



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO



FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

DESARROLLO DE UNA PRUEBA PRESUNTIVA
PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALCOHOLES PRIMARIOS
EN BEBIDAS DESTILADAS DE AGAVE EN MÉXICO.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICA FARMACOBIOLOGA

PRESENTA

JANETH MONTIEL REYES

ASESOR

DC. RAFAEL ORTIZ ALVARADO

CO-ASESOR

DC. VICTOR MEZA CARMEN

MORELIA, MICHOACÁN. JUNIO 2019



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores

DESARROLLO DE UNA PRUEBA PRESUNTIVA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALCOHOLES PRIMARIOS EN
BEBIDAS DESTILADAS DE AGAVE EN MÉXICO.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Neurobiología de la
Facultad de Químico Farmacobiología
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

DEDICATORIA

Llena de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante

A mis Padres con mucho amor Nicandro Isauro y Ma. Elena

Por el inmenso esfuerzo, amor, cariño, apoyo y consejos que siempre incondicionalmente me han brindado en todo momento, a quienes siempre merecerán mi admiración, dedicación y perseverancia, siendo ellos la motivación de mi vida, mi orgullo de ser, lo que seré, los amo.

A Mí querida hermana Hirandy Lesette y su esposo Juan Carlos

Por el gran apoyo y consejos incondicionales que siempre me dan

A Mis adoradas sobrinas Ayline Denisse, Danya Camila

Las niñas de mis ojos a las cuales amo inmensamente, ellas que siempre alegran mis días.

Tío Raúl Reyes † te extraño y te quiero mucho, por todos los buenos momentos que pase contigo, desde el cielo cuídanos siempre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar hasta este momento.

A mis Padres Nicandro y Ma. Elena

Por su amor, cuidado y paciencia que durante toda mi vida me han brindado para ser un mejor Ser Humano siempre.

A mi Director de Tesis al D.C. Rafael Ortiz Alvarado

Por el apoyo brindado para realizar este proyecto, por la guía que me brindo en el transcurso de él y por todos los consejos y enseñanzas.

A Mis Abuelitos Ángel y Victoria

Por su amor y apoyo que siempre me han brindado, a los cuales admiro por el amor, respeto y dedicación que siempre tiene para brindar, a los demás

A mis Tíos, en especial Roberto

por ser siempre en los diferentes aspectos de la vida un ejemplo a seguir de admiración y fortaleza.

A todos mis amigos

Los cuales han estado incondicionalmente apoyándome en las buenas y malas, y siempre estaré para ellos en todo momento.

A mi comité revisor: D.C. Rubén Chávez Rivera, MTE. Lucía Matilde Nava Barrios M.C. Tania K. Bravo Hernández, M.C. Ma del Rocío Lara Madrigal, M.F. Álvaro Rodríguez Barrón por el apoyo brindado de enriquecimiento para mi proyecto de investigación.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y ACRÓNIMOS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. ANTECEDENTES	- 15 -
1.1 ¿Qué bebidas puede consumir el ser humano?	- 15 -
1.2 Aseguramiento de la calidad del agua y otras bebidas	- 16 -
1.3 Historia del origen de las bebidas destiladas de agave.	- 17 -
2. INTRODUCCIÓN	- 19 -
2.1 Denominación de Origen (D.O)	- 19 -
2.1.1 Sistema o Arreglo de Lisboa	- 21 -
2.2 Denominación de origen en México	- 21 -
2.2.1 Ámbar de Chiapas	- 21 -
2.2.2 Arroz del Estado de Morelos	- 21 -
2.2.3 Cacao Grijalva.	- 22 -
2.2.4 Café Chiapas	- 23 -
2.2.5 Café Veracruz	- 23 -
2.2.6 Chile de Yahualica	- 24 -
2.2.7 Chile Habanero de la Península de Yucatán	- 24 -
2.2.8 Mango Ataúlfo del Soconusco de Chiapas	- 25 -
2.2.9 Olinalá	- 25 -
2.2.10 Talavera	- 26 -
2.2.11 Vainilla de Papantla	- 26 -
2.2.12 Bacanora	- 27 -

2.2.13 Charanda	- 28 -
2.2.14 Mezcal	- 29 -
2.2.15 Sotol	- 30 -
2.2.16 Tequila	- 31 -
2.3 ¿Qué es una bebida alcohólica?	- 35 -
2.4 Etanol	- 37 -
2.5 Acciones del etanol en el organismo	- 38 -
2.6 Metanol	- 40 -
2.7 Importancia toxicológica de metanol en bebidas destiladas	- 41 -
3. PROCESOS DE DESTILACIÓN Y RECTIFICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS PROVENIENTES DEL AGAVE.	- 42 -
3.1 Destilación	- 43 -
3.1.1 Alambique	- 44 -
3.2 Tipos de destilación comunes	- 45 -
3.2.1 Destilación simple	- 45 -
3.2.2 Destilación fraccionada o rectificación	- 45 -
3.2.3 Destilación por arrastre de vapor	- 47 -
3.3 Tipos de destilación avanzada	- 48 -
3.3.1 Destilación azeotrópica y destilación por variación de presión	- 48 -
3.3.2 Destilación extractiva y destilación con sal	- 48 -
3.3.3 Destilación reactiva	- 48 -
4. MEZCLAS AZEOTRÓPICAS	- 49 -
4.1 Ley de Raoult	- 49 -
4.2 Ley Henry	- 49 -
5. MÉTODOS ANALÍTICOS PARA BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS-	50 -
5.1 Cromatografía de gases	- 51 -
5.2 Resonancia magnética nuclear (RMN)	- 53 -
5.3 Métodos espectroscópicos de análisis	- 54 -
5.4 Espectrofotómetro	- 55 -

6. JUSTIFICACIÓN	- 56 -
7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 57 -
8. HIPÓTESIS	- 58 -
9. OBJETIVO GENERAL	- 59 -
10. OBJETIVOS PARTICULARES	- 59 -
11. METODOLOGÍA	- 60 -
11.1 Material, reactivos y equipo	- 60 -
11.1.1 Barrido espectrofotométrico	- 60 -
11.1.2 Reactivos de referencia	- 60 -
11.1.3 Procedimiento	- 60 -
11.1.4 Análisis de la muestra problema	- 61 -
12. ESTRATEGIA EXPERIMENTAL	- 62 -
13. RESULTADOS	- 63 -
13.1 Barridos espectrofotométricos	- 68 -
13.1.1 Controles negativos	- 68 -
13.1.2 Muestras problema	- 69 -
13.1.3 Estándares	- 71 -
14. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	- 72 -
15. CONCLUSIÓN	- 74 -
16. APÉNDICE	- 75 -
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 78 -
18. ANEXOS	- 83 -
21.1 Anexo a) Artículo	- 83 -
21.2 Anexo b) Constancia	- 89 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores necesarios para la obtención del registro “Denominación de Origen”	- 20 -
Figura 2. DO. Ámbar de Chiapas, “Gema de México”	- 21 -
Figura 3. DO. Arroz del estado de Morelos, nombre científico <i>Oryza sativa</i> , “Calidad Gourmet”	- 22 -
Figura 4. DO. Cacao Grijalva, nombre científico <i>Theobroma cacao</i>	- 22 -
Figura 5. DO. Café Chiapas, nombre científico, <i>Coffea arabica</i> variedad. <i>Bourbón</i>	- 23 -
Figura 6. DO. Café de Veracruz, nombre científico <i>Coffea arabica</i>	- 23 -
Figura 7. DO. Chile de Yahualica, nombre científico <i>Capsicum annum L</i>	- 24 -
Figura 8. DO. Chile Habanero de la península de Yucatán, nombre científico <i>Capsicum chinense jacq</i>	- 24 -
Figura 9. DO. Mango Ataúlfo del Soconusco de Chiapas, nombre científico <i>Mangifera indica</i>	- 25 -
Figura 10. DO. Olinalá, En Náhuatl significa “lugar de terremotos”	- 25 -
Figura 11. DO. Talavera, cerámica como la expresión del arte	- 26 -
Figura 12. DO. Vainilla de Papantla, producto Mexicano que perfuma al mundo	- 27 -
Figura 13. DO. Bacanora, deriva del agave <i>Angustifolia haw</i>	- 28 -
Figura 14. DO. Charanda, realizada a partir de la caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i>	- 29 -
Figura 15. DO. Mezcal, Espadín: <i>Agave angustifolia</i> , Cirial: <i>Agave karawinskii</i> , Tosalá: <i>Agave seemanniana</i> de acuerdo al origen o estado del mismo	- 30 -
Figura 16. DO. Sotol, Agave <i>Dasyilirion wheeleri</i> , <i>Dasyilirion cedrosanum Trel</i> de acuerdo al estado de origen	- 31 -
Figura 17. DO. Tequila, Agave <i>Tequilana weber</i> , variedad. azul “Distintivo Mexicano”	- 32 -
Figura 18. Formula desarrollada y estructura molecular del etanol	- 37 -
Figura 19. Metabolismo del etanol	- 39 -

Figura 20. Formula desarrollada y estructura molecular del metanol	- 40 -
Figura 21. Toxicocinética del metanol	- 41 -
Figura 22. Curva azeotrópica de componentes químicos con presiones de vapor similares (mezcla agua/etanol), según la Ley de Raoult. (Presión/Vapor azeotrópicos)	- 43 -
Figura 23. Aparato para destilación “Alambique” y partes que lo componen	- 44 -
Figura 24. Montaje del equipo para realizar una destilación simple	- 45 -
Figura 25. Montaje del equipo para realizar una rectificación o destilación fraccionada (Cuadernillo de Prácticas , s.f.)	- 46 -
Figura 26. Montaje del equipo para realizar una destilación por arrastre de vapor	- 47 -
Figura 27. Esquema de un cromatógrafo de gases	- 52 -
Figura 28. Regiones del espectro electromagnético	- 54 -
Figura 29. Sin muestra ni celda de cuarzo.	- 68 -
Figura 30. Con celda de cuarzo.	- 68 -
Figura 31. Mezcal Chino y Cuerno.	- 69 -
Figura 32. Mezcal Mexicano-Amarillo.	- 69 -
Figura 33. Flor de Mezcal ensamble de agave <i>Cupriata</i> y <i>Espadín</i>	- 69 -
Figura 34. Mezcal artesanal Guerrero	- 69 -
Figura 35. Charanda Uruapan	- 70 -
Figura 36. Tequila blanco Don Julio	- 70 -
Figura 37. Sotol	- 70 -
Figura 38. Etanol 100%.	- 71 -
Figura 39. Metanol 100%.	- 71 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen denominaciones de origen, características y normas oficiales mexicanas	- 33 -
Tabla 2. Especificaciones de bebidas alcohólicas para la determinación del % de alcohol metílico, alcoholes superiores, furfural, aldehídos, esterres permitido para su elaboración.	- 35 -
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos de bebidas alcohólicas destiladas	- 36 -
Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del etanol	- 37 -
Tabla 5. Propiedades físicas y químicas de metanol	- 40 -
Tabla 6. Regiones específicas del espectro para diferentes tipos de alcoholes superiores que se pueden encontrar en una bebida alcohólica.	- 63 -
Tabla 7. Regiones específicas del espectro para diferentes mezclas azeótropicas de alcoholes representativas de bebidas alcohólicas.	- 64 -
Tabla 8. Regiones específicas del espectro para diferentes muestras y muestras como controles negativos	- 65 -
Tabla 9. Curva de concentración patrón de metanol	- 65 -

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Curva de concentración patrón de metanol	- 66 -
Gráfica 2. AU Mínima Log.	- 67 -
Gráfica 3. AU Máxima Log.	- 67 -

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y ACRÓNIMOS

Abreviatura, Acrónimo o Símbolo.	Descripción
°C	Grados Celsius
°GL	Grados Gay Lussac
Alc.	Alcohol
AU	Unidades de Absorción
COVERVAINILLA	Consejo Veracruzano de la Vainilla
Cp.	Centipoise
CRT	Consejo Regulador del Tequila
D.O.F.	Diario Oficial de la Federación
DO	Denominación de Origen
Edo.	Estado
Esq.	Esquema
Fig.	Figura
IF	Infrarrojo
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias
IUPAC	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada
Mpio.	Municipio
NMX	Normas Mexicanas
NOM	Norma Oficial Mexicana

OIV	Organización Internacional de la Viña y el Vino
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
p.e.	Punto de ebullición (°C)
RF	Radiofrecuencias
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
UV	Ultravioleta
Vol.	Volumen

RESUMEN

Se estudiaron bebidas alcohólicas destiladas en un conjunto con las Normas Oficiales Mexicanas reguladoras para cada caso (Bacanora NOM-168-SCFI-2004, Charanda NOM-144-SCFI-2000, Mezcal NOM-070-SCFI-2016, Sotol NOM-159-SCFI-2004, Tequila NOM-006-SCFI-2012) que establecen condiciones físicas y químicas, y el tipo de bebida respectiva que se produce en México citando a la Norma Mexicana (NMX-V-013-NORMEX-2013) que establece ensayos para determinación del contenido alcohólico expresado en % Alc .Vol. En bebidas alcohólicas y muestras del proceso de elaboración.

En la elaboración de las diferentes bebidas alcohólicas destiladas participan procesos de fermentación y destilación donde se generan algunos alcoholes potencialmente peligrosos para la salud humana, los cuales varían en su concentración, a través de procesos de destilación y fracciones respectivas, es necesario contar con pruebas rápidas que permitan monitorear en tiempo real los procesos de destilación, con el objetivo de eliminar la concentración de metanol en las fracciones de destilación.

Se establecieron análisis para ciertas bebidas; Bacanora, Charanda, Mezcal, Sotol, Tequila, así como los controles respectivos de las mezclas azeótropicas de etanol/agua, etanol/metanol/agua obteniendo así huellas espectrofotométricas respectivamente, por medio del barrido espectrofotométrico desde la región de Ultravioleta (UV) hasta el Infrarrojo (IF) identificando **resultados positivos** para la concentración significativa de metanol (mayor a 30mg/100mL) en las muestras de **“MEZCAL” analizado principalmente y “TEQUILA BLANCO ” “SOTOL”**.

Garantizando un método analítico, presuntivo para la determinación de metanol en las bebidas de Mezcal, cuya aplicación puede darse a lo largo del proceso de destilación como parte de la elaboración de las bebidas destiladas en México (En proceso no industrializado).

PALABRAS CLAVE: Destilados de Agave, Normas Oficiales Mexicanas, Espectrofotometría, Mezclas Azeotrópicas y Denominación de Origen.

ABSTRACT

Were studied distilled alcoholic beverages in a set with The Mexican Official Regulating Norms for each case (Bacanora NOM-168-SCFI-2004, Charanda NOM-144-SCFI-2000, Mezcal NOM-070-SCFI-2016, Sotol NOM-159-SCFI-2004, Tequila NOM-006-SCFI-2012) establish physical, chemical conditions, the type of beverage for each type that is produced in Mexico citing the Mexican Norm (NMX-V-013-NORMEX-2013) which establishes tests for the determination of the alcoholic content expressed in % Alc. Vol. In alcoholic beverages and samples of the processing elaboration.

In the preparation of the different distilled alcoholic beverages, fermentation and distillation processes are involved the generated of some alcohols potentially dangerous for human health, which vary in concentration, through distillation processes and respective fractions, therefore it is necessary to have quick tests that allow to monitor in real time the distillation processes with the aim of eliminating the concentration of methanol in distillation fractions.

Analyses were established for certain beverages; Bacanora, Charanda, Mezcal, Sotol y Tequila, as well as the respective controls of the azeotropic mixtures of ethanol/water, ethanol/methanol/water, thus obtaining spectrophotometric fingerprints for the samples respectively, by means of spectrophotometric scanning from the region ultraviolet (UV) to Infrared (IF) identifying **positive results** for the significant concentration of methanol (greater than 30mg/100ml) in the samples of **"MEZCAL" analyzed mainly and "TEQUILA BLANCO " "SOTOL"**.

Ensuring an analytical method, presumptive method for the determination of methanol in Mezcal beverages, which can be applied throughout the distillation process as part of the elaboration of distilled beverages in Mexico (Not industrialized in process).

KEY WORDS: Agave Distillates, Mexican Official Norms, Spectrophotometry, Azeotropic Mixtures and Denomination of Origin.

1. ANTECEDENTES

1.1 ¿Qué bebidas puede consumir el ser humano?

