

Sr. Agustín Corona M.,

Presente:-

Muy señor nuestro y amigo:-

.....  
En el presente tenemos el gusto de hacerle de nuestros tequilas, "Cuervo", "Sauza", "Careño" y "Parroto", que deberán servirle para el análisis que servirá de base a la Tesis que presentará Ud. en su examen Profesional como Químico, hacemos constar que ellos son absolutamente puros y obtenidos en nuestras fábricas asociadas, por los procedimientos usuales y sin que en su producción haya intervenido ninguna sustancia extraña al Agave exclusivo que produce por destilación el aguardiente que manejamos.

Ss. Ss.

Somos de Ud. sus afmos. attos. amigos y-

"PRODUCTORES DE TEQUILA," S. A.  
SUCURSAL EN MEXICO, D. F.

*Alfonso López*  
SUB-GERENTE

ciones son mezclados y vueltos a destilar obteniéndose en esta forma el producto conocido con el nombre de TEQUILA.

Para el trabajo que he llevado a cabo, teniendo en cuenta los medios con que podía yo contar, me dirigí a los señores Tequileros de esta ciudad, solicitando me fueran proporcionadas muestras de Tequila Legítimo habiendo respondido a mi solicitud de manera satisfactoria, y proporcionádome a la vez toda clase de detalles interesantes, para poder llevar a cabo este trabajo.

Las muestras que me fueron proporcionadas representan los tipos principales de tequila legítimo existentes en el mercado, y para garantizar la autenticidad de ellas acompaño la copia de la carta que me fué enviada; así pues los datos encontrados en el análisis que efectué en dichas muestras no servirán sino para dar una idea de la composición media de los tequilas legítimos, es decir, de aquel tequila que se fabrica con ciertos adelantos técnicos, ya que en algunas partes se usan procedimientos demasiado primitivos sin que por ello el producto deje de ser legítimo, puesto que los fabricantes de los tequilas que me fueron proporcionados, poseen instalaciones en escala industrial que les permiten controlar su producto.

Los tequilas sobre los cuales hice los análisis son conocidos bajo el tipo de "Blancos" por ser casi incoloros y muy ligeramente coloridos en amarillo.

La otra muestra de tequila fué obtenida en la agencia Herradura garantizándome su legitimidad.



## SUMARIO

CAPITULO I.—Análisis para establecer el tipo del Tequila legítimo.

CAPITULO II.—Investigación de una reacción específica del Tequila legítimo.

CAPITULO III.—Comparación entre los Tequilas legítimos y adulterados.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA

## CAPITULO I

# Analisis para establecer el tipo del Tequila legitimo

Siendo el tequila un líquido que puede considerarse como aguardiente, por tener una fuerte cantidad de alcohol y débil proporción de extracto, pero con la variante de ser obtenido sacarificando las piñas del maguey, sometiendo los productos resultantes anteriores a la fermentación alcohólica y el de aquí obtenido, a la destilación, lo cual hace que sea un "tipo especial" de aguardiente. El procedimiento general de análisis seguido, es el mismo usado para los aguardientes (caux de vie) oritiéndose algunas determinaciones por no haber causa que justifique hacerlas.

El análisis se verifica según las determinaciones siguientes:

CATADURA.

DENSIDAD.

GRADO ALCOHOLICO APARENTE (G. A. A.)

GRADO ALCOHOLICO REAL (G. A. R.)

CONTROL DE DOSIFICACION DE ALCOHOL.

EXTRACTO SECO a 100° C.

EXTRACTO SECO EN EL VACIO.

CENIZAS.

ACIDEZ TOTAL.

ACIDEZ FIJA.

ACIDEZ VOLATIL.

ETERES.

ALCOHOLES SUPERIORES.

ALDEHIDOS.

FURFUROL.

CATADURA.—(Caracteres organolépticos).—Constituye, una de las operaciones preliminares que sirve para formarse una idea del producto. Siendo el tequila una bebida típica de olor y sabor, es ésta prueba de extrema importancia, puesto que nos permite caracterizar los fraudes de una manera general, ayudando así a orientar las conclusiones obtenidas del resultado del análisis. Se

efectúa inmediatamente después de descorchadas las botellas, para evitar que los resultados analíticos influncien en esta prueba que se hace en la siguiente forma: En una copa de cristal de forma cónica se vierten unos 25 cc. de tequila diluyéndose con un poco de agua tibia; se tapa la copa con un vidrio de reloj y se agita, destapándose inmediatamente y apreciándose el olor. Inmediatamente después, se prueba, para lo cual se retiene en la boca el licor unos segundos, arrojándolo en seguida y paladeando para apreciar el efecto producido.

Tanto el olor como el sabor de esta bebida son típicos de ella.

**DENSIDAD.**—La densidad de los tequilas nos da una idea a priori sobre la calidad del producto.

Para efectuar esta determinación se usa densímetro graduado de 840 a 940 que da una aproximación de medios grados, haciéndose la lectura en el menisco inferior. Usase una probeta de 500 cc., perfectamente limpia y desengrasada (con solución de KOH) la que se llena hasta tener un volumen de 400 cc.; se espera a que las burbujas de aire y la espuma formada hayan desaparecido, introduciéndose en seguida un termómetro que se suspende sobre la probeta, dejándole por espacio de 10 minutos para que tome la temperatura del líquido; en seguida se introduce el densímetro, que previamente ha sido desengrasado también por medio de la potasa. Debe tenerse cuidado de que el densímetro no toque las paredes de la probeta, pues podría dar lugar a error, haciéndose la lectura cuando se encuentra inmóvil y en el centro de ella procurando que la temperatura a la que se hace la determinación, sea lo más próxima posible a 15 grados C. usándose para la corrección por temperatura la tabla siguiente:

	RESTAR					AÑADIR					
Temp.	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
Correc.	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9

**GRADO ALCOHOLICO.**—La cantidad de alcohol de un tequila expresa el número de c. c. de alcohol etílico, anhidro o etanol (C<sub>2</sub> H<sub>5</sub> OH) contenido en el volumen de 100 cc. a la temperatura de 15 grados C. Para obtener el número de gramos de alcohol por ciento, se multiplica el grado alcohólico por su densidad 0.7947 (0.8 en la práctica) a 15 grados C.

**GRADO ALCOHOLICO APARENTE.**—Es la cantidad que marca directamente el alcoholómetro sobre el producto.

Se coloca una cantidad de tequila en una probeta, introduciéndose un termómetro para tomar la temperatura. En seguida, y cuando todas las burbujas de aire han desaparecido se pone el alcoholómetro dentro del líquido, teniéndose en general todas las precauciones ya dichas al hablar de la densidad. Hecha la lectura, se hace la corrección por temperatura usándose las tablas que hay para este objeto.

**GRADO ALCOHOLICO REAL.**—A una temperatura vecina a 15 grados C., se miden en un frasco graduado 200 cc. de tequila que se pasan a un matraz ordinario de destilación (500 cc.) el cual se comunica con un refrigerante descendente, que mida 1.25 Mt. de largo. La extremidad inferior del refrigerante termina en un tubo cuya punta esta en forma de bisel y que va a dar a un frasco semejante al anterior graduado a 200 cc. en el cual ponemos una poca de agua destilada procurando que la punta del refrigerante quede dentro de ella para evitar pérdidas por falta de condensación. Se enjuaga el frasco con una poca de agua destilada que es añadida al producto que se va a destilar. Se lleva a la ebullición directamente, poniendo antes unos trocitos de piedra pómez, suspendiéndose ésta cuando se han recogido las dos terceras partes del contenido del matraz; por adición de agua destilada se completa el volumen a 200 cc. debiéndose hacer el aforo a la misma temperatura a la cual se midió el tequila. Se pasa el destilado a una probeta tomándose el grado alcohólico por medio de alcoholómetro centesimal Gay-Lussac, teniéndose las precauciones ya dichas anteriormente.

La corrección se hace por temperatura usando las tablas especiales del caso.

El alcoholómetro que se uso para estas determinaciones es certificado, dando una aproximación de 0.2 de grado.

La diferencia del grado alcohólico aparente y el grado alcohólico real se conoce con el nombre de Oscuración.

**CONTROL DE POSITIVACION DEL ALCOHOL.**— Es posible calcular el grado alcohólico de un tequila, en función de su densidad y de la densidad del mismo tequila privado de alcohol. Es suficiente por consiguiente tomar la densidad del tequila, que llamaremos  $d_v$ , destilar 200 cc. dejar enfriar y por medio del agua destilada completar al volumen primitivo el tequila privado de alcohol, tomar su densidad que llamaremos  $d_r$ , haciendo para cada una de estas determinaciones la corrección de temperatura por medio de las tablas ya indicadas.

Ejemplo:

$$d_v = 0.9329$$

$$d_r = 0.9935$$

$$d = 1.0000 \text{ (densidad del agua)}$$

$d^\infty$  = densidad de la solución alcohólica ocupando el mismo volumen que el tequila primitivo y teniendo la misma cantidad de alcohol.

$$d_v + 1.000 = d_r + d^\infty$$

$$d^\infty = 1.000 - (d_r - d_v)$$

de donde  $d$  con los valores dados es igual a 0.9485 debiendo ser 0.9491. El error es relativamente pequeño (3/10 de grado). Por medio de la densidad encontrada se puede conocer el G. A. R. usando las tablas especiales para este caso.

**EXTRACTO SECO A 100 GRADOS C.** — Se usan cápsulas de fondo plano de 25 mm. de altura por 30 mm. de diámetro, operando sobre 25 cc. de tequila los que se evaporan al B. M. (hora y media) hasta obtener peso constante. La diferencia entre el peso de la cápsula vacía y con extracto nos da el peso del extracto que multiplicado por 40 nos da el resultado por litro.