El ser humano *Homo sapiens*, es un organismo que ha desarrollado diversas estructuras sociales que le han asegurado una cantidad y calidad adecuada de alimentos y bebidas, esto puede verse reflejado desde que el ser humano evoluciono de un organismo de tipo nómada (cazador y recolector de diversos animales, frutos y semillas), hasta el establecimiento de las primeras estructuras sedentarias en la región de Asia Central, como son los vestigios de las primeras ciudades. (Barahona, 2001).

En este caso el desarrollo de las ciudades primitivas debió ir acompañado del desarrollo de los primeros eventos de tipo biotecnológico, entre los que se puede citar la agricultura, la ganadería y desde luego la colección de organismo que permitirían su domesticación y explotación, primordialmente para la identificación de plantas con potencial nutrimental, así discriminar y clasificar de manera empírica a las plantas que poseen características de tipo tóxico.

Estos primeros ejercicios de clasificación empírica, llevaron a que los individuos de las diversas ciudades desarrollaran estructuras sociales, que hasta nuestros tiempos perviven, como son las sociedades estratificadas, donde existe una clase dominante, una clase guerrera y una clase asociada a los procesos de ceremonia y trascendencia en la sociedad, los cuales regulaban la clase explotada, sin embargo todas estas sociedades sedentarias modernas se encuentran incrustados los artesanos, los orfebres, entre otros especialistas de área, esta clase es la que encargaba en todas las sociedades primitivas y modernas, clasificar a los ejemplares naturales para su explotación alimentaria y ceremonial, se ve reflejado en un proceso de investigación, conservación y procesamiento biotecnológico primitivo; ahora bien dentro de los aspectos nutrimentales a satisfacer se encuentra el acceso a fuentes de carbohidratos, proteínas, lípidos, moléculas con funciones específicas nivel celular (nutracéuticos), y desde luego es necesario mantener un

equilibrio hidroelectrolítico, esto último puede ser adquirido en la actualidad a través del consumo de agua y electrolitos, sin embargo esto es moderno en cuanto a la obtención y aseguramiento de la calidad del agua. (Almirón, 2004).

1.2 Aseguramiento de la calidad del agua y otras bebidas

Baste recordar que no es sino hasta el siglo XIX que el Dr. Louis Pasteur consolidó dos grandes hitos científicos y tecnológicos, desmintió la generación espontánea y esto lo llevo a proponer y poner *in terregno* el choque término sobre las bebidas alcohólicas, esto conocido en la actualidad como la Pasteurización.

Por lo que nos lleva a plantear que los asentamientos humanos además del aseguramiento de los alimentos deberían tener acceso a una fuente de agua, pero es hasta el siglo XIX que se demuestra que el agua puede acarrear microorganismo que producen procesos patológicos de tipo infecciosos, como lo demostró el Dr. Robert Koch. De esta manera podemos inferir que el agua no siempre fue elemento nutrimental seguro, por lo que las sociedades primitivas debieron desarrollar estrategias y bebidas procesadas por medios biotecnológicos ahora conocidos, entre los que destacan la denominada fermentación. (ECURED, 2005).

La fermentación se sabe en la actualidad está condicionada por el proceso del metabolismo microbiano, en donde encontramos eminentemente organismos de tipo fúngico, entre los que destacan por su prevalencia y diversidad genética y fenotípica a diversos procesos metabólicos a las levaduras, entre las que podemos citar a las del género *Saccharomyces spp.*, particularmente *Saccharomyces cerevisiae*.

Estos microorganismos son levaduras que se han utilizado en varios métodos de transformación alimenticia, entre los que destacan la panificación y la fermentación alcohólica, lo cual ocurre teniendo como sustrato a los carbohidratos encontrados en semillas y diversas frutas y plantas suculentas. Por lo que el proceso biotecnológico de procesamiento de materia prima a productos alimentarios superiores conlleva etapas de especialización dentro de la sociedad a la que se haga referencia, pero que en esencia está condicionando el éxito de la sociedad y

su trascendencia en la evolución humana. Los sustratos fermentables como granos, frutos, y otras plantas está limitado, por aspectos geográficos, así como aspectos climáticos.

De tal suerte que en el caso de regiones como Asia, podemos encontrar ejemplos de explotación de granos como *Oryza sativa* (arroz), en Europa Central y Eurasia podemos encontrar las especies del genero *Triticum spp.* (trigo), y es en las Américas donde se encuentra la mayor diversidad biológica de fuentes alimenticias que se pueden transformar a diversos alimentos a su vez fermentar y los ejemplos más significativos que han trascendido las culturas precolombinas y han ahora sido parte de un mestizaje cultural y social.

Entre ellos podemos citar como *Theobroma cacao* (cacao) del cual la sofisticada cultura Maya, floreció por utilizar una bebida fermentada elaborada partir de este elemento natural, precolombino, cabe mencionar que el chocolate como se consume en la actualidad dista mucho de la aportación original con cacao, ya sea condimentada con chile y es utilizada en ceremonias de sacrificio y equinoccios.

Desde luego que las altas culturas que se desarrollaron en la Mesoamérica, dependieron del cultivo al igual que el procesamiento de *Zea Mays* (maíz), no solo se utilizó como un elemento de aseguramiento de alimento, con aspectos culinarios, sino que se le utilizó como fuente de granos para su fermentación, para obtener una bebida alcohólica precolombina de fermento de maíz. (Ochoa, 2016).

1.3 Historia del origen de las bebidas destiladas de agave.

También se debe mencionar que el territorio Mesoamericano, ahora territorio Mexicano esta denominado por condiciones agrestes en las cuales se desarrollan plantas que se adaptan muy bien a las condiciones de estrés hídrico y suelos pobres a nivel de nutrientes, en donde encontramos plantas como las Cactáceas y las Agaváceas, y es aquí donde comienza la historia, controvertida de las bebidas destiladas de agave.

Esta controversia, comienza desde el punto de vista de si las culturas precolombinas que progresaron en el Altiplano Mexicano, desarrollaron o no la capacidad para poder no solo producir fermentos provenientes de los carbohidratos sino además provenientes de la denominada “aguamiel”, lo que se conoce como “pulque”, el cual es la bebida alcohólica de baja graduación etílica, con un contenido alcohólico 6-9 % Alc.Vol. (NMX-V-037-1972, 2019) (Cervantes, C. M. 2008).

Proveniente de las variedades de agave seleccionado y cultivado expreso para la producción del pulque. Y es en este caso que está lo suficientemente documentado que las culturas que se desarrollaron en la Mesoamérica fueron ávidas productoras de pulque (misma cultura que sobrevive hasta nuestros días como parte del mestizaje precolombino e hispánico).

Por otra parte, existen algunos trabajos de antropología que sostienen que algunas manifestaciones culturales que proliferaron en el actual Istmo de Tehuantepec y actual territorio de Oaxaca no solo se seleccionaba, se cultivaba, se colectaba y se producía el fermento denominado pulque, sino que se desarrolló una tecnología primitiva que logro obtener un proceso destilado, lo cual sería el precursor del actual Mezcal.

Por otro lado, existe la vertiente que atribuye a los españoles la sofisticación del proceso de fermentación y consecuente destilación sobre el caldo fermentado del agave, obteniendo así las bebidas destiladas de agave que se conocen.

Apoyando en este último hecho a este tipo de bebidas destiladas no solo como un producto propio del territorio Mexicano, sino *sui generis* y parte esencial además testigo del proceso del aporte de culturas que “se fusionaron” dando origen a las manifestaciones particulares del México moderno.

Así mismo, los destilados provenientes de los azúcares de las especies y variedades de agave propio de la diversidad biológica, geográfica, climática y culturales que confluyeron en los últimos 2500 años, conformaron estas bebidas destiladas tan complejas en su origen, procesamiento, obtención y refinamiento y por lo tanto en su composición física, química y aceptación como icono de México. (Tomas, 2010).

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Denominación de Origen (D.O)

El actual sistema de producción de bienes y servicios en los diferentes sistemas económicos de producción, como los bloques económicos Europeos, Americanos y recientemente en Asia, han marcado la pauta, sobre sistemas de producción industrializado en serie, donde se logra reproducir diferentes productos alimenticios, con ciertas características organolépticas y de composición química, en detrimento de los productos originarios de zonas geográficas y manufactura específica, como lo han sido particularmente los alimentos y las bebidas.

En estos casos, después de la Segunda Guerra Mundial, el nivel de producción industrial, entre ellos de los alimentos para las tropas en beligerancia, dieron origen a grandes industrias alimenticias con un poder de producción y de penetración internacional, marcando pautas dentro de los mercados cambiando patrones y preferencias de alimentación y bebida. De tal suerte que se han conservado de alguna manera los pequeños productores de alimentos con ciertas características “sui generis”, esto a través de protección de los gremios de productores de regiones específicas.

Países como Francia, encabezan los negocios de producción y distribución de tal forma marcando los estándares a nivel mundial para tener productos de origen, con particularidades únicas o específicas, ligadas a:

- A)** Tipo o tipos de materia prima, generalmente condicionado a una región geográfica y climática específica,
- B)** Forma o formas de manufactura,
- C)** Microorganismos que interactúan dentro del proceso de manufactura.

En este caso la República Francesa es un referente de productos como el queso Roquefort, vinos espumoso como el Champagne, los vinos Grand Cru y Millésime producidos en regiones como la Gironde y la Bourgne, así como destilados más elaborados como Calvados, producido en la Normandie, y el Cognac, producido en

la zonas suroeste de la zona Metropolitana de Francia. Estos productos, alimenticios y de bebidas con graduación alcohólica, se han convertido no solo en iconos de la cultura Francesa, sino que son ejemplos de producción con características únicas que han merecido ser protegidas a través del esquema de Denominación de Origen (DO), lo cual les ha permitido poder explotar no solo el producto en sí, sino que solo este tipo de productos de esas regiones con esas características pueden llamarse como tal. (E. & Errázuriz Tortorelli, 2010).

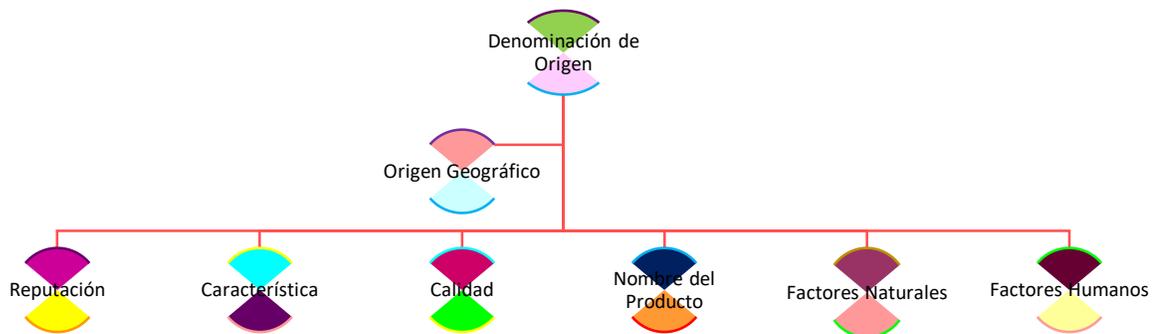


Figura 1. Factores necesarios para la obtención del registro “Denominación de Origen” (IMPI, 2010)

2.1.1 Sistema o Arreglo de Lisboa

El Sistema o Arreglo de Lisboa facilita el registro internacional de las denominaciones de origen, para así ofrecer un medio de protección para los productos registrados apropiadamente mediante un trámite único, permitiendo amparar intereses económicos nacionales para los diferentes países (miembros del arreglo de Lisboa), de manera que se hace importante también para incrementar el porcentaje de exportaciones, este registro certificado garantiza que el producto sea de excelente calidad. (Tomas, 2010).

Para la obtención de registro en el Sistema de Lisboa se lleva a cabo una serie de etapas; se necesitara primero el registro de una “Marca Colectiva”, para enseguida escalar al registro de una “Indicación Geográfica”, contando con estos dos registros finalmente se llega a lo ya mencionado Denominación de Origen. Y así obtener el reconocimiento del producto a nivel internacional. Este trámite será realizado por conducto de la Secretaria de Relaciones Exteriores. (IMPI, 2017).

2.2 Denominación de origen en México

En el caso Mexicano se han documentado otros casos de éxito, donde algunos son representantes icónicos de la cultura mestiza y otros tienen una presencia más regional, (Islas, 2016) a saber son los siguientes:

2.2.1 Ámbar de Chiapas. Propio de la región de San Cristóbal de Las Casas, lleva como nombre “La Gema de México” es un material de origen vegetal, sus tonalidades varían del más tenué amarillo al café intenso casi negro. Es una resina la cual es extraída de cuevas convertidas en minas de forma rudimentaria para posteriormente transformarla en joyería, figuras atrevidas. El uso de esta materia prima se proliferó tanto que llevó a los productores a protegerla y fue en Junio del año 2000, cuando se declaró denominación de origen.



Figura 2. DO. Ámbar de Chiapas, “Gema de México” (Montiel, 2019).

2.2.2 Arroz del estado de Morelos. Poseen características particulares esto debido a las condiciones climáticas del Estado del mismo nombre, exportándose a países de Europa y Estados Unidos de América. (Garrido, C. 2018)

2.2.4 Café Chiapas. Este es producido en la región montañosa del estado es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel nacional en ámbitos de economía, social, cultural y ambiental (Escamilla y Landeros, 2005) y posee características muy específicas en lo referente a nutraceuticos como los antioxidantes, además enriquecido con alta acidez, aroma intenso, sabor agradable y apreciable cuerpo, alcanzando así una excelente calidad que lo hacen destacar a nivel internacional. (Garrido, C. 2018).



Figura 5. DO. Café Chiapas, nombre científico, *Coffea arabica* variedad. *Bourbón* (Montiel, 2019).

2.2.5 Café Veracruz. Posee las particularidades referentes a la bebida como son el cuerpo, el aroma y el sabor, lo cual se logra a partir del cultivo en las regiones de la entidad Federativa. (Rendon, A. 2010).



Figura 6. DO. Café de Veracruz, nombre científico *Coffea arabica* (Montiel, 2019).

2.2.6 Chile de Yahualica. El chile forma parte de la cultura mexicana mostrándose como una identidad nacional. Su producción considerada artesanal, además de que cada uno de sus procesos es puntual para obtener un chile de la más alta calidad, una de las características que lo hacen especial es el color adoptado por el tipo de carotenoides que posee. Obteniendo de esta forma la DO en esta región respaldada por el IMPI, encontrándose en proceso su Norma Oficial Mexicana. (Garrido,C.2018).

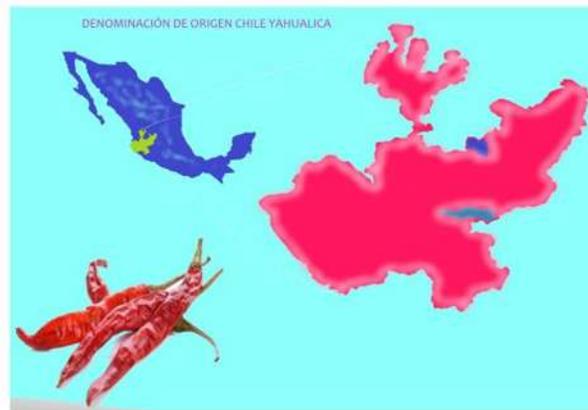


Figura 7. DO. Chile de Yahualica, nombre científico *Capsicum annum L* (Montiel, 2019)

2.2.7 Chile Habanero de la península de Yucatán. La protección de origen abarca los Estados de la Península de Yucatán y particularmente la intensidad del “picor” en la escala de Scoville lo sitúa dentro de los primeros 3 tipos de chiles con mayor intensidad a nivel mundial. (Garrido, C. 2018).



Figura 8. DO. Chile Habanero de la península de Yucatán, nombre científico *Capsicum chinense Jacq* (Montiel, 2019).

2.2.8 Mango Ataúlfo del Soconusco de Chiapas. Es fruto de color amarillo intenso, con casi 70% de su volumen en pulpa y su sabor sui generis, desarrollado en Tapachula Chiapas, a partir del siglo XX, por sus características se exporta a los países del Norte. (Garrido, C. 2018).



Figura 9. DO. Mango Ataúlfo del Soconusco de Chiapas, nombre científico *Mangifera indica* (Montiel, 2019).

2.2.9 Olinalá. Son un tipo de baúl pequeño elaborados a partir de la madera del lináloe (*Bursera linanoe*) y el posterior diseño particular de ornamentación han permitido proteger este producto propio del Estado de Guerrero. (Rendon, A. 2010).