**EXTRACTO SECO EN EL VACIO.**—Se opera sobre 10 cc. de tequila puestos en cápsula de 5 mm. de altura por 60 mm. de diámetro. El dispositivo empleado es un desecador con conexión para vacío, poniendo abajo ácido sulfúrico. Se ponen en seguida los 10 cc. del tequila en cada una de ellas, teniendo su número de orden. Al cabo de 2 días se tiene una total evaporación del tequila. La diferencia de pesos de las cápsulas con extracto y las vacías multiplicando por 100 nos da el peso del extracto por litro. El resultado obtenido es ligeramente mayor que el del extracto anterior. Esta determinación no se acostumbra verificar para los aguardientes y menos para el tequila cuyo extracto es muy pequeño pero puede valerle uno de ella para apreciar de una manera muy particular el olor del tequila al abrir el desecador una vez evaporado por completo el líquido puesto en la cápsula.

**CENIZAS.**—Se determinan por incineración del extracto seco al rojo vivo no encontrándose en el tequila más que huellas de materias minerales.

**INVESTIGACION Y DOSIFICACION DE IMPUREZAS ALCOHOLICAS.**—Los cuerpos que forman las impurezas alcohólicas cuya dosificación es necesaria para dictaminar sobre la calidad de un tequila se dividen según su naturaleza química en:

Acidez (acético, butírico, etc.)

Eteres (correspondientes a los alcoholes)

Aldehidos y furfurool.

Alcoholes superiores (propílico, amílico).

**ACIDEZES.**—Se determinan: Acidez total, fija y volátil.

**ACIDEZ TOTAL.**—Se opera sobre 25 c. c. de tequila y por medio de una solución alcalina N/10 se titula la acidez empleando como indicador solución de fenolftaleína al 1% expresándose los resultados en ácido acético por litro.

**ACIDEZ FIJA Y VOLATIL.**—La acidez fija se determina en el extracto a 100 grados añadiendo un poco de agua destilada y calentando ligeramente al B. M. para facilitar la disolución; después se titula la acidez por medio de una solución alcalina N/10 usando fenolftaleína como indicador. En los tequilas legítimos no existe acidez fija determinada en estas condiciones.

La acidez volátil en este caso es igual a la total.

Empleando como indicador el anaranjado de metilo algunos tequilas tienen un vire muy particular al pasar del medio ácido al alcalino.

**DOSIFICACIONES DE LAS DEMAS IMPUREZAS.**—No pueden ser dosificadas sobre el tequila tal cual está por ser ligeramente colorido y llevar aunque en muy pequeña proporción materias extractivas; por lo tanto estas dosificaciones se hacen sobre el tequila llevado a 50 grados centesimales.

**PREPARACION DE LA MUESTRA.**—Como la riqueza alcohólica del tequila es menor de 50 grados centesimales existen dos procedimientos para poder llevar a cabo esta graduación:

I.—A 100 c. c. de tequila destilado añadir 2.45 c. c. de alcohol puro a 90 grados como la diferencia entre el grado alcohólico real del tequila y 50 grados centesimales.

Ejemplo: A 100 c. c. de tequila cuyo G. A. R. sea 42 grados se deberá añadir  $(50-42) \times 2.45$  c. c. = 19.6 c. c. de alcohol de 90 grados. Para expresar los resultados en el tequila primitivo, multiplicar las cifras obtenidas por la unidad seguida del número de c. c. de alcohol de 90 grados, que ha sido necesario añadir a 100 c. c. de tequila para llevarle a 50 grados. Así en el caso citado se deberá multiplicar el peso de impurezas por 1.19.

II.—El otro procedimiento para llevar el grado alcohólico a 50 grados es el de medir una cantidad superior a 250 c. c. y destilar para que recogiendo 250 c. c. de destilado marque 50 grados. El volumen que se debe destilar está calculado por la siguiente fórmula:

Ejemplo: Sea un tequila cuyo grado alcohólico es de 45 grados, tenemos:  $\frac{12.500}{45} = 277.77$  c. c.

Se tomarán entonces 277.77 c. c. de tequila de 45° que se destilarán hasta haber obtenido 250 c. c. El destilado marcará entonces 50° y para dar los resultados en el tequila primitivo se multiplican los datos encontrados en el análisis por el doble del grado alcohólico precedido de 0.

Ejemplo: Para un tequila de 45° los resultados serán multiplicados por 0.90 (Blarez).

### BUSCA Y DOSIFICACION DE ALDEHIDOS.—

A.—Tratar en un tubo de ensaye 10 c. c. de tequila por un poco de potasa. cáustica al 15%, calentar. El tequila desprovisto de aldehidos no debe colorearse, se colora en café más o menos fuerte en caso contrario.

B.—Tratar 5 c. c. de tequila por 4 c. c. del reactivo siguiente (rosanilina sulfúrica bisulfitada de Francois):

Solución acuosa de fuschina al 1/1000	50 cc.
Agua destilada	250 cc.
Bisulfito de sodio a 40° Be.	20 cc.
Después de decoloración parcial (15') añadir	
Acido sulfúrico puro	5 cc.

Observar la mezcla 15' después de la adición del reactivo: para una proporción de aldehido de 1/5000 se produce una coloración rosada violácea y para una proporción de 1/10000 la coloración es

apenas perceptible (Isnard). En los tequilas esta reacción es muy perceptible.

La dosificación se efectúa por el procedimiento volumétrico de Roques: soluciones necesarias.

<b>Solución A Reactivo de Schiff.</b>	{	Sulfito de sodio puro y seco.....	12.60 gr.
		Agua destilada ... .. .	400. cc.
		Disolver y añadir:	
		Acido sulfúrico normal .....	100 cc.
		Alcohol puro a 95° q. s. para.....	1000 cc.

Filtrar después de 24 hs. de contacto, debiendo ser este reactivo límpido e incoloro. Se le conserva en frasco bien cerrado y en la obscuridad. Debe ser empleado algunos días después de su preparación.

<b>Solución B</b>	{	Solución N/10 de I	{	0.0032 SO <sub>2</sub> .
		1 cc.		0.0022 Aldehído ordinario.

Titular A por medio de B por el método clásico en presencia de engrudo de almidón como indicador. Si el sulfito es puro 20 cc. de B exigen 10 cc. de A.

En un matraz aforado de 100 cc. (los balones de 100/110 son convenientes) medir 50 cc. de tequilla llevado a 50°, añadir 50 cc. de A. Agitar. Preparar un segundo matraz semejante al primero con 50 cc. de A y completar el volumen de 100 cc. con el alcohol puro a 50°; agitar.

Tapar sólidamente los dos matraces con tapones que ajusten perfectamente, amarrándolos ;ponerlos durante 4 hs. al baño de maría a 50°, en seguida dejarlos enfriar; tomar 50 cc. de cada uno de los matraces y titular SO<sub>2</sub> por medio de B, después de haber añadido en cada uno 50 cc. de agua destilada y engrudo de almidón, hasta aparición de color azul.

Sean n cc. de B exigidos por los 50 cc. del matraz testigo (Segundo).

Sea n' cc. de B exigidos por los 50 cc. del matraz con problema (primero).

La cantidad x de alhedidos por litro de tequila a 50° serán:

$$x = (n - n') \times 0.088$$

llevándose en seguida al grado alcohólico primitivo, según el procedimiento seguido.

**DOSIFICACIONES DE ETERES.**—Medir en un matraz 50 cc. de tequila llevado a 50°, añadir algunas gotas de fenoltaleína y gota a gota NaOH N/10 hasta coloración rosada (para neutralizar los ácidos libres).

Verter en seguida en el matraz 10 cc. de Na OH N/10 y calentar a la ebullición con refrigerante de reflujo durante una hora, introduciéndose previamente unos trocitos de piedra pómez. Dejar enfriar añadir 10 cc. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> N/10 correspondiendo exactamen-

te al álcali N/10 después gota a gota la solución N/10 de NaOH por medio de una bureta hasta aparición de la coloración rosada.

Se expresan los éteres en acetato de etilo.

1 cc. de NaOH N/10=0.0088 gr. de acetato de etilo.

Si llamamos n al número de cc. de álcali N/10 tendremos por litro de tequila a 50°

n x 0.0088 gr. x 20 de éteres expresados en acetato de etilo.

llevándose en seguida al título primitivo según el procedimiento usado.

**INVESTIGACION Y DOSIFICACION DEL FURFUROL.**—A 10 cc. de tequila añadir 10 gotas de anilina pura e incolora y 1 cc. de ácido acético puro; al cabo de 5' aparece una coloración roja en presencia del furfurool.

**DOSIFICACION.**—Se prepara una serie de tubos de ensaye en los cuales tenemos de 0.00001 a 0.00010 gr. de furfurool en 10 cc de alcohol a 50° repartidos en 10 tubos.

Tomar 10 cc. de tequila llevada a 50° en un tubo de ensaye vertiendo  $\frac{1}{2}$  cc. de anilina pura y 2 cc. de ácido acético cristallizable, añadiendo a cada uno de los tubos que contienen la solución tipo de furfurool, la misma cantidad de anilina y ácido acético. Se agitan perfectamente los tubos y al cabo de 5' se compara la coloración del tubo que contiene el tequila con la coloración de la escala formada. Multiplicando el resultado obtenido por 100 nos da la cantidad de furfurool por litro de tequila a 50°, llevándose después al título primitivo como se ha hecho antes.

**BUSCA Y DOSIFICACION DE ALCOHOLES SUPERIORES** (Procedimiento de Bardy).—A 5 cc. de tequila, añadir 30 cc. de agua salada coloreada con violeta de anilina. Si al cabo de algún tiempo no aparece ninguna mancha aceitosa, se puede considerar el tequila ausente de alcoholes superiores. En caso contrario aparecerá en la superficie un mancha color violeta.

**DOSIFICACION.**— En un matraz de 250 cc. tratar 100 cc. de tequila llevado a 50° por 2 gr. de clorhidrato de metafenilenodiamina (fija los aldehídos). Después calentar a la ebullición durante 1 h., con refrigerante de reflujo. Destilar en seguida y recoger 75 cc. que contendrán 66.7% de alcohol proveniente de los 100 cc. de tequila analizado).