Figura 10. DO. Olinalá, En Náhuatl significa lugar de terremotos (Montiel, 2019).

2.2.10 Talavera. Es una cerámica que fue desarrollada a partir de los procesos complejos del mestizaje, entre los diferentes grupos de españoles y los diferentes grupos y etnias que sobrevivieron a la Conquista, por lo que el hablar de la Talavera realizada en Puebla es una expresión artística propia del Mestizaje, que le ha valido el ser protegida como un diseño con denominación de origen. (Rendon, A. 2010).

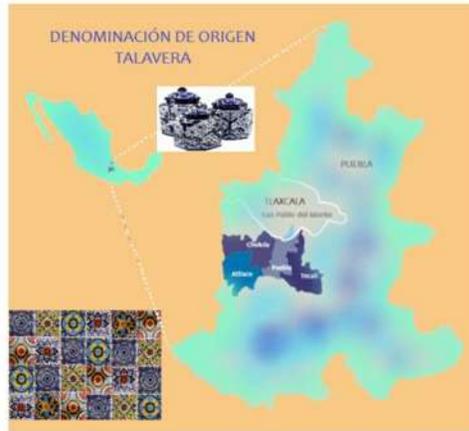


Figura 11. DO. Talavera, Cerámica como la expresión del arte. (Montiel, 2019).

2.2.11 Vainilla de Papantla. Siendo de origen novohispana y posteriormente Mexicana, está categorizada como la mejor en calidad a nivel internacional, esta vainilla es la única orquídea que se cultiva por su sabor y aroma; las demás se siembran sólo para adorno, el cultivo de la vainilla consume mucho tiempo, desde poner los tutores o soportes, luego polinizar las flores y después recoger las vainas verdes y beneficiarlas.

El suelo del municipio de Papantla Veracruz, donde está es cultivada tiene características muy particulares para hacer de la vainilla la mejor, motivo por el cual en marzo de 2009 se le otorga la correspondiente declaración de protección “Denominación de origen” “Vainilla de Papantla”, teniendo la Norma Oficial Mexicana NOM-182-SCFI-2011, “Vainilla de Papantla. Extractos y derivados. Siendo emitida en julio de 2011 y se publicó el 18 de agosto de 2011 en el Diario Oficial de la Federación. Actualmente la Vainilla enfrenta problemas importantes, el principal de los cuales se relaciona con la eventual posibilidad de que se extinga por una combinación de factores adversos como serían la aparición de plagas, la

falta de apoyos gubernamentales, la sobreexplotación y la competencia que representan los extractos artificiales.



Figura 12. DO. Vainilla de Papantla, producto Mexicano que perfuma al mundo (Montiel, 2019).

En consideración especial para este caso son las bebidas alcohólicas destiladas de alta graduación donde se encuentra:

2.2.12 Bacanora. Es una bebida de alta graduación de etanol, mayor a 35°, proveniente del agave que crece en el estado Norteño de Sonora, donde las condiciones agrestes y desérticas favorece a la especie *Agave Angustifolia haw*, no se ha establecido o documentado el origen de la palabra Bacanora.

La inestabilidad política del país en los tiempos del siglo XIX y primera mitad del Siglo XX, no permitieron que esta bebida se consolidará como propia y permitida dentro del estado de Sonora, por lo que tuvo que esperar hasta que el año de 1992, que se reconoció y se otorgó el permiso expreso a nivel Federal, para la producción y comercialización respectiva.



Figura 13. DO. Bacanora, deriva del *Agave Angustifolia haw* (Montiel, 2019).

2.2.13 Charanda. Esta bebida se obtiene a partir de la caña de azúcar, (*Saccharum officinarum*), la perteneciente a la zona de Michoacán, tiene un sabor diferente de la que se produce en la costa y el agua que utiliza es especial, este cultivo fue introducido por los europeos llegados a territorio Mesoamericano.

Este cultivo tuvo relativo éxito en su sistematización en el territorio conquistado, dado las condiciones climáticas imperantes durante la colonia española, manteniéndose hasta nuestros días en diferentes regiones conocidas como cañaverales, obteniendo la melaza, partir del jugo de la caña, y sometiénolo a un proceso de ebullición se obtiene una mutarrotación, con lo cual se favorecía, la obtención de azúcares, para su posterior fermentación y obtención de etanol.

Ahora bien, en inicio el proceso de obtención del aguardiente, por fermentación y destilación estaba prohibida en la Nueva España, por lo que la producción de este aguardiente, se consideraba fuera de la Ley Colonial, se atribuye la introducción en el Territorio Continental, proveniente de las Antillas y probablemente por influencia de la tercera vía sanguínea del mestizaje Mexicano, la raza africana.

Es entonces que este aguardiente se establece muy bien en climas de transición y de diversidad orográfica, como lo es el actual Territorio del estado de Michoacán, el cual ofrece un suelo arcilloso, de color rojizo, que dota a la planta de caña de azúcar de características muy particulares, las cuales se ven reflejadas en la obtención de melaza y por lo tanto del proceso de fermentación incorporando 50% de jugo de

el aroma y el cuerpo. Dentro de las especies de agave más utilizadas para la producción de mezcal se encuentra el *Agave angustifolia*, *Agave esperrima*, *Agave potatorum* y *Agave salmiana*, y esta bebida se encuentra regulada por Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994.

Por sus características tan peculiares de esta bebida el 2 de octubre de 2015 obtuvo denominación de origen en diferentes Estados de la República Mexicana ubicados en la zona centro pacífico y zona central del altiplano mexicano.



Figura 15. DO. Mezcal, **Espadín:** *Agave angustifolia*, **Cirial:** *Agave karawinskii*, **Tobalá:** *Agave seemanniana* de acuerdo al origen o estado del mismo (Montiel, 2019).

2.2.15 Sotol. Son originarias de los estados del norte del País, excepto, el estado de Sonora, y particularmente de estados cuya precipitación pluvial se sitúa entre los 150 a 400 mm al año, donde se desarrolla una planta no maderable de hasta dos metros de alto, provista de hojas largas y estrechas con espinas cortas, en Coahuila, Chihuahua y Durango.

Esta producción no ha variado en los últimos 200 años, en donde la parte medular de la planta se transfiere a un horno excavado en la tierra donde se somete a cocción por un espacio de 12 hrs, terminado esto se tritura la parte medular y se obtiene el jugo el cual es rico en azúcares, el cual se somete a fermentación por espacio de 72 hrs posteriormente se realiza un proceso de doble destilación, separando o fraccionando los alcoholes superiores como parte de la producción.

La Ley Seca del país vecino del Norte, instaurada después de la Primer Guerra Mundial, afectó también a los productores de Sotol, en México, lo cual colocó al Sotol, dentro de la clandestinidad y persistió en el medio rural. Y no es hasta el 2001 que se solicitó ante el IMPI la denominación de origen y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto del 2002, amparando a los municipios de los Estados de Chihuahua, Coahuila y Durango y la Norma Oficial regulatoria del Sotol es la NOM-159-SCFI-2004.



Figura 16. DO. Sotol, *Agave Dasylirion wheeleri*, *Dasylirion cedrosanum* Trel de acuerdo al estado de origen (Montiel, 2019).

2.2.16 Tequila. Esta bebida es la que ha tenido una mayor repercusión dentro del ámbito nacional por excelencia con proyección internacional, tanto así ha colocado a este municipio del estado occidental de México, como referente de la producción nacional de bebidas alcohólicas nacionales, la cual tuvo un comienzo, desde el siglo XVIII.

Esta bebida se manufactura a partir del seguimiento de procesos de extraer, fermentar y posteriormente la destilación de los jugos que son extraídos del agave en este caso por su nombre científico *Agave tequilana weber*, variedad azul.

Este último proceso realizado con ayuda de los alambiques que utilizan una técnica de evaporación por calentamiento y posterior condensación por enfriamiento que tienen su origen en Arabia, pero introducidos por los europeos a Mesoamérica con el fin de lograr un aumento considerable en la producción de esta bebida.

Se sabe que en la actualidad se siembran cerca de 20 mil hectáreas de agave azul en los estados de Jalisco, Guanajuato, Nayarit, Michoacán y Tamaulipas. Cada hectárea contiene entre 2,500 y 2,800 plantas, el agave tarda entre 5 y 6 años y este es sometido a barbeo y después de 8 o 10 años de haber sido plantados aparece una inflorescencia llamada quiote la cual debe ser eliminada de forma inmediata para evitar que esta consuma los azúcares que se requieren para la elaboración del tequila.

Se procede entonces a la cosecha, que no es otra cosa que extraer la planta del suelo, enseguida la jima, procedimiento en el que se quitan las hojas del agave y se deja sólo la piña, destacando que en la norma oficial correspondiente permite que hasta 49 por ciento de los azúcares presentes en cualquier tequila sean distintos de los del agave.

Permitiendo una graduación alcohólica que oscila entre 38 y 42 grados. Las características tan distintivas de esta bebida la hacen susceptible a aumentar su producción en diferentes países por lo que el 22 de noviembre de 1974, la Secretaría de Industria y Comercio, emitió la declaración general de protección a la denominación de origen “Tequila”, la primera de su tipo en México, modificada en 1997, en la que se amparaba al aguardiente de agave Tequilana weber, variedad azul, producido en todo el estado de Jalisco principalmente. **(Ruiz, I. 2016).**



Figura 17. DO. Tequila, Agave *Tequilana weber*, variedad. Azul “Distintivo Mexicano” (Montiel, 2019).

Tabla 1. Resumen denominaciones de origen, características y normas oficiales mexicanas. (Dirección General de Normas, 1997; Diario Oficial de la Federación, 2002).

Producto con Denominación de Origen	Origen	Características	Norma Oficial Mexicana (NOM)	Entidad Verificadora
Ámbar de Chiapas	Edo. Chiapas	Gema orgánica, forma una resina vegetal residual petrificada, especie única representa hasta 30 tonalidades (amarillo, rojo, negro turquesa azul, otros)	NOM-152-SCFI-2003	Consejo Regulador del Ámbar
Arroz del Estado de Morelos (<i>Oryza sativa</i>)	Edo. Morelos	Calidad gourmet: mayor absorción de sabores y rendimiento (cuadruplica su volumen), lo convierte en una excelente opción de consumo.	NOM-080-SCFI-2016	Consejo Regulador de Arroz
Cacao de Grijalva (<i>Theobroma cacao</i>)	Edo. Tabasco	Se produce en selvas domesticadas, lo cual otorga características de aroma, sabor y consistencia únicos.	En proceso	En proceso, se le dio la DO el 26 de agosto de 2013.
Café Chiapas (<i>Coffea arabica</i> variedad. Bourbón)	Edo. Chiapas	Producto con alta acidez, aroma intenso, sabor agradable y apreciable cuerpo, alcanzando así una excelente calidad.	NOM-169-SCFI-2007	Consejo Regulador de la Calidad del Café Chiapas, A.C.
Café Veracruz (<i>Coffea arabica</i>)	Edo. Veracruz	El clima característico le confiere, gran acidez además de apreciable cuerpo y gran sabor a especias inigualable reconocido a nivel internacional.	NOM-149-SCFI-2007	Consejo Regulador del Café
Chile de Yahualica (<i>Capsicum annum</i> L.)	Edo. Jalisco	Contiene sabor, textura y picor característico, esto adquirido por el clima suelos y demás.	En proceso	En proceso, se le dio la DO el 16 de Marzo de 2018
Chile Habanero de la Península de Yucatán (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.)	Estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo	Considerado de los Chiles más picosos del País, además de ser poco irritante.	NOM-189-SCFI-2017	Consejo Regulador del Chile Habanero
Mango Ataúlfo del Soconusco de Chiapas (<i>Mangifera indica</i>)	Edo. de Chiapas	Tiene un color amarillo se asemeja al brillo del oro, sabor único que obtiene de la tierra y clima, y cuenta con certificación comercialización internacional.	NOM-188-SCFI-2012	Consejo Regulador de la Calidad del Mango Ataúlfo del Soconusco, Chiapas A.C.
Olinalá	Edo. De Guerrero	Artesanía Mexicana realizada a partir de la madera lináloe, con fragancia intensa, siendo la base para la creación de piezas artesanales de Olinalá	En proceso	Se concedió la DO el día 28 de noviembre del 1994.

Talavera	Edo. De Puebla.	Artesanía de cerámica, con identidad propia, se caracteriza por la decoración en fondo blanco lechoso, decorando con diversos motivos en colores metálicos, donde sobresale el azul.	NOM-132-SCFI-1998.	Consejo Regulador de Talavera A.C.
Vainilla de Papantla (<i>Vanilla planifolia</i>)	Edo. De Veracruz, Mpio de Papantla.	La vainilla es la única orquídea que se cultiva por su sabor y olor; las demás se siembran sólo para adorno.	NOM-182-SCFI-2011	Consejo Veracruzano de la Vainilla (COVERV AINILLA)
<u>Bacanora</u> (<i>Agave angustifolia</i>)	Edo. De Sonora	Bebida destilada procesada a partir de maguey, Existen 4 tipos diferentes de licor: blanco, joven, reposado y añejo.	NOM-168-SCFI-2004	Consejo Sonorense Regulador del Bacanora.
<u>Charanda</u> (<i>Saccharum officinarum</i>)	Edo. De Michoacán.	Bebida realizada a partir de la caña de azúcar, de esta zona tiene un sabor "in situ" para la elaboración posterior de una bebida destilada (Ron).	NOM-144-SCFI-2000	Consejo Regulador del Charanda
<u>Mezcal</u> (Espadín: <i>Agave angustifolia</i> , Cirial: <i>Agave karawinskii</i> , Tobalá: <i>Agave seemanniana</i>)	Estados de Guerrero, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas, Oaxaca, Tamaulipas, Michoacán y Guanajuato,	Considerada como bebida de los Dioses, elaborada artesanalmente, por los diferentes tipos de agave se tiene distintas notas: tonos frutales, dulce ligero sabor a coco, cítricos, discreto sabor ahumado dulce pero intenso, y finalmente a madera, hierbas silvestres dulces.	NOM-070-SCFI-2016	Consejo Regulador del Mezcal.
<u>Sotol</u> (<i>Dasyliirion wheeleri</i> <i>Dasyliirion cedrosanum Trel.</i>)	Estados de Chihuahua, Coahuila y Durango	La planta como la bebida típica de región desértica. Como es destilado, se cuida que conserve su sabor natural, fino, soporta climas extremos de calor y frío para llegar a nuestro producto mejor conocido como "licor".	NOM-159-SCFI-2004	Consejo Regulador del Sotol.
<u>Tequila</u> (<i>Tequilana weber</i> , <i>variedad azul</i>)	Estados de Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Tamaulipas y Nayarit.	Bebida distintiva de nuestro país a nivel internacional, existen dos tipos: mixto y puro (100% agave) y de estos se derivan otros más. Se obtiene por la destilación del mosto fermentado del corazón del agave azul.	NOM-006-SCFI-2012	Consejo Regulador del Tequila, A.C. (CRT)

2.3 ¿Qué es una bebida alcohólica?

Una bebida alcohólica es un producto obtenido por procesos de fermentación principalmente alcohólica de la materia prima agrícola, utilizando levaduras del género *Saccharomyces* entre otros, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión, maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptible de ser añejada, puede estar adicionada de ingredientes y aditivos permitidos por el organismo de control correspondiente, con respecto a las Normas Oficiales Mexicanas hay un rango de graduación alcohólica permitida de 0,5% Alc. Vol. a 55% Alc. Vol. Donde son clasificadas en bebidas alcohólicas fermentadas, bebidas alcohólicas destiladas, bebidas alcohólicas preparadas y licores. (Diario Oficial de la Federación , 2015).

Tabla 2. Especificaciones de bebidas alcohólicas para la determinación del % de alcohol metílico, alcoholes superiores, furfural, aldehídos, esteres permitido para su elaboración. (NOM-142-SSA1/SCFI-2014, 2015).

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA BEBIDAS DESTILADAS QUE SE DEBEN CUMPLIR.

ESPECIFICACIONES	LÍMITE MÁXIMO
	Valores expresados en mg/ 100ml de alcohol anhidro.
ALCOHOL METÍLICO	300,0
ALCOHOLES SUPERIORES	500,0
FURFURAL	5,0
ALDEHÍDOS	40,0

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos de bebidas alcohólicas destiladas (NOM-168-SCFI-2004, 2005), (NOM-144-SCFI-2000, 2001), (NOM-070-SCFI-2016, 2017), (NOM-159-SCFI-2004, 2004), (NOM-006-SCFI-2012, 2012), (NOM-142-SSA1/SCFI-201, 2015).