**Preparación de licores tipos.**—Se preparan poniendo en alcohol puro de 66°7 cantidades de 0.5, 1, 1.5, 2 y 3 gr. de alcohol amílico puro por litro. El alcohol de 66.7 lo obtenemos a partir de 95° diluyéndolo con agua según la fórmula siguiente:

$$\frac{a \times 100}{e} = X$$

a=Grado alcohólico a 15°C.

e=Grado alcohólico deseado.

100 cc. se llevan al volumen indicado por X.



Manera de operar.—Se emplean matraces de fondo redondo de 50 cc. de capacidad. Se introducen 10 cc. de la muestra preparada y se agregan 10 cc. de  $H_2SO_4$  Q. P. haciéndolo resbalar por las paredes del matracito a fin de no mezclarlo. Se agita rápidamente y se lleva a la flama corta de una lámpara moviendo constantemente; a partir del momento en que principia la ebullición se cuenta un minuto, al fin del cual se enfría en agua corriente durante dos minutos. Se procede en igual forma con los licores tipos hasta que la intensidad de coloración de uno de estos y el de la muestra vistos sobre fondo blanco y por transparencia sea la misma. Los resultados se dan en grs. de alcohol amílico por litro.

**PURIFICACION DEL ALCOHOL.**—Para preparar el alcohol puro destinado a estos análisis se utiliza el alcohol del comercio de 96°. Se pone en un frasco de 1 litro de capacidad, 700 cc. de alcohol, se agregan 14 gramos de potasa y se pone a hervir con refrigerante de reflujo durante una hora. Después se destila. Si el producto contiene aún alchidos (prueba cualitativa) se añaden de 3 a 4 gramos por litro de clorhidrato de metafenilendiamina y de 3 a 4 gramos de fosfato de anilina (preparado en el momento que se va a usar mezclando volúmenes iguales de ácido fosfórico de densidad 1.185 y anilina recientemente destilada). Calentar durante 24 horas la mezcla usando refrigerante de reflujo. Destilar en seguida no recogiendo más que el producto intermedio de destilado. Parte del destilado se usa para obtener alcohol de 59°, llevándole a este grado por adición de agua y el resto para los casos en que se necesita utilizar alcohol de la graduación obtenida.

## RESULTADO DE LOS ANALISIS EFECTUADOS EN LOS TEQUILAS.

### GRAMOS POR LITRO DE TEQUILA.

	Densidad 15°C	Grado alcohólico 15°C		Extracto a 100°C	Extracto al vacío	Cenizas
Muestra 1.—	0.9354	47.7	48.2	0.326	0.400	0.020
	0.9354	47.7	48.2	0.284	0.380	00.19
	0.9354	47.7	48.0	0.260	0.400	0.020
	0.9350	47.7	48.3	0.284	0.388	0.020
Muestra 2.—	0.9322	49.5	50.0	0.402	0.520	0.020
	0.9322	49.5	50.1	0.384	0.502	0.020
	0.9320	49.5	50.2	0.384	0.505	0.020
	0.9322	49.5	50.1	0.402	0.510	0.020
Muestra 3.—	0.9360	48.0	48.2	0.156	0.205	0.020
	0.9360	48.0	48.6	0.200	0.200	0.015
	0.9260	48.0	48.4	0.134	0.207	0.015
	0.9330	48.0	48.4	0.155	0.210	0.018
Muestra 4.—	0.9329	49.0	49.4	0.104	0.190	0.015
	0.9330	49.0	49.6	0.104	0.188	0.015
	0.9330	49.0	49.4	0.120	0.185	0.012
	0.9329	49.0	49.4	0.112	0.190	0.015
Muestra 5.—	0.9300	50.0	50.2	0.250	0.310	0.020
	0.9300	50.0	50.2	0.285	0.300	0.020
	0.9305	50.0	50.1	0.285	0.305	0.020
	0.9300	50.0	50.3	0.280	0.300	0.020

**SUSTANCIAS EXPRESADAS EN MILIGRAMOS POR CIEN  
C. C. DE ALCOHOL ANHIDRO.**

**Acideces.**

	Total	Fijos	Volátiles	Eteres	Aldohidos	Furfuroi	Alc. Super.
Muestra 1.	141.2	—	141.2	76.48	42.24	0.4	190.0
	124.8	—	124.8	78.00	41.20	0.5	190.0
	139.6	—	139.6	81.00	42.00	0.5	190.0
	140.6	—	140.6	77.04	40.04	0.4	188.0
Muestra 2.	148.5	—	148.5	133.76	35.20	0.5	142.0
	127.4	—	127.4	133.60	33.80	0.5	142.0
	127.4	—	127.4	131.60	34.00	0.5	138.0
	127.4	—	127.4	133.60	35.20	0.5	138.0
Muestra 3.	116.1	—	116.1	86.24	21.20	0.4	188.0
	116.0	—	116.0	86.00	21.20	0.4	188.0
	106.2	—	106.2	85.00	20.80	0.4	188.0
	112.4	—	112.4	86.24	20.60	0.4	170.0
Muestra 4.	117.0	—	117.0	140.80	36.80	1.2	215.0
	162.4	—	162.4	130.50	36.80	1.2	230.0
	162.4	—	162.4	140.80	36.96	1.2	215.0
	162.4	—	162.4	140.00	36.00	1.2	215.0
Muestra 5.	140.0	—	140.0	70.84	40.24	0.6	160.0
	150.0	—	150.0	68.00	42.80	0.6	160.0
	138.4	—	138.4	75.00	40.20	0.6	135.0
	142.0	—	142.0	78.10	40.20	0.6	160.0

Para poder comparar y tener así una base sobre la cual hacerlo, se han establecido las siguientes relaciones:

La suma total de las impurezas expresadas en miligramos por cien c. c. de alcohol supuesto anhidro, se conoce con el nombre de "COEFICIENTE TOTAL" o "NO ALCOHOL."

La suma de los ácidos y los aldehidos multiplicada por cien y dividida entre la suma total de impurezas se conoce con el nombre de "COEFICIENTE DE OXIDACION."

La suma de los Alcoholes Superiores más Eteres, se conoce con ese mismo nombre y se obtiene sumando las cantidades correspondientes a los datos enunciados.

La Relación de Alcoholes Superiores partido Eteres, se obtiene dividiendo las cantidades expresadas.

Como los datos obtenidos en las determinaciones los tenemos en miligramos por litro, en alcohol a 50° se pueden llevar a su grado alcohólico real (G. A. R.) por medio de la fórmula siguiente:

Cantidad de impurezas por litro multiplicado por el grado alcohólico real y dividido entre 50. Para transformar el valor obtenido a miligramos por cien c. c. de alcohol anhidro, bastará multiplicar el dato obtenido anteriormente por 10 y dividirlo entre el grado alcohólico real. O multiplicar la cantidad de impurezas de 1000 c. c. expresadas en alcohol a 50° por 0.2.

## INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

	Coeficiente "NO ALCOHOL"	SUMA ALC. SUP. MAS ETHERES	RELACION ALC. SUP. <u>ETHERES</u>	COEFICIENTE DE OXIDACION
Muestra 1.—	450.20	266.48	2.48	40
	434.50	268.00	2.4v	38
	454.10	271.00	2.34	39
Muestra 2.—	446.08	265.04	2.45	40
	459.96	275.76	1.06	39
	437.30	275.60	1.05	36
Muestra 3.—	431.50	269.60	1.04	37
	434.70	271.60	1.02	37
	412.04	274.24	2.17	33
Muestra 4.—	411.60	274.00	2.18	33
	400.40	273.00	2.21	31
	379.64	256.24	1.97	34
Muestra 5.—	511.80	355.80	1.52	30
	560.90	360.50	1.76	35
	556.36	355.80	1.52	35
Muestra 5.—	554.60	355.00	1.53	35
	411.68	230.84	2.25	45
	421.40	228.00	2.35	42
	389.20	210.00	1.80	51
	420.90	238.10	2.05	43

## PROMEDIOS DE LOS RESULTADOS ANALITICOS

(Según las tablas anteriores)

	Mínima	Media	Máxima
DENSIDAD	0.9300	0.9330	0.9360
Expresados en gramos por litro			
GRADO ALCOHOLICO APARENTE	47.70	48.85	50.00
GRADO ALCOHOLICO REAL	48.00	49.15	50.30
EXTRACTO A 100° C	0.104	0.253	0.402
EXTRACTO AL VACIO	0.185	0.352	0.520
CENIZAS	0.012	0.016	0.020
Expresados en miligramos por 100 c.c. de alcohol.			
ACIDEZ TOTAL	106.2	134.3	162.4
ACIDEZ VOLATIL	106.2	134.3	162.4
ETERES	68.0	104.4	140.8
ALDEHIDOS	20.6	31.7	42.8
FURFUROL	0.4	0.8	1.2
ALCOHOLES SUPERIORES	135.0	162.5	190.0
INTERPRETACION			
COEFICIENTE "NO ALCOHOL"	379.64	470.27	560.90
SUMA ALC. SUP. MAS ETERES	210.00	285.25	360.50
ALCOHOLES SUP. ETERES	1.02	1.75	2.48
COEF. DE OXIDACION	31.00	38.00	45.00

## CAPITULO II

# Investigación de una reacción específica del Tequila legítimo

Siendo el objeto de esta reacción el poder diferenciar en una forma sencilla el tequila legítimo del falsificado, lo primero en que pensé fué en dirigir la investigación hacia una de las partes constituyentes de él denominadas "impurezas" y que están constituidas por: aldehídos, éteres, furfural y alcoholes superiores; pero los tequilas falsificados también las contienen. Hice entonces las reacciones siguientes para aldehídos:

Con nitrato de plata amoniacal, hidroxilamina, fenilhidracina, m. fenilenodiamina, p. nitro. fenilhidracina, tratando de ver si podía obtenerse un compuesto conocido y establecer así, en igualdad de condiciones con el tequila falsificado, una diferencia ya fuera por cantidad o coloración, no habiendo obtenido ningún resultado, ya fuera por encontrarse los aldehídos en muy pequeña proporción o por ser pequeña la cantidad usada de tequila, desistiendo a seguir buscando en esta forma, dedicándome a buscar una reacción empírica como sigue, usando:

- 1.—Cuerpos que tuvieran reacciones coloridas. Tipo: Resorcina.
- 2.—Cuerpos cuya molécula fuera un poco compleja y que en presencia de otro cuerpo de igual forma diera lugar a la aparición de color: Tipo: Anilina y nitroprusiato de sodio.
- 3.—Cuerpos coloridos que al alcalinizar cambien su coloración: Tipo: Indigotina con amoníaco.

Habiendo hecho reacciones en la forma indicada por cada "tipo," sólo con la Indigotina y amoníaco, obtuve una reacción que puede utilizarse, llevada a cabo en las siguientes condiciones:

### Reactivos usados.

I.—Solución de Indigotina.—Disolviendo 1.25 gr. en 100 c. c. de agua destilada.

II.—Solución de Indigotina.—Un c. c. de la solución anterior, diluida a 10 c. c. con agua destilada.

Hidróxido de amonio.—Q. P.

Manera de operar.—En una serie de tubos de ensaye, numerados del 1 al 13, de igual medida y capacidad, puse 5 c. c. de tequila en la siguiente forma:

Del número 1 al 5 tequila legítimo.  
 " " 6 " 7 " "ampliado."  
 " " 8 " 10 " "preparado."  
 El número 11 tequila preparado por mí.  
 " " 12 alcohol del comercio.  
 " " 13 agua.

Resultados:

TABLA I

Tiempo de coloración

	30 minutos	45 minutos
1.—Verde amarillento pálido.	Amarillo paja pálido.	
2.—	Amarillo paja.	
3.—	" "	pálido.
4.—	" "	" "
5.—	" "	Verde pálido.
6.—	pálido.	Verde ligeramente amarillento.
7.—	" "	" "
8.—Azul verdoso.	Azul verdoso.	" "
9.—	" "	" "
10.—	" "	" "
11.—	" "	Azul.
12.—	pálido.	Ligeramente azul.
13.—Incoloro.	Incoloro.	

Poniendo una gota de solución II  
3 cc. de hidróxido de sodio

TABLA II

Tiempo de coloración

	30 minutos	60 minutos
1.—Amarillo verdoso.	Amarillo pálido.	
2.—	" "	paja.
3.—	" "	pálido.
4.—Verde amarillento.	" "	paja.
5.—	" "	Verde pálido amarillento.
6.—	pálido.	Amarillo palidísimo (casi incoloro).
7.—	" "	Amarillo palidísimo (casi incoloro).
8.—Azul verdoso.	Incoloro.	Incoloro.
9.—	" "	" "
10.—	" "	" "
11.—	" "	Azul pálido.
12.—	pálido.	Incoloro.
13.—Incoloro.		" "

Poniendo 3 gotas de solución II  
1 cc. de hidróxido de sodio



En las coloraciones anteriores (I y II) cuando digo: verde, signífico el color del limón (no maduro); verde amarillento (el del limón maduro); azul, el propio de la Indigotina diluído a esta proporción; amarillo, es igual al color de la paja.

Las coloraciones obtenidas en los tequilas legítimos tienen una variación de colores: del verde al amarillo, dando los tequilas "ampliados" una reacción ligeramente positiva, por lo que en caso de verificarse esta reacción, debe hacerse siempre en comparación con tequila legítimo.

### CAPÍTULO III

## Comparación entre los Tequilas legítimos y falsificados

Se pueden considerar dos clases principales de tequilas falsificados:

I.—Los llamados “ampliados” por ser hechos a base de tequilas legítimos, alcohol y agua.

II.—Los “preparados” hechos con alcohol, agua y esencia.

En ambas falsificaciones se nota desde luego distinto su olor y sabor, siendo en los “ampliados” poco diferente y por completo en los preparados (olor de esencia de frutas). Para darles el color ambarino del tequila se acostumbra añadirles sustancias que puedan darles esta coloración, siendo: caramelo, infusiones de frutas (pasas), y en general, extractos de algunas plantas que, añadidos en pequeña proporción, puedan imitarlo.

Para darle el sabor ardiente, se usa el alumbre, reduciéndose entonces la cantidad empleada de alcohol.

Desde luego estas adulteraciones quedan denunciadas, al hacer el análisis, por el aumento del extracto seco a 100 grados y en las cenizas.

En caso de que un tequila se crea sospechoso, tendrán que verificarse las siguientes determinaciones:

Dosificación de Reductores Totales.

Dosificación de la Acidez Fija.

Investigación de:

Caramelo,

Alumbre,

Taninos.