Parámetros	Unidades	Mínimo	Máximo	Norma Aplicable	
BACANORA CHARANDA MEZCAL SOTOL TEQUILA	Alcohol Volumen a 20 °C	% Alc. Vol.	38 35	55	NOM-142-SSA1 NMX-V-013-NORMEX-2013
	Extracto Seco	g/L de Mezcal	0.2 0 0 0	11 5 10 20 30	NMX-V-017-NORMEX-2014
	Alcoholes Superiores	mg/100 mL de Alcohol anhidro	100 20 100 20 20	400 500 500 400 500	NOM-142-SSA1 NMX-V-005-NORMEX-2013
	Metanol	mg/100 mL de Alcohol anhidro	30 0 0 0 30	300	NOM-142-SSA1 NMX-V-005-NORMEX-2013
	Furfural	mg/100 mL de Alcohol anhidro	0	4 5	NOM-142-SSA1 NMX-V-004-NORMEX-2013
	Aldehídos	mg/100 mL de Alcohol anhidro	0	40	NMX-V-005-NORMEX-2013
	Plomo (Pb)	mg/L	-	0,5	NOM-142-SSA1 NMX-050-NORMEX-2010
	Arsénico (As)	mg/L	-	0,5	NMX-050-NORMEX-2010

2.4 Etanol

Nombrado Etanol por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC por sus siglas en inglés) se compone por el carbono, hidrogeno y oxígeno, siendo que la molécula se forme por una cadena de dos carbonos (etano), en la que un H ha sido sustituido por un grupo hidroxilo (-OH) (Royal Society of Chemistry 2015). O también conocido como alcohol ingerible es de las drogas más versátiles conocidas por el ser humano y es una sustancia psicoactiva, su obtención se da principalmente por levadura fermentando azúcares los cuales los podemos encontrar en maíz, arroz, caña de azúcar entre otros, o su obtención también por síntesis orgánica en industria petroquímica, por medio de la hidratación de etileno y utilizando como catalizador ácido sulfúrico o fosfórico a una temperatura de 250-300 °C. Dentro de las características y propiedades principales del etanol podemos encontrar las siguientes:

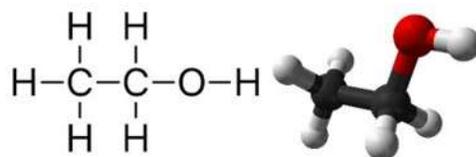


Figura 18. Formula desarrollada y estructura molecular del etanol (Montiel, 2019).

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del etanol (Corporación Química Venezolana CORQUIVEN, C.A., 2000)

Fórmula Química Molecular	C ₂ H ₅ OH
Fórmula Semi-Desarrollada	CH ₃ -CH ₂ -OH
Peso Molecular	46.07 g/mol
Apariencia	Líquido, incoloro con sabor ardiente y olor agradable.
Punto de Ebullición (°C)	78°
Puntos de Fusión (°C)	-97.8°
Densidad (g/mL)	0.798
Presión de Vapor (mm Hg)	44.3 / 20°
pH	Neutro
Solubilidad	En agua, alcohol metílico, éter, cloroformo, acetona y benceno

2.5 Acciones del etanol en el organismo

El alcohol etílico ingerido por vía oral, alcanza sus concentraciones máximas en sangre en un tiempo de 25 a 90 minutos. El alcohol actúa como depresor una vez que llega al cerebro en el Sistema Nervioso Central, el efecto dependerá de la dosis afectando el habla, el pensamiento, la cognición y el juicio esto controlado por los centros superiores. Cada vez que va aumentando la concentración alcohólica se deprimen los centros inferiores aquí se afecta la respiración, los reflejos espinales y se puede llegar a una intoxicación alcohólica. (Goodman & Gilman, 2000).

La cantidad que puede metabolizar nuestro organismo va de 10 a 15 ml de alcohol por hora, una proporción mayor puede causar daños severos incluso un estado de coma al individuo. En nivel psicológico dependiendo de las dosis puede elevar el estado de ánimo y relajamiento, como se mencionaba afecta el habla, equilibrio, visión y oídos, llegando a perderse la coordinación motora.

A un nivel físico la frecuencia cardíaca aumenta, se dilatan los vasos sanguíneos, se estimula la secreción de jugos gástricos y la producción de orina. Es importante no sobrepasar los límites de metabolización del alcohol para organismo. (Katzung & Bernad, 2000).

La metabolización del alcohol etílico en el organismo se transforma mediante la oxidación por acción de la enzima alcohol deshidrogenasa resultando Acetaldehído, el proceso acontece principalmente en el hígado (por los hepatocitos) cuando el consumo es por vía oral siendo una sustancia toxica de gran capacidad reactiva, en las personas sanas se oxida rápidamente.

Existen 2 sistemas enzimáticos hepáticos que posibilitan la reacción anterior llamados: Sistema Microsomal Oxidativo del Etanol (MEOS: localizado en el retículo endoplasmático de las células) y el sistema mediado por el complejo catalasa-peróxido de hidrogeno (compuesto I), estos sistemas actúan cuando las concentraciones de etanol son saturantes para el organismo, y este no logre metabolizar al etanol por la primera vía.

En un segundo paso de metabolización el acetaldehído producido se convierte en acetato principalmente por el intermediario aldehído deshidrogenasa hepática (ALDH).

Sin embargo el acetaldehído no es el único metabolito producto del consumo del etanol, pues existe también el metabolismo no oxidativo en donde se da lugar a las formación de ésteres etílicos de los ácidos grasos. (Aragón, M., Correa, & Sanchis-Segura, 2002).

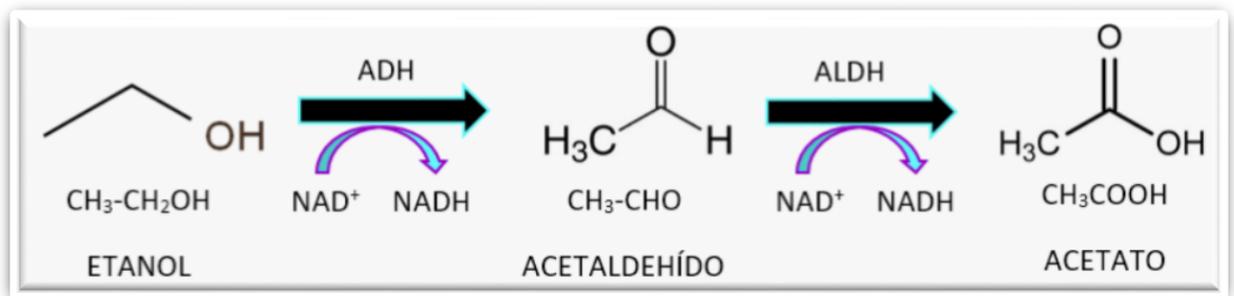


Figura 19. Metabolismo del etanol (Márquez, 2005)

2.6 Metanol

Metanol recibe el nombre por parte de IUPAC por sus siglas en inglés, antiguamente conocido como Alcohol de la madera y comúnmente alcohol metílico, contiene un átomo de carbono (por ello es un alcohol primario) unido a tres átomos de hidrogeno en su estructura y un grupo hidroxilo (-OH), molécula de carácter polar, es el más simple de los alcoholes y tiene una hibridación sp^3 .

El metanol respecto al tema de las bebidas alcohólicas se obtiene en la fermentación por las sustancias pépticas de los compuestos naturales como en las astillas de la madera o pulpas y lo podemos encontrar en cantidades considerables en las cabezas y colas de los destilados, por sí mismo no es una sustancia toxica sin embargo el resultado de los subproductos en su proceso bioquímico son los que causan graves daños en la salud entre ellos ceguera, toxicidad cerebral y nerviosa. Esto dependerá de la cantidad o tiempo de su consumo. (Metanol, 2003).

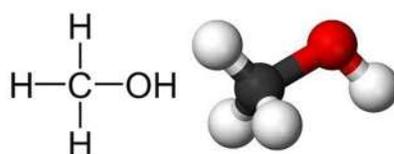


Figura 20. Formula desarrollada y estructura molecular del metanol (Montiel, 2019).

A continuación encontramos las principales propiedades:

Tabla 5. Propiedades Físicas y Químicas de Metanol (Corporación Química Venezolana CORQUIVEN, C.A, 1997).

Fórmula Química Molecular	CH₄O
Fórmula Semi-Desarrollada	CH ₃ -OH
Peso Molecular	32.04 g/mol
Apariencia y Características	Líquido claro, incoloro de olor picante característico, volátil e inflamable
Punto De Ebullición (°C)	65°
Puntos De Fusión (°C)	-114°
Densidad (g/ml)	0.81
Presión De Vapor (Mm Hg)	92.0 / 20 °C
pH	Neutro
Solubilidad	Soluble en agua, acetona, etanol, benceno, cloroformo y éter.

2.7 Importancia toxicológica de metanol en bebidas destiladas

La elaboración de una bebida alcohólica destilada que no estuviera sometida a controles de calidad y sanidad, se encuentra en un alto riesgo de ser adulterada ya que puede estar diluida o rebajada con metanol, al momento de metabolizarse puede ocasionar ceguera permanente pues destruye irreversiblemente el nervio óptico y en una dosis mayor a 30 mL puede llegar a causar la muerte. (INTOX & IPCS, 2002).

El metanol se absorbe en el organismo con rapidez por vía oral (principal), tópica, e inhalación y es metabolizado principalmente en el hígado con un porcentaje de 75-85% mientras en los pulmones con un porcentaje de 10-20% y un 3% en los riñones, el metanol es transformado por la enzima alcohol deshidrogenasa oxidándose a formaldehído sustancia altamente toxica, y esta es transformada por la enzima aldehído deshidrogenasa en ácido fórmico. (Paz, L. A. 2005).

Por tanto la toxicidad resulta de la acumulación de la metabolización de los metabolitos antes mencionados que son el formaldehído y el ácido fórmico, el segundo metabolito causante en el organismo de provocar acidosis metabólica. (Goycochea, J. C. 2001).

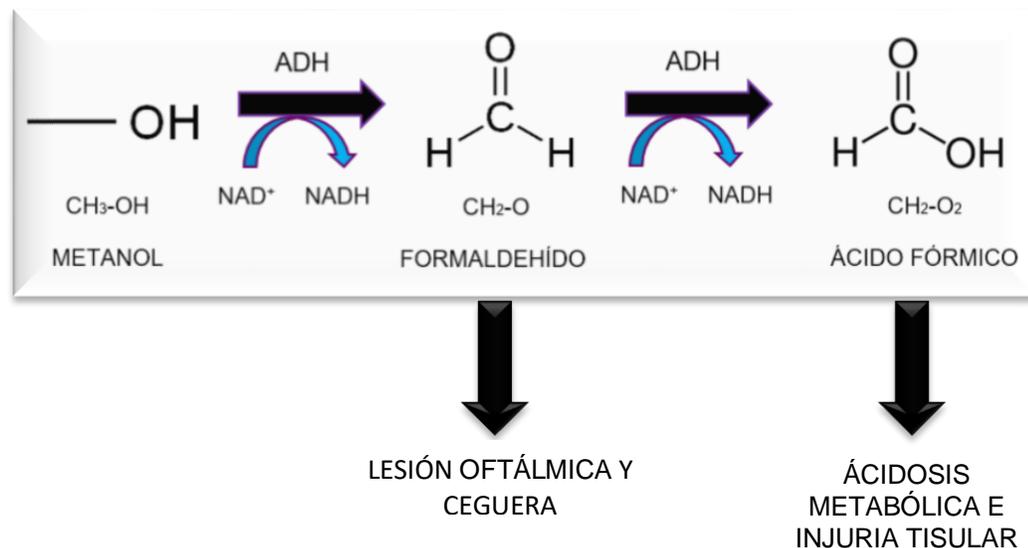


Figura 21. Toxicocinética del metanol (Goycochea J. C. 2001).

3. PROCESOS DE DESTILACIÓN Y RECTIFICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS PROVENIENTES DEL AGAVE.

La elaboración del mezcal, bacanora, tequila y sotol, tiene un punto en común en donde se debe procurar, en primer término, enriquecer la fracción de etanol (alcohol primario) y en segundo término eliminar los alcoholes superiores y aldehídos, los cuales, representan un riesgo a la salud humana.

Este proceso es un proceso industrial el cual se conoce como destilación, y desde luego tiene su fundamento desde el enfoque fisicoquímico de la mezcla de componentes hidroalcohólicos que se forman en el proceso de la fermentación del jugo del agave que se trate de origen, la destilación utiliza la presión de vapor relativa del agua y del etanol, la cual es diferente entre sí, por lo que al someterse a esta diferencia se obtendrá una mezcla azeotrópica (mezcla líquida entre dos o más compuestos químicos que ebulen a temperatura constante y se comportan.

Por lo tanto, como si se tratara de un solo compuesto químico que exhibe una presión de vapor similar que tendrá su misma composición que la fase líquida), esto explica por qué en la primer destilación se obtienen una concentración de etanol de hasta 80%, siendo difícil conseguir una pureza de etanol superior.

Esto desde el punto de vista comercial, por lo que esta mezcla hidro-alcoholica, se somete a una segunda destilación, consistente en un proceso de rectificación (eliminación de impurezas químicas) con un condensador fraccionado (con un número de diferentes platos teóricos).

Lo que se logra en esta segunda etapa es eliminar los compuestos alcohólicos tóxicos para el consumo humano, esta etapa más técnicamente, está determinada por un proceso de rectificación y no propiamente dicho por una segunda destilación esto queda evidenciado, por lo trabajos fundamentados por investigadores del siglo XIX que establecieron los procesos de destilación y mezclas azeotrópica, desde el punto de vista científico como lo es la Ley de Raoult, que establece la relación entre la presión de vapor de un componente puro (agua o etanol) y su presión de vapor en la disolución. (FEBE Federación Española de Bebidas Espirituosas, s.f.).

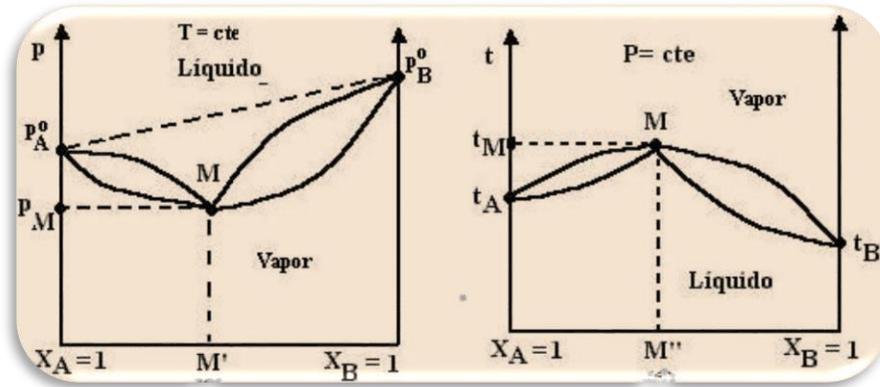


Figura 22. Curva azeotrópica de componentes químicos con presiones de vapor similares (mezcla agua/etanol), según la Ley de Raoult. (Presión/Vapor azeotrópicos) (Científicos, 2012).

3.1 Destilación

Es una actividad milenaria que se dio alrededor de todo el mundo para la creación de diversos productos (perfumes, maquillaje, o fines terapéuticos) no fue sino hasta el siglo X cuando se cree que los árabes lograron a la perfección la obtención de alcohol etílico por medio de la creación de alambiques (instrumento de destilación), como consumo apto para el ser humano.

La destilación es un proceso de separación física, del etanol del resto de los componentes presentes en todo líquido principalmente agua, por aplicación de calor, obtenido por fermentación de un producto vegetal o agrícola, esto crea vapor de etanol que se enfría para convertirlo otra vez a líquido por medio de la condensación. Este fenómeno ocurre ya que el etanol (P.E 78,4 °C) tiene un punto de ebullición más bajo que el agua (P.E 100°C estándar) es decir diferentes puntos de ebullición. (Lachenmejer, Suessman, M, B, & Kranz, 2015).

El proceso de destilación no sólo concentra el alcohol, sino que elimina una gran cantidad de impurezas de sabor desagradable. Luego, durante el proceso de envejecimiento, que por lo general tiene lugar en barriles de madera quemada, las impurezas, que son sobre todo una mezcla de alcoholes superiores, se oxidan parcialmente a ácidos, que reaccionan con los alcoholes remanentes formando ésteres de sabor agradable. (Vega, 2015).

3.1.1 Alambique

Es un instrumento para destilación de bebidas alcohólicas, usando un método discontinuo de destilación, el material con el que era fabricado originalmente fue cobre, actualmente se utilizan diferentes aleaciones o acero inoxidable, utilizándose para la evaporación y enseguida la condensación de los alcoholes de diferentes mezclas. (C.D. 2012).

Su función es bastante sencilla y consta de las siguientes partes: una caldera, un capitel, un cuello de cisne y un conjunto de refrigeración como se muestra en la imagen.



Figura 23. Aparato para destilación “Alambique” y partes que lo componen. (Ramírez, E. 2017).

La función básica de este instrumento es calentar la mezcla a destilar en la caldera, una vez que la temperatura aumenta se realiza la separación de los productos más volátiles los cuales ascienden desde el capitel, el cual debe tener un volumen determinado en relación al de la caldera para evitar la condensación del líquido evaporado y de ahí al cuello de cisne por el cual el gas va condensando por bajada de temperatura y en la fase final es recogido en forma líquida esto lográndose con el conjunto de refrigeración. (Ramírez, E. 2017).

3.2 Tipos de destilación comunes

3.2.1 Destilación simple: Este tipo de destilación es realizada sin columna de fraccionamiento, se usa para separar líquidos de impurezas no volátiles o cuando contiene únicamente una sustancia volátil o más de una sustancia volátil, pero el punto de ebullición del líquido más volátil difiere del punto de ebullición de los otros componentes en al menos 80°C. El resultado final será la destilación de un solo producto.

Se le denomina cabeza de destilación a la parte que se destila antes de que la temperatura de ebullición sea estable. Y el líquido que se destila cuando la temperatura supera el punto de ebullición deseado se le denominara cola de destilación. (Cuadernillo de Prácticas , s.f.).

El montaje que se realiza para un sistema de destilación simple se puede observar en la siguiente figura No 24.

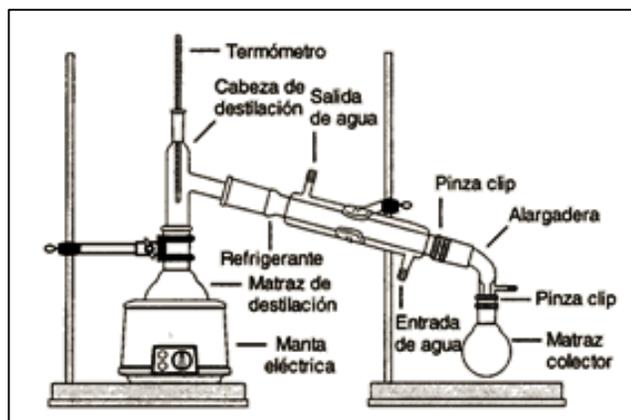


Figura 24. Montaje del equipo para realizar una destilación simple. (Cuadernillo de Prácticas , s.f.).

3.2.2 Destilación fraccionada o rectificación: Este método de destilación es utilizado para separar componentes líquidos que difieren en menos de 70°C de p.e. y cada componente separado se le denominara fracciones. La columna de fraccionamiento más utilizada es la Vigreux, cuyos dientes aumentan la superficie

de contacto con el vidrio, logrando un mayor número de procesos de condensación-vaporización. (Destilación , s.f.).

Cuando se calienta la mezcla, el vapor se va enriqueciendo con el componente más volátil, conforme asciende en la columna, y los líquidos al caer en el matraz se enriquecen de los componentes menos volátiles y así se realiza la separación.

El montaje de la destilación fraccionada se observa en el esquema siguiente figura No 25.

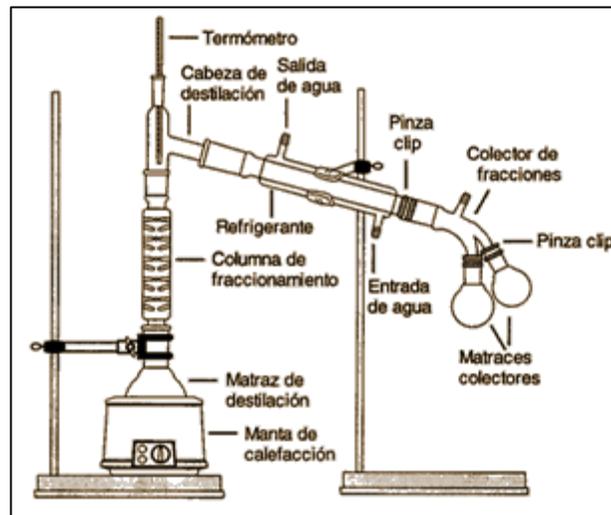


Figura 25. Montaje del equipo para realizar una rectificación o destilación fraccionada (Cuadernillo de Prácticas , s.f.).

Rectificación: Este es un proceso de una destilación con enriquecimiento de vapor, y es el método más empleado en la práctica para la separación de líquidos volátiles en la industria dentro de los cuales podemos encontrar contenido o rastros de aldehídos, alcoholes, otros que son considerados no aptos o tóxicos para el consumo humano, razón por la cual es una operación básica bastante importante pues en esta etapa de elaboración son condensados completamente. El equipo de rectificación se compone de diferentes partes las cuales son:

- ♣ **Calderín:** Es la parte del equipo en donde estará el aporte del calor para que la mezcla llegue a su punto de ebullición y se extrae la corriente del residuo. Esta parte del equipo da lugar a una corriente de vapor ascendente.

- ♣ Columna: Aquí es donde se pone en contacto la fase vapor generada en el calderín con el reflujo procedente del condensador.
- ♣ Condesador: Se encuentra en la cabeza de la columna, es la parte donde el vapor asciende por la columna y suministra una corriente líquida que se puede devolver íntegramente a la columna (reflujo).

De esta manera el proceso de rectificación se lleva a cabo para que cerca del 95-96% de alcohol sea absorbido para su posterior o correspondiente almacenamiento. (Universidad de Granada, s.f.).

3.2.3 Destilación por arrastre de vapor: Esta técnica es usada para separar, aislar sustancias orgánicas relativamente poco volátiles insolubles en agua de otras no volátiles con punto de ebullición elevado, por medio de una destilación a baja temperatura (siempre inferior a 100°C), es posible la purificación de sustancias que ebullicen a temperaturas superiores a 100°C a presión atmosférica y que se descomponen antes o al momento de llegar a su punto de ebullición.

Para el montaje el vapor de agua producido en otro matraz, se introduce en el líquido que se va a destilar mediante una conducción de vidrio y el matraz usado para producir el vapor lleva un tupo de seguridad para evitar las sobrepresiones. Finalmente, el aislamiento de los compuestos orgánicos recogidos en el matraz colector se realiza mediante una extracción. (Destilación , s.f.).

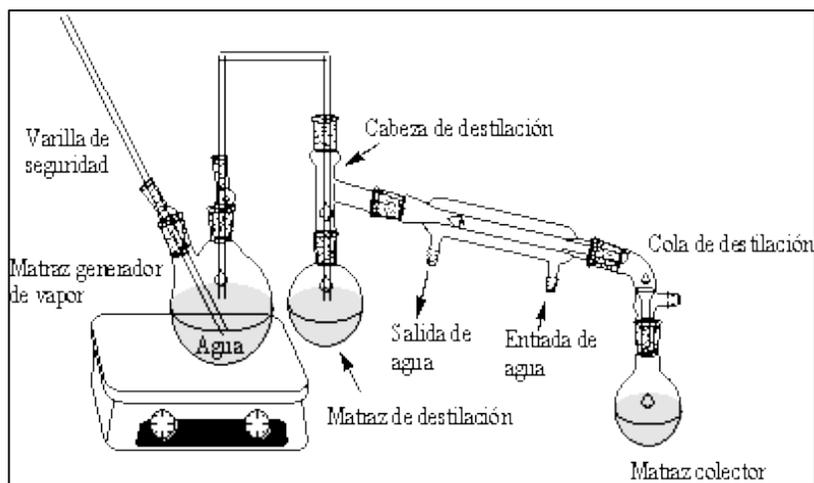


Figura 26. Montaje del equipo para realizar una destilación por arrastre de vapor. (*Cuadernillo de Prácticas* , s.f.).

3.3 Tipos de destilación avanzada

Se han desarrollado diferentes técnicas de destilación avanzada para sistemas que contienen puntos de ebullición muy cercanos al igual que también para sistemas azeotrópicos. Al igual que la destilación simple, se basan en la diferencia de puntos de ebullición, pero incluyen otro componente adicional que ayuda a modificar el comportamiento líquido-vapor de los componentes problema.

3.3.1 Destilación azeotrópica y destilación por variación de presión. Provocan o explotan la formación o comportamiento del azeótropo para alterar sus características de ebullición y separabilidad de la muestra.

3.3.2 Destilación extractiva y destilación con sal. Estos métodos modifican el comportamiento de la fase líquida para modificar la volatilidad relativa de los componentes de la mezcla.

3.3.3 Destilación reactiva. En este método se emplea la reacción química para modificar la composición de la mezcla, o alternativamente, utilizan las diferencias entre vapor líquido que existen entre los productos de la reacción y los reactivos para tener un mejor comportamiento de cierta reacción.

Existen mezclas ideales, y otras con comportamiento muy parecido que son capaces de separarse en sus constituyentes por destilación fraccionada. Sin embargo, si las desviaciones respecto a la ley de Raoult son tan notorias que pueda detectarse un máximo y un mínimo en la curva de presión vapor, entonces sucede lo mismo con la curva de la temperatura de ebullición.

Dichas mezclas no pueden separarse en sus componentes por completo por destilación fraccionada. Puede demostrarse que, si la curva de presión de vapor tiene un máximo o un mínimo, entonces, en ese punto, las curvas de vapor y líquido son tangentes, por tanto el líquido y el vapor tendrán la misma composición. La mezcla que tiene una presión de vapor máxima o mínima se denomina azeotrópica.

Si se calienta de composición azeotrópica, el vapor se formará primero a la temperatura, dicho vapor tiene la misma composición que la fase líquida, como consecuencia de ello, el destilado producido permanece con la misma composición inicial del líquido, es decir, no hay cambio alguno entre la solución problema y el destilado, no hay separación. (Castellan, 1987) .

4. MEZCLAS AZEOTRÓPICAS

Nos ayudan a analizar e interpretar un sistema en este caso un modelo de equilibrio vapor/líquido basándonos principalmente en la Ley de Raoult y la Ley Henry.

4.1 Ley de Raoult, describe el equilibrio vapor/líquido de sistemas simples, usado como modelo de comparación para sistemas complejos y usada también cuando se conoce la presión aplicada de un vapor y además que las temperaturas de aplicación sean menores que las temperaturas críticas de dichas especies.

Esto se basa en 2 fundamentos:

1. El vapor debe ser un Gas Ideal
2. La fase líquida debe estar de forma ideal

Lo anterior se lleva a cabo cuando la Presión va de baja a moderada y el segundo fundamento tiene validez siempre y cuando las especies que conforman el sistema sean químicamente semejantes. (J. S., 2007).

4.2 Ley Henry, se aplica cuando se tiene una especie cuya temperatura crítica es menor que la temperatura de aplicación, caso contrario a la ley anterior. Establece que la presión parcial de la especie en la fase vapor es directamente proporcional a su fracción mol en fase líquida.

Adentrándonos ya un poco más en el tema de mezclas Azeótropicas cuando se aplica destilación a alguna mezcla, se hace uso de los diferentes puntos de ebullición, los cuales permiten separar los componentes en fase líquida y vapor originados a partir de una fase líquida inicial.

La separación se da debido a que la fase vapor se enriquece de los componentes más volátiles, al tiempo que la fase líquida los pierde. Cuando ambas fases poseen la misma composición, o la diferencia es mínima, se dice que existe un azeótropo, el cual no es posible separar por destilación simple. (Perry, 2001).

5. MÉTODOS ANALÍTICOS PARA BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS

En la actualidad los sistemas de producción priorizan la producción de manera masiva de diferentes bienes de consumo entre los que destacan obviamente los satisfactores suntuosos como lo son las bebidas alcohólicas de alta graduación entre las que destacan en el caso de México, el Tequila en fechas más actuales por su reciente auge el Mezcal, por lo que estos productos no están exentos de adulteraciones y/o falsificaciones, violando normas de producción de almacenamiento y rompiendo acuerdos económicos y sociales, generando que el mercado de estas bebidas, sea desfavorecido. Por lo que se debe contar con herramientas tecnológicas y métodos analíticos asequibles con alta reproducibilidad que generen confianza en el consumidor y por lo tanto se fortalezca la agroindustria y la industria de destilación.

Al tener una composición química en donde prevalece el etanol y otros alcoholes superiores así como aldehídos y ácidos carboxílicos, entre otros compuestos orgánicos, como terpenos, el método analítico por definición estaría determinado por la cromatografía de gases, así como la resonancia magnética nuclear: estas técnicas analíticas son confiables siempre y cuando se cuenten con las instalaciones y el equipo de detección.

Por ejemplo en el caso de la cromatografía de gases se basa en la utilización de tres diferentes gases los cuales deben de tener la pureza cromatográfica y analítica correspondiente, entre los que se encuentran el nitrógeno (N_2), Dióxido de Carbono (CO_2) y desde luego Hidrógeno (H_2) y/o aire libre de humedad, por lo tanto esta técnica es confiable y de amplio uso para mezclas complejas de solventes como pueden ser considerados, los alcoholes y demás compuestos orgánicos contenidos en el Mezcal y/o Tequila.

Mientras la técnica de Resonancia Magnética Nuclear es de alta sensibilidad siempre y cuando el campo magnético cumpla con las especificaciones requeridas, al igual la presencia de los núcleos magnéticos susceptibles a la RMN. (Perry, 2001).

5.1 Cromatografía de gases

En los comienzos de los años 1903 hasta los 1950 varios investigadores entre los que destacan el botánico Mijaíl Semiónovich Tsvet, El Químico Archer John Porter Martin, trabajaron arduamente para dar forma y nombre a esta técnica de separación principalmente caracterizada por ser de alta sensibilidad para fines analíticos para compuestos volátiles, su restricción de uso está dada por la separación de compuestos con un peso molecular menor a 1000 y una temperatura máxima de trabajo de $400^{\circ}C$ y solo una de sus limitantes existentes sería la estabilidad térmica de la muestra. Existen dos tipos de cromatografías de gases:

- A) Cromatografía Gas-Líquido (GLC) o Cromatografía de Gases
- B) Cromatografía Gas- Sólido (GSC)

La primera es la que tiene más aplicación en los campos de la ciencia, mientras que la segunda tiene menos aplicación debido a que muchas de las moléculas reactivas o polares poseen tiempos de retención muy largos. (Cromatografía de Gases , s.f.).

Para hacer una separación mediante cromatografía de gases se inyecta una pequeña cantidad de la muestra a separar en una corriente de un gas inerte a

elevada a temperatura, esta atraviesa la columna cromatográfica que separa los componentes de la mezcla por medio de una mecanismo de partición (cromatografía gas-líquido), de adsorción (cromatografía gas-sólido) o por medio de la mezcla de ambos. Los componentes separados, emergerán de la columna a intervalos discretos y pasaran al sistema de detección o serán dirigidos a un dispositivo de recogida de muestra. (Pinu & Villas-Boas, 2017).

Los componentes fundamentales de un cromatógrafo de gases, son:

- ✓ Fuente de gas.
- ✓ Sistema de inyección.
- ✓ Horno y columna cromatográfica.
- ✓ Sistema de detección.
- ✓ Sistema de registro.

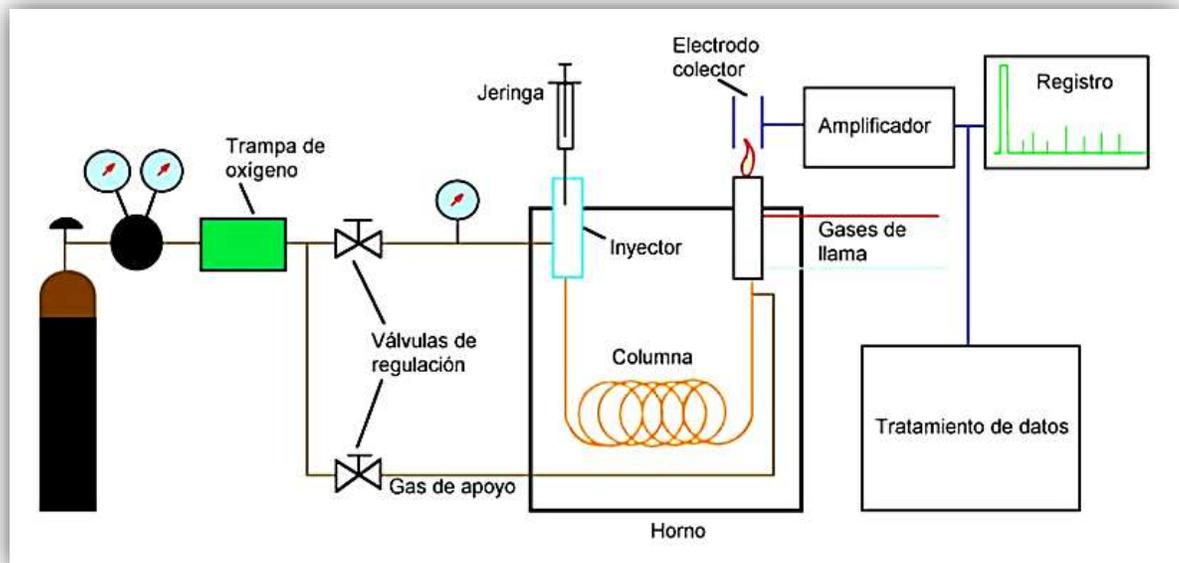


Figura 27. Esquema de un cromatógrafo de gases. (*Cromatografía de Gases*, s.f.).

5.2 Resonancia magnética nuclear (RMN).

En el año de 1938 el Físico Isidor Isaac Rabi sugiere información sobre el método de resonancia magnética para el registro de las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos esto le valió un Premio Nobel en 1944. Actualmente esta técnica espectroscópica ha ido en aumento paulatinamente en diferentes áreas de aplicación en salud, control de impurezas, control de calidad en alimentos aplicada tradicionalmente en el mundo de la síntesis tanto orgánica como inorgánica para la elucidación de estructuras de compuestos de disolución.

Pero con el paso agigantado de los avances informáticos y los imanes de alto campo esta técnica ha ampliado su aplicación al análisis cuantitativo de los compuestos. Además de ser una técnica espectroscópica no destructiva, es rápida y la muestra a emplearse no requiere tratamientos previos, se puede utilizar cualquier sustancia química en estado líquido o sólido que contenga núcleos con espines nucleares. (Departamento de Química Física, 2012).

La Resonancia Magnética Nuclear es una técnica con una alta sensibilidad y de resolución, esta nos permite poder elucidar la identidad individual de diferentes compuestos contenidos en una mezcla. Más sin embargo esta técnica es de altos costos por la infraestructura que debe tener como es en este caso un cuarto aislado magnéticamente, acondicionado en cuanto a la temperatura de trabajo, así como helio líquido el cual se utiliza para operar el equipo, debe constar con las siguientes partes fundamentales para un óptimo funcionamiento y el resultado de una excelente prueba con alta sensibilidad; un imán para un campo magnético estable, una Sonda situada dentro del imán donde se introduce la muestra, será la parte responsable de emitir y recibir las radiofrecuencias (RF), una consola genera los pulsos de RF y controla el resto de la parte electrónica del espectrómetro y finalmente un ordenador donde se analiza toda la información obtenida.

Por lo tanto esta última técnica analítica aun a pesar de su alta resolución y alta capacidad de detección no es una técnica que se pueda utilizar de manera rutinaria para la identidad de compuestos orgánicos por lo que se tendrá que plantear el uso

de otro tipo de metodologías analíticas asequibles de manera rutinaria. (Rituerto, Aznar, Sancirían, & García, 2009).

5.3 Métodos espectroscópicos de análisis.

En el tiempo actual existen diversos métodos de análisis espectroscópicos, se basan principalmente en la medición de la luz y la radiación electromagnética ya sea esta emitida, absorbida o de fluorescencia por una sustancia para ser empleados en química analítica. (Torró, s.f.).

En función de lo antes mencionado se clasifican en:

A) Métodos de Absorción: Se da por la disminución de la potencia de un haz de radiación electromagnética al interaccionar con una sustancia.

B) Métodos de Emisión: Dado por la radiación que emite una sustancia cuando es excitada previo por algún otro tipo de energía por citar un ejemplo como lo es la energía térmica.

C) Métodos de Fluorescencia: Sucede lo mismo que con el método antes mencionado, en lo que difiere es que esta sustancia es excitada previamente con un haz de radiación electromagnética.

Otra de las clasificaciones que se menciona en los métodos espectroscópicos son los que están establecidos de acuerdo con la región del espectro electromagnético. Esto para poder utilizar diversas regiones en función de la longitud de onda (λ) de cada una de las radiaciones. (UAM, s.f.).

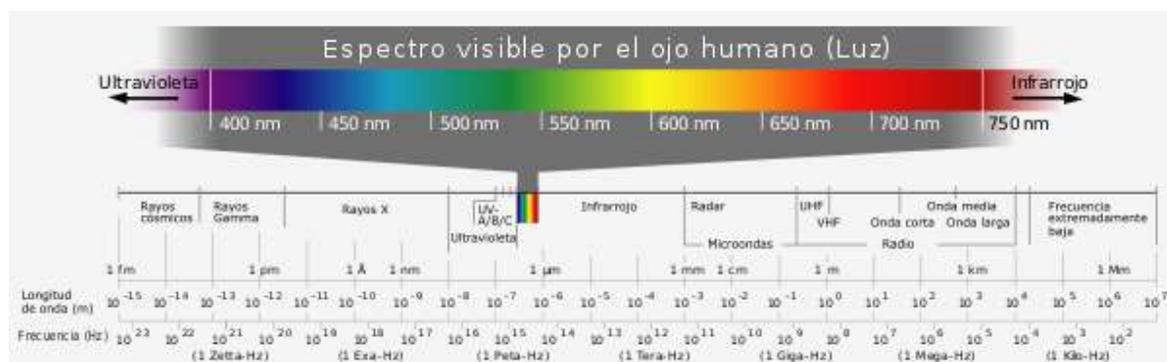


Figura 28. Regiones del espectro electromagnético. (Biología, 2012).

Como bien se sabe cada una de las especies moleculares absorbe su propia frecuencia de radiación electromagnética, esto se explica más a detalle con la **Ley de Absorción o Ley de Lambert- Beer** con la cual se obtiene información cuantitativa de como la atenuación* de la radiación depende de la concentración de las moléculas que la absorben y de la distancia que recorre el rayo en el medio absorbente, es decir la luz atraviesa una solución de analito , la intensidad de la radiación disminuye como consecuencia de la excitación del analito cuanta mayor sea la trayectoria del rayo en la solución del analito de una concentración dada, habrá más especies que absorben la radiación y la atenuación será mayor. (Harris, 2007).

*En espectroscopia, atenuación significa disminución en la energía de un haz de radiación por unidad de área.

5.4 Espectrofotómetro

Este tipo de instrumento es utilizado de apoyo para la disciplina de espectrofotometría en la medición de la transmitancia o absorbancia de una muestra en función de una longitud determinada, esto quiere decir que mide la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra.

Por tanto la función principal de este equipo es dar la información de la naturaleza de la sustancia en la muestra. Ya que cada sustancia tiene propiedades espectrales únicas esto dado por el arreglo tridimensional particular que hará que cada sustancia tenga características únicas.

Una vez que son expuestos a la luz del espectrofotómetro algunos electrones de los átomos que forman las moléculas son excitados y una vez recuperando su estado basal la energía que fue absorbida se emite en forma de fotones y esta emisión será distinta para cada sustancia.

En otras palabras como ya se hacía referencia, de acuerdo con la Ley de Lambert-Beer, la concentración es proporcional a la absorbancia es decir a mayor cantidad de moléculas presentes en la muestra, mayor será la cantidad de energía absorbida por sus electrones. (Orgánica, s.f.).

6. JUSTIFICACIÓN

En la industria de las bebidas alcohólicas ancestrales se tiene que cumplir la Denominación de Origen (DO), de acuerdo al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), como es el caso del Tequila y el Mezcal, donde los procesos de producción deben garantizar la manufactura artesanal, con materiales orgánicos, preferentemente, se tiene gran demanda, esto va en ascenso día a día.

Todas las bebidas destiladas producidas, consumidas en México y a nivel global, conllevan una gran tradición en su proceso de elaboración hasta el producto final que será puesto al mercado, durante este proceso es necesario estandarizar técnicas para garantizar una excelente calidad del producto, es por ello que debido al elevado costo y la dificultad del uso de las técnicas cuantitativas existentes más confiables para la determinación de los diferentes alcoholes presentes en muestras problemáticas.

Es necesario explorar nuevos métodos para aminorar dichos costos, además de lograr tener mayor accesibilidad y simultáneamente obtener la alta confiabilidad en los resultados, ya que este tipo de determinación representa un punto crítico en industrias dedicadas a producir alcohol etílico de calidad para consumo humano.

7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de la bibliografía se ha constatado que la determinación de alcoholes primarios en bebidas alcohólicas destiladas para caso específico metanol es importante dentro de la industria de las bebidas de este ámbito, tanto para productores como para el consumidor.

Las DO y NOM son herramientas fundamentales que permiten abarcar los procesos para mantener la pureza y tradición en la elaboración de estos destilados, sin embargo, muchas de estas industrias carecen de técnicas para llevar a cabo un análisis completo durante el proceso de la elaboración de la bebida que respalden la autenticidad de un producto de calidad, esto debido a diferentes factores como altos costos en los diversos métodos, ya existentes. Además, de no ser accesibles a todo el público para su manejo o instalación del equipo como lo es la cromatografía de gases.

Por esta razón, se buscó implementar una técnica de espectrofotometría confiable que permita determinar la concentración de un compuesto en solución y poder cuantificar metanol o cualquier otro tipo de alcohol primario en una muestra problema además de señalar la huella espectrofotométrica para cada muestra al momento durante todo el proceso de la elaboración del producto y así se logre la producción de bebidas con estándares de calidad como son mencionados en las NOM.

8. HIPÓTESIS

Mediante métodos espectrofotométricos se podrán identificar los alcoholes primarios en las regiones de absorción específicas en bebidas destiladas de agave en México.

9. OBJETIVO GENERAL

Proponer una técnica espectrofotométrica presuntiva que permita identificar alcoholes primarios en destilados del Agave con Denominación de Origen en México.

10. OBJETIVOS PARTICULARES

- ✚ Identificar la presencia de alcohol etílico y alcohol metílico, por medio de huella espectrofotométrica en bebidas destiladas de agave en un rango determinado de longitud de onda.
- ✚ Cuantificar la concentración de alcohol metílico presente en dichas bebidas por medio de métodos estadísticos en este caso curvas de calibración.
- ✚ Comparar los resultados obtenidos en la respectiva Norma Oficial Mexicana en bebida destilada de agave.

11. METODOLOGÍA

11.1 Material, reactivos y equipo

11.1.1 Barrido espectrofotométrico

Se utilizó para realizar las diversas lecturas de las soluciones de referencia, celdas de cuarzo (material inerte) el cual es el adecuado para los barridos en la longitud de luz ultravioleta (UV) atravesando por el espectro de luz visible y terminando en el espectro de Infrarrojo (IF) para poder efectuar los barridos se contó con un espectrofotómetro de la marca Bio-Rad modelo SmartSpec™ 3000 con capacidad de realizar barridos de 280 nm hasta 800 nm con impresión de gráficas (referenciadas cada 50 nm).

11.1.2 Reactivos de referencia

Los reactivos de referencia utilizados fueron metanol, etanol, alcohol isopropílico, alcohol propílico y alcohol butílico, de la marca Sigma-Aldrich.

11.1.3 Procedimiento

Se hizo una calibración de equipo en línea base y otra con la celda de cuarzo vacía, para determinar el ruido de equipo y la celda, para así poder comparar las señales del equipo y las muestras.

Para cada caso de muestra de referencia (alcohol primario, alcohol secundario), se colocó un volumen de muestra de 600 µl para su lectura correspondiente de 300-800 nm por triplicado cada una, para obtener un promedio de las longitudes de onda específicos de absorción.

Se realizó el gráfico de las curvas de barrido estableciendo las longitudes de onda características de absorción para cada compuesto de referencia y de las muestras problema (todas las lecturas realizadas a temperatura ambiente).

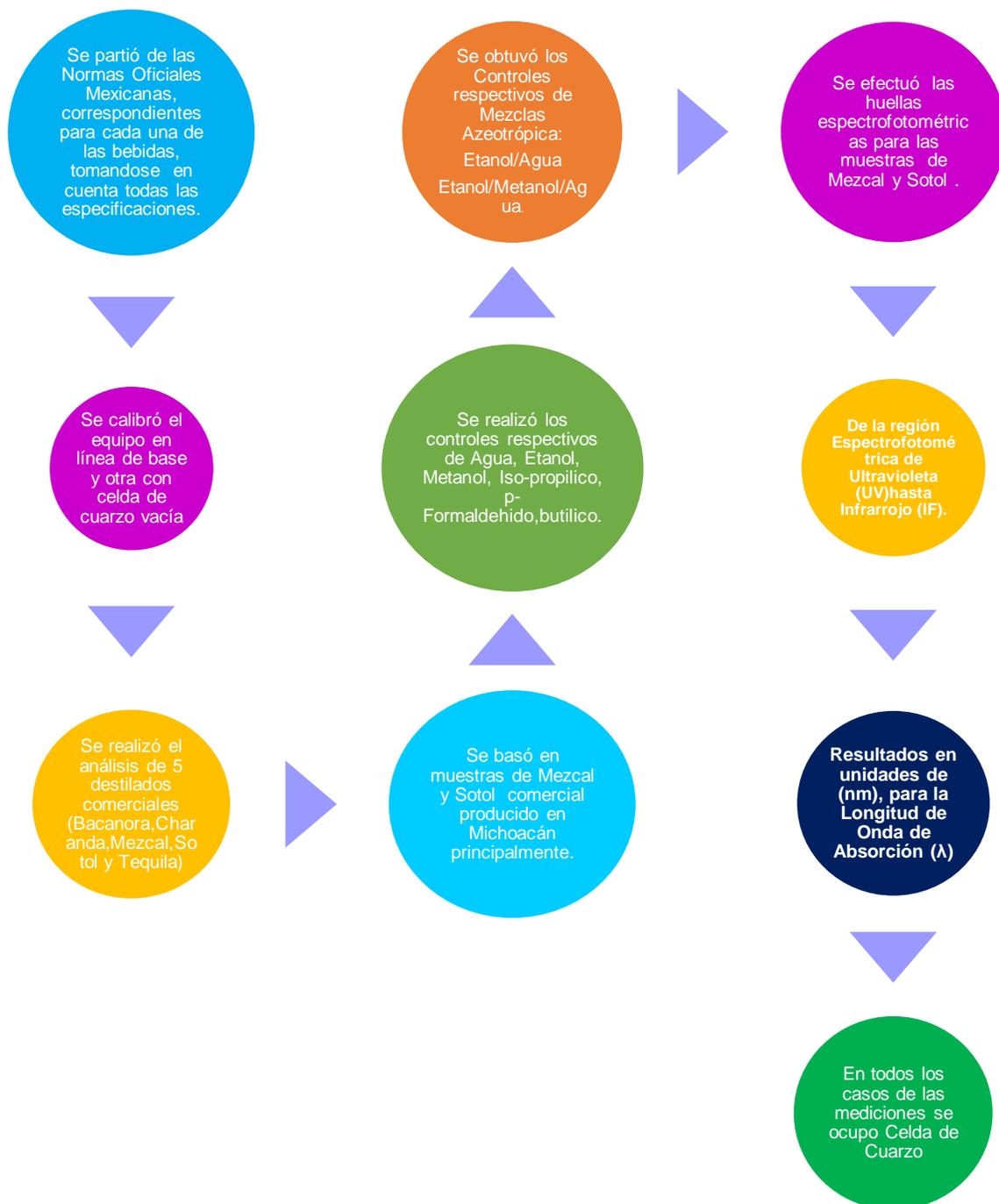
Se establecieron los parámetros de absorción y se realizaron los análisis de longitud de onda para la detección de metanol en las muestras problema.

Para todos los casos se utilizaron equipos volumétricos calibrados.

11.1.4 Análisis de la muestra problema

Se colectó y analizó los destilados de agave, provenientes de las especies de agave Tequila Blanco (*Agave wever azul*) Mezcal (Ensamble de *Agave cupriata* y *espadín*) con método de elaboración artesanal, Charanda (Caña de azúcar), Bacanora y Sotol (planta *Dasyllirion*). Provenientes de los Estados de Michoacán, Jalisco Oaxaca principalmente.

12. ESTRATEGIA EXPERIMENTAL



13.RESULTADOS

Tabla 6. Regiones específicas del espectro para diferentes tipos de alcoholes superiores que se pueden encontrar en una bebida alcohólica. (Montiel, 2019).

Tipo de Alcohol	Señal	Región de absorción λ (nm)	
p-Formaldehído (CH ₂ O)	1	Mín: 387.25	Máx: 395.09
	2	Mín: 776.46	Máx: 495.09
	3	Mín: 795.58	Máx: 797.05
Alcohol Metílico (CH ₄ O)	1	Mín: 388.23	Máx:397.05
	2	Mín: 650	Máx: 653.92
	3	Mín: 773.52	Máx: 779.41
	4	Mín: 794.11	Máx: 797.05
Alcohol Etilico Absoluto (C ₂ H ₆ O)	1	Mín: 388.23	Máx:394.6
Alcohol Iso-Propílico (C ₃ H ₈ O)	1	Mín: 385.29	Máx: 391.17
	2	Mín: 644.11	Máx: 646.07
	3	Mín: 650	Máx: 652.94
	4	Mín: 782.35	Máx: 785.29
	5	Mín: 783.33	Máx: 790.19
Alcohol Butílico (C ₄ H ₁₀ O)	1	Mín: 387.74	Máx:391.17
Agua	1	Mín: 388.23	Máx: 394.11

Tabla 7. Regiones específicas del espectro para diferentes mezclas azeótropicas de alcoholes representativas de bebidas alcohólicas. (Montiel, 2019).

Tipo de Mezcla	Señal	Región de Absorción λ (nm)	
Etanol(4ml) + Agua(6ml)	1	Mín: 385.29	Máx: 393.13
	2	Mín: 483.33	Máx: 495.09
	3	Mín: 528.43	Máx: 532.35
	4	Mín: 530.39	Máx: 537.25
	5	Mín: 567.64	Máx: 575.48
	6	Mín: 603.43	Máx: 620.58
	7	Mín: 789.21	Máx: 795.71
Etanol(4ml) + Agua(5ml) + Metanol(1ml)	1	Mín: 385.29	Máx: 389.21
	2	Mín: 389.21	Máx: 393.13
	3	Mín: 642.15	Máx: 645.09
	4	Mín: 650	Máx: 636.27
	5	Mín: 755.88	Máx: 760.77
	6	Mín: 779.41	Máx: 785.29
Etanol(4ml) + Agua(5.5ml) + Metanol(0.5ml)	1	Mín: 388.23	Máx: 394.11
Etanol + Alcohol Iso-propílico	1	Mín: 386.27	Máx: 391.17
	2	Mín: 601.96	Máx: 610.78
	3	Mín: 614.70	Máx: 620.58
Etanol + p-Formaldehído	1	Mín: 385.29	Máx: 391.17
Etanol + Alcohol Butílico	1	Mín: 387.25	Máx: 392.15

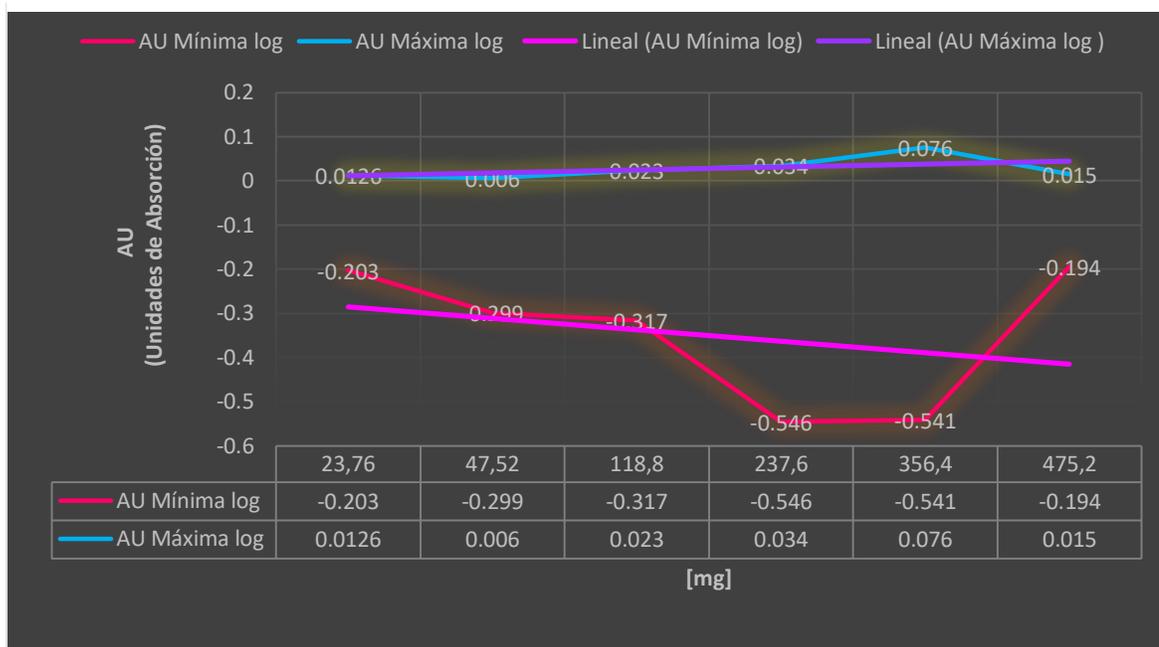
Tabla 8. Regiones específicas del espectro para diferentes muestras y muestras como controles negativos (Montiel, 2019).

Tipos de Muestras	Señal	Región de Absorción λ (nm)
Mezcal Chino y Cuerno	1	Mín: 300 Máx: 305.88
	2	Mín: 323.04 Máx: 329.54
	3	Mín: 382.86 Máx: 390.14
	4	Mín: 727.27 Máx: 740.4
Mezcal Mexicano Amarillo	1	Mín: 300 Máx: 305.88
	2	Mín: 309.55 Máx: 314.70
	3	Mín: 386.76 Máx: 392.64
	4	Mín: 758.08 Máx: 378.01
	5	Mín: 772.05 Máx: 779.41
	6	Mín: 788.59 Máx: 797.21
Flor Mezcal ensamble Cupriata y Espadín	1	Mín. 388.23 Máx:393.13
Mezcal artesanal Guerrero	1	Mín: 385.78 Máx: 390.68
Charanda Uruapan	1	Mín: 389.21 Máx: 387.74↓
	2	Mín: 389.21 Máx: 392.15↑
Tequila Blanco Don Julio.	1	Mín: 385.29 Máx: 390.19
Sotol	1	Mín: 391.52 Máx: 388.23↓
	2	Mín: 388.23 Máx:391.66↑

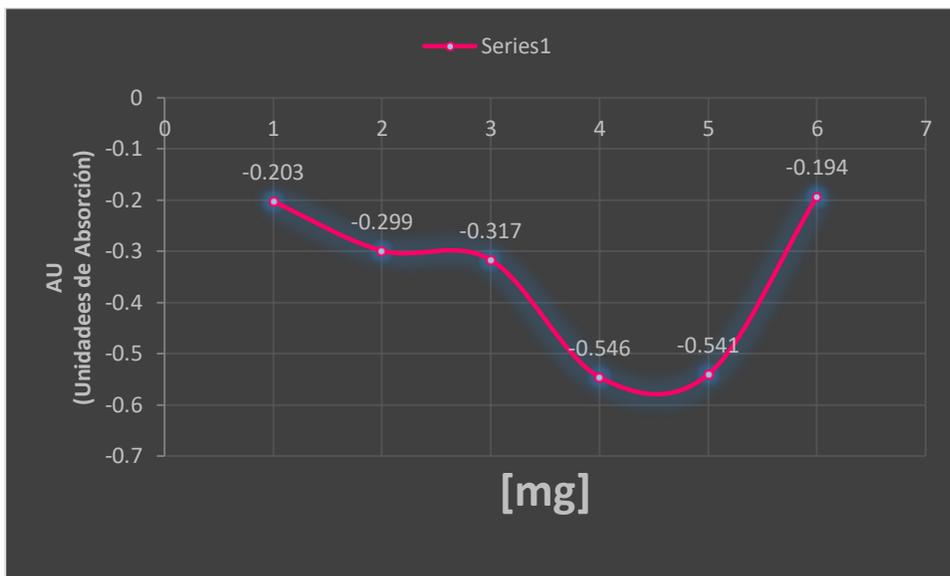
Tabla 9. Curva de concentración patrón de metanol (Montiel, 2019).

Concentración	MeOH μ l	Agua μ l	Equivalencia en mg	AU Mínima log	AU Máxima log
5%	30	570	23,76	-0.203	0.0126
10%	60	540	47,52	-0.299	0.006
25%	150	450	118,8	-0.317	0.023
50%	300	300	237,6	-0.546	0.034
75%	450	150	356,4	-0.541	0.076
100%	600	0	475,2	-0.194	0.015

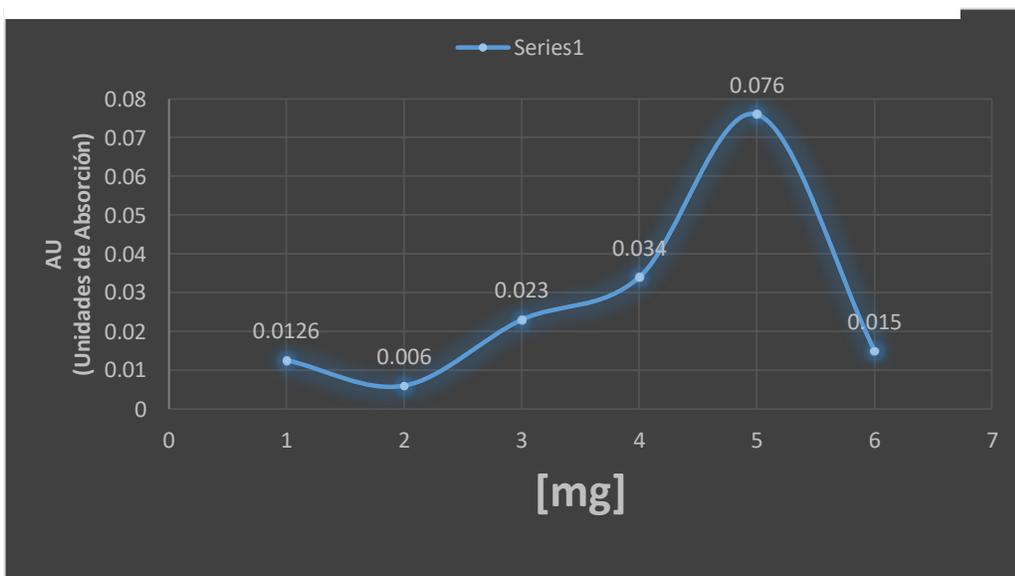
Gráfica 1. Curva de concentración patrón de metanol (Montiel, 2019).



Gráfica 2. AU Mínima Log. (Montiel, 2019).



Gráfica 3. AU Máxima Log. (Montiel, 2019).



13.1 Barridos espectrofotométricos

13.1.1 Controles negativos

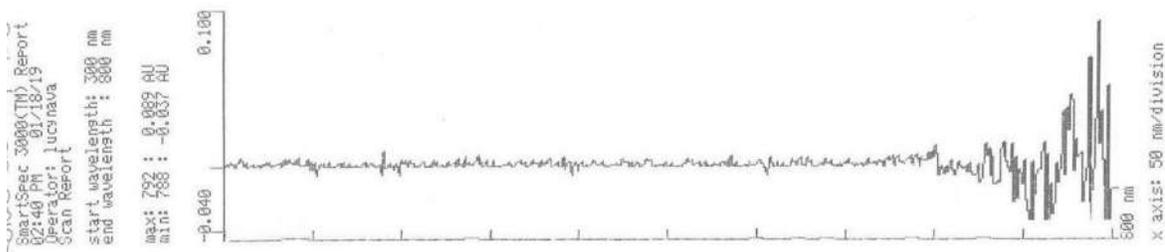


Figura 29. Sin muestra ni celda de cuarzo. (Montiel, 2019).

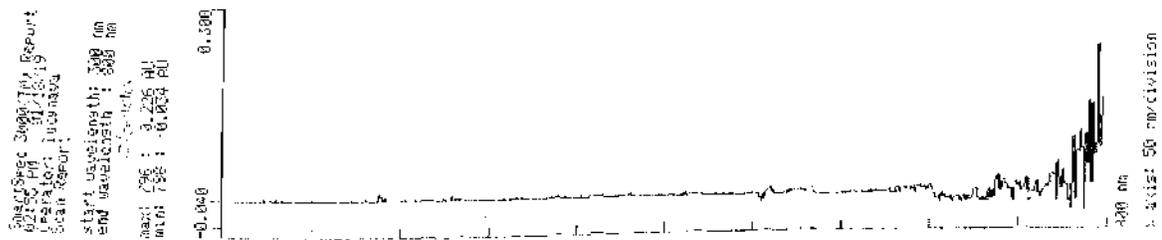


Figura 30. Con celda de cuarzo. (Montiel, 2019).

13.1.2 Muestras Problema

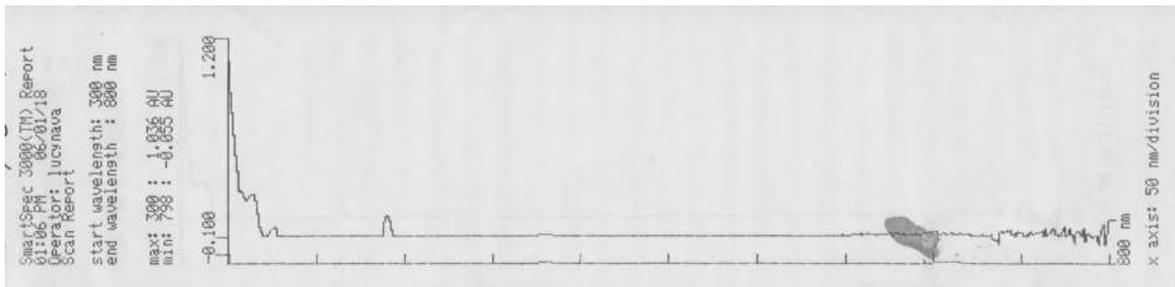


Figura 31. Mezcal Chino y Cuerno. (Montiel, 2019).

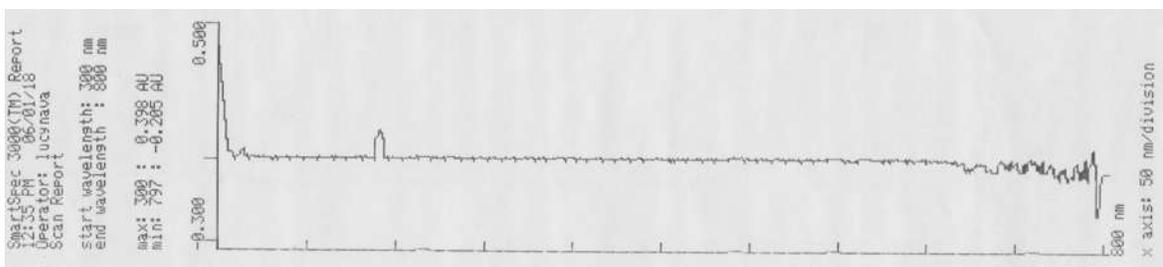


Figura 32. Mezcal Mexicano-Amarillo. (Montiel, 2019).

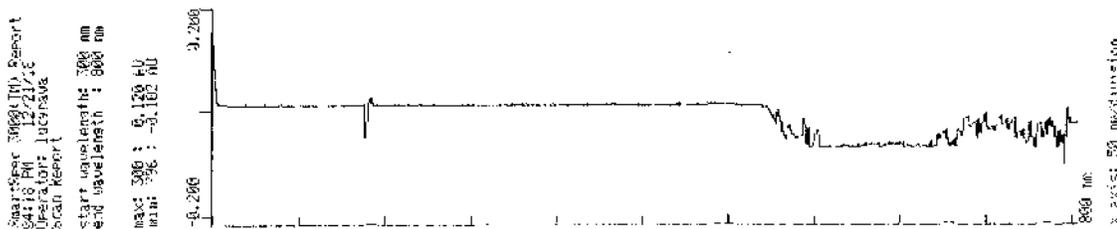


Figura 33. Flor de Mezcal ensamble de agave *Cupriata* y *Espadín*. (Montiel, 2019).

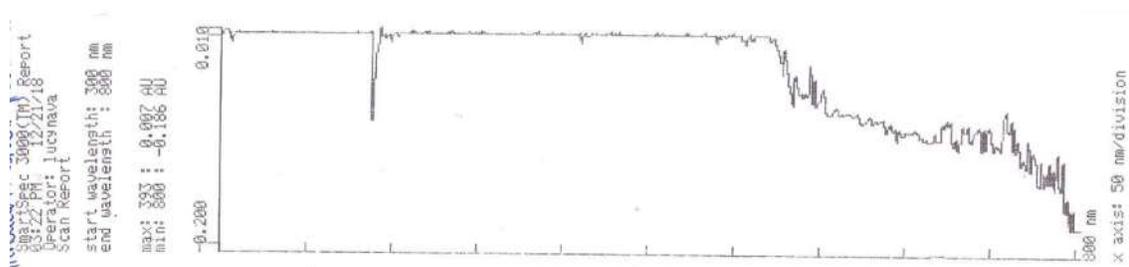


Figura 34. Mezcal artesanal Guerrero. (Montiel, 2019).

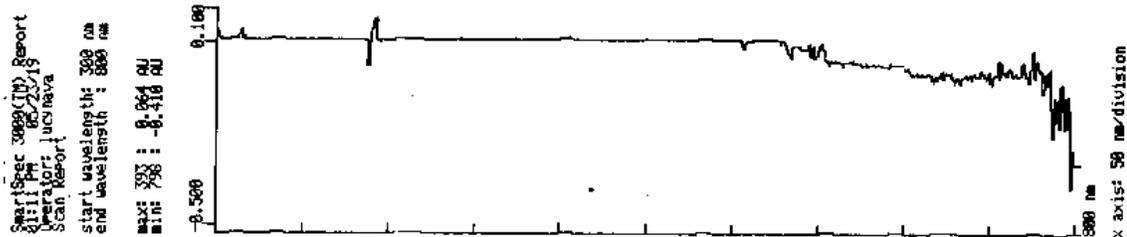


Figura 35. Charanda Uruapan. (Montiel, 2019).

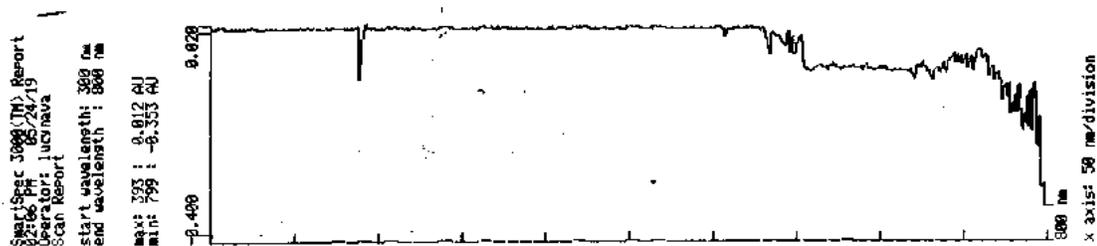


Figura 36. Tequila blanco Don Julio. (Montiel, 2019).

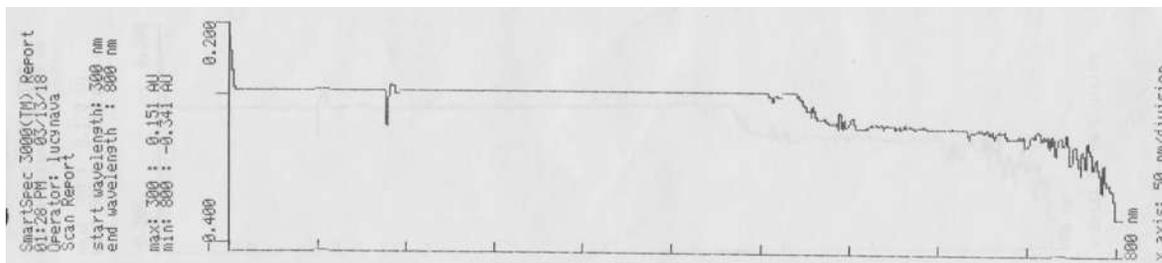


Figura 37. Sotol. (Montiel, 2019).

13.1.3 Estándares



Figura 38. Etanol 100%. (Montiel, 2019).

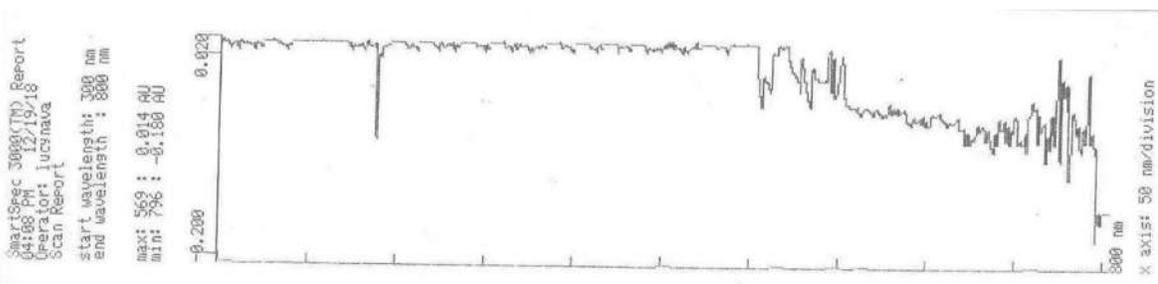


Figura 39. Metanol 100%. (Montiel, 2019).

14. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

México al haber suscrito diversos acuerdos de cooperación económico en materia de producción y consumo de productos característicos y únicos, necesita desarrollar mecanismos que le permitan asegurar la ventaja competitiva en materia, de denominación de origen, lo cual es sustentado desde la óptica de la propiedad industrial esto a través de la Ley de Propiedad Industrial.

Esta Ley establece de manera clara, las características biológicas, físicas, químicas y ancestrales para la producción y conservación de bebidas, como el Mezcal, Sotol, Bacanora, Charanda y Tequila, los cuales son productos distintivos de nuestra cultura y de nuestra economía, que son manufacturados en regiones específicas del territorio Nacional.

Es por ello, que la Ley de Propiedad Industrial, establece los límites para cada analito, donde, los puntos críticos son los referentes a la concentración de etanol, alcoholes superiores y la concentración límite para el metanol (esto de acuerdo a las unidades de verificación), el cual puede convertirse en altas concentraciones, superiores a 300 mg/dL, en un riesgo para la salud, esto para los consumidores, así como la implicación directa, para los participantes de las diferentes etapas de la producción de las bebidas mexicanas con denominación de origen, como es el caso del mezcal, donde los directamente implicados en lo referente a las concentraciones de metanol y sus riesgos.

Son los productores de mezcal, los envasadores de mezcal, los comercializadores de mezcal, los cuales deben de garantizar que el producto cumple con las especificaciones de la NOM-070-2016, para que el consumidor tenga la certeza de que accede a un producto original, protegido y que satisface las regulaciones en materia de riesgos sanitarios, esto de acuerdo a la Ley de la Comisión Federal para Riesgos Sanitarios y sea compatible con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) que otorga las denominaciones de origen, para que esta a su vez, sea reconocida por los países signatarios del Arreglo de Lisboa y de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

Todo esto puede resultar complicado de resolver para los pequeños productores, envasadores y comercializadores, por lo que estos participantes deben contar con herramientas que les permitan monitorear en tiempo real la calidad del producto de manera accesible, en sus diferentes etapas, es así que surge la necesidad de desarrollar pruebas que sean acopladas a estos puntos críticos de análisis.

Para el caso de la concentración del etanol, se verifica por medio de los alcoholímetros calibrados por densidad, los cuales siguen siendo el instrumento normativo que refiere a la concentración porcentual en la relación volumen a volumen, expresado en términos porcentuales según la NOM-070-2016 y según el destino en el mercado extranjero en ° Gay Lussac (°GL), resta a determinar la concentración límite permisible del metanol, para lo cual se encuentra la Norma Mexicana, NMX-V-005-NORMEX-2013.

Esta norma es difícil de dar seguimiento para los productores, por su accesibilidad, es así que la Ley de Lambert Beer, la que determina que la absorbancia de una muestra a determinada longitud de onda depende de la cantidad de la especie química absorbente con la que se encuentra la luz al pasar por la muestra, determinada y permite por tanto un barrido espectrofotométrico desde longitudes de onda de la región del ultravioleta, hasta la región del infrarrojo.

Lo cual permite obtener una firma espectrofotométrica de la mezcla de alcoholes y aldehídos, los cuales se caracterizan por contener grupos carbonilos e hidroxilos, los cuales se encuentran en resonancia dependiendo de la longitud de onda a la cual son estimulados, obteniendo un patrón particular en la zona de la luz ultravioleta dentro de los 388 a 397 nanómetros, y las unidades de absorbancia (AU) correspondientes a las curvas de calibración con los estándares para metanol, situando la prueba propuesta en los límites de sensibilidad de la NOM-070-2016, la cual establece los límites de 30 mg/dL a 300 mg/dl para el caso del metanol en el mezcal, pudiendo extrapolar la presente propuesta de prueba a otras bebidas mexicanas destiladas con denominación de origen, apuntalando la cadena industrial en las regiones productoras.

15. CONCLUSIÓN

El presente trabajo de investigación pone en relevancia las oportunidades que existen dentro de la cadena de producción de las bebidas destiladas con denominación de origen en México y su reconocimiento a nivel internacional por organismos como el OMPI, más el alza en la demanda de productos con este reconocimiento, ha obligado a que los productores, envasadores y comercializadores, tengan una mayor exigencia en la calidad.

Por lo tanto, la graduación alcohólica se logra estabilizar con los alcoholímetros por densidad, no así la concentración de metanol, puesto que es una técnica resolutive y cuantitativa relativamente compleja, difícil de acceder para los pequeños productores.

Así mismo, se generó una técnica resolutive con relativa accesibilidad y un tiempo de operación corto, para la emisión de resultados, los cuales pueden ser graficados, para poder realizar el control de calidad, necesaria para poder dar cumplimiento con la NOM-070-2016, la cual regula varios de los productos destilados de agave y genera una certidumbre en el mercado y el consumidor final, a través de las herramientas espectrofotométricas acopladas a técnicas resolutive.

16. APÉNDICE

Agua: Necesaria para la supervivencia de todos los organismos, incluidos los seres humanos, crucial en los procesos metabólicos del organismo actúa como disolvente. El cuerpo humano está compuesto de entre un 55% y un 78% de agua, dependiendo de sus medidas y complejidad.

Agreste: Terreno que no produce y está descuidado, además de ser un suelo esencialmente pedregoso, con vegetación rala y de tamaño pequeño, siendo sus especies más típicas las leguminosas y cactáceas.

Alambique: Aparato para destilar formado por un recipiente, donde se calienta un líquido hasta convertirlo en vapor, y un conducto refrigerador (serpentín) en forma de espiral, que da salida al producto de la destilación.

Alcohol Eílico (Etanol): Al producto obtenido por fermentación, principalmente alcohólica de los mostos o jugos de las materias primas que contienen azúcares o de aquellas que contienen almidones sacarificables (caña de azúcar, mieles incristalizables, jarabe de glucosa, jarabes de fructosa, cereales, frutas, tubérculos, entre otras) y que dichos mostos o jugos fermentados son sometidos a destilación y rectificación.

Alcoholes Primarios: Es primario, si el átomo de hidrogeno (H) sustituido por el grupo oxidrilo (-OH) pertenece a un carbón (C) ejem: etanol.

Alcoholes Secundarios: es secundario, si el átomo de hidrogeno (H) sustituido por el grupo oxidrilo (-OH) pertenece a un carbón (C) secundario ejem: alcohol isopropílico.

Alcoholes Terciarios: Son si el átomo de hidrogeno (H) sustituido por el grupo oxidrilo (-OH) pertenece a un carbón (C) terciario ejem: alcohol terbutílico.

Azeótropo: Es una mezcla de compuestos químicos (dos o más) diferentes en estado líquido, los cuales tienen una ebullición a constante temperatura, y actúan como si fuesen un solo compuesto químico.

Bebida alcohólica adulterada: Es aquella que ha sido privada, parcial o totalmente, de sus elementos útiles o característicos, reemplazándolos o no por

otros inertes o extraños de cualquier naturaleza para disimular u ocultar alteraciones, deficiente calidad de materias primas, defectos de elaboración.

Bebida: Cualquier líquido que se ingiere, la bebida por excelencia es el agua, el término se refiere por antonomasia a las bebidas alcohólicas y las bebidas gaseosas.

Bebidas alcohólicas: Contiene etanol (alcohol etílico). Atendiendo a la elaboración se pueden distinguir entre bebidas producidas por fermentación alcohólica (vino, cerveza, hidromiel, sake) y las producidas por destilación (licores, mezcal, tequila, entre otros).

Denominación de Origen: El nombre de una región geográfica del país que sirva para designar un producto originario de la misma, cuya calidad o característica se deben exclusivamente al medio geográfico, comprendido en éste los factores naturales y los humanos.

Densidad: Es una propiedad intensiva de la materia, es decir, no depende de la cantidad de sustancia; no obstante, sí depende de la temperatura. La densidad de una sustancia se define como el cociente de su masa por cada unidad de volumen.

Densimetría: Medición de la densidad de una sustancia, tejido o cuerpo.

Destilación: Proceso que se utiliza para llevar a cabo la separación de diferentes líquidos, o sólidos que se encuentren disueltos en líquidos, o incluso gases de una mezcla, gracias al aprovechamiento de los diversos puntos de ebullición de cada sustancia partícipe, mediante la vaporización y la condensación.

Espectrofotometría: Método científico utilizado para medir cuanta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra.

Espectrograma ó Sonograma: Representación gráfica del espectro de frecuencias en un eje temporal determinado.

Espectrometría: Se usa en física y química analítica para la identificación de sustancias mediante el espectro emitido o absorbido por las mismas.

Espectroscopia: Ciencia que estudia las interacciones que suceden entre la radiación y la materia.

Fermentación: Es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico.

In terregno: Se define a un periodo, lapso o temporada de tiempo que un estado, nación, principado, reino o país carece de soberano o de algún gobernante, también alude a una cesación en la normal sucesión de las dignidades monarcas, como el caso de los reyes o emperadores, hasta el sumo pontífice.

Normas Oficiales Mexicanas: Serie de normas cuyo objetivo es regular y asegurar valores, cantidades y características mínimas o máximas en el diseño, producción o servicio de los bienes de consumo entre personas morales y/o personas físicas, sobre todo los de uso extenso y de fácil adquisición por parte del público en general, poniendo atención en especial en el público no especializado en la materia.

Pasteurización: Procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido. "la pasteurización no altera el sabor y composición de los alimentos"

Rectificación (Destilación Fraccionada): Es la segunda separación realizada al producto, de tal manera que el vapor que sale del alambique o la columna se pone en contacto con una porción condensada del vapor previamente producido en el mismo aparato. Este proceso se basa en el hecho de que, líquidos de diferentes composiciones químicas no tienen el mismo punto de ebullición. También se le llama segunda destilación.

Re-Destilación: Es tercera o subsecuentes destilaciones en alambique de olla o columnas. Este proceso se puede emplear para depurar las mezclas alcohólicas o para efectuar extracciones de productos aromáticos.

Sui generis: Expresión del latín que significa, literalmente, "de su género" o "de su especie" designamos a una cosa que es singular o excepcional, o cuando nos resulta inclasificables decir fuera de lo común.

Suntuoso: Se utiliza como sinónimo de "abundante en". Este a su vez califica a aquello que tiene un gran tamaño y es ostentoso o pomposo.

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almirón, E. (2004). Políticas Públicas de Derechos Humanos en el MercoSur. *El agua como elemento vital en el desarrollo del hombre*, 2017-229. Montevideo, Uruguay: Michelini 1116. Obtenido de https://www.observatoriomercosur.org.uy/libro/pdfs/Políticas_Publicas_de_DD_HH.pdf
- Aragón, C., M., M., Correa, M., & Sanchis-Segura, C. (2002). Alcohol y Metabolismo Humano . *14*(1), 23-42. Obtenido de <http://www.adicciones.es/index.php/adicciones/article/download/541/533>
- Barahona, A. (2001). Origen y Evolucion del Ser Humano. *