Y en caso de ser positivas cualquiera de ellas, podemos considerar al producto sospechoso ratificando esta consideración por medio del análisis.

**DOSIFICACION DE REDUCTORES TOTALES.**—En una cápsula de fondo plano se ponen 100 c. c. de tequila evaporándose el alcohol al Baño María y llevándosele después al volumen primitivo con agua destilada. Una parte alícuota es tomada poniéndola en una matraz aforado (de 100 c. c.), se agregan 10 gotas de HCl conc. poniéndolo al B. M.; cuando éste haya alcanzado la temperatura de 67-70 grados C., manteniéndolo entonces a esta temperatura por espacio de 10 a 15 minutos. Dejamos enfriar, neutralizamos al papel tornasol con solución alcalina de sosa o potasa; se agrega en seguida un poco de sub-acetato de plomo para defecar, eliminando el exceso de plomo con oxalato de amonio, aforándose después a 100 c. c. con agua destilada. Filtramos y el líquido obtenido es el usado para la titulación de reductores totales, hecha por medio del licor de Fehling, expresándose los resultados en reductores totales, previa inversión.

**ACIDEZ FIJA.**—No encontrándose esta acidez en el tequila legítimo por ser un producto destilado, será una de las determinaciones que deba verificarse en un producto sospechoso. Se lleva a cabo como ya se dijo en el Capítulo I al hablar de acideces.

**INVESTIGACION DE CARAMELO.**—Procedimiento de Arthor.—En un frasco de vidrio con tapón esmerilado, se introducen 10 c. c. de tequila, añadiéndose luego de 30 a 50 c. c. de paraldehído (según la coloración más o menos intensa) y después se agrega alcohol absoluto hasta que los dos líquidos se mezclen (20 c. c. más o menos). Se abandona por 24 horas, al cabo de las cuales, en presencia de caramelo o azúcar, se forma un precipitado más o menos oscuro, que se adhiere fuertemente al fondo del frasco. Se decanta el líquido que sobrenada, lavándose el precipitado con alcohol y disolviéndolo en poca agua caliente, añadiéndose en seguida una solución de clorhidrato de fenil-hidracina preparada del siguiente modo:

Clorhidrato de fenil-hidracina	2 gr.
Acetato de sodio	3 "
Agua destilada	20 c.c.

Un precipitado en frío acelerado por el calor, indica la presencia de caramelo. En idénticas condiciones, los azúcares no precipitan.

**INVESTIGACION DE ALUMBRE.**—La investigación del alumbre se efectúa en las cenizas, las cuales se disuelven en HCl; se agrega una pequeña cantidad de agua destilada; se tratan con sosa, precipitando el ácido fosfórico; se filtra y neutraliza la alcalinidad con HCl hasta ligera acidez; se trata con amoniaco precipitando así el aluminio, debiéndose comprobar los precipitados obtenidos.

**INVESTIGACION DE TANINO.**—Se conoce su presencia, agregando a una pequeña cantidad de tequila, puesta en un tubo de ensaye, unas gotas de percloruro de fierro, con lo que dará:

una ligera coloración azul verdosa. A continuación doy el resultado medio de las determinaciones efectuadas sobre tequila ampliado y tequila preparado:

**RESULTADOS EXPRESADOS EN GRAMOS POR LITRO**

	Densidad a 15° C.	Grado Alcohólico ap real	Reductos. totales	Extracto 100	Coenzas
Ampliado	0.9376	46.9	47.0	5.39	0.085
Preparado	0.9521	38.4	38.6	0.34	0.030

**SUSTANCIAS EXPRESADAS EN MGRS. POR CIEN C. C. DE ALCOHOL ANHIDRO.**

	Total	ACIDEZ Fija	Volátil	Coefficiente "no alcohol"
Ampliado	68.70	12.48	56.22	308.38
Preparado	21.85	11.60	10.20	291.03

	Alumbra	Tanina
Ampliado	No hay	No hay
Preparado	"	"

Con los resultados antes expresados podemos hacer una comparación con el promedio de los datos analíticos encontrados en el tequila legítimo en la siguiente forma:

Falsificados: Su densidad es mayor, su grado alcohólico es más bajo contienen (en algunos casos) reductores totales, cosa que en el legítimo no hay; el extracto por consiguiente, aumentará en estos casos; se encuentra acidez fija, por el proceso seguido, cosa que no hay en el legítimo; el Coeficiente "No Alcohol" es menor.

## CONCLUSIONES

El tequila legítimo puede diferenciarse del falsificado:

I.—Por sus caracteres organolépticos.

II.—Por medio del Análisis.

III.—Por la reacción empírica, resultado de este trabajo.

---

## BIBLIOGRAFIA

Trees and Shrubs of Mexico.—Paul C. Stanley.

Methodes Actualles D'Expertises.—Kling.

Química Orgánica.—Weyl.

Tesis.—E. Alvarez C.

Análisis Cuantitativo.—Cásares Gil.

Guide Practique de L'Expert Chimiste en Denrées Alimentaires.—Georges Pellerin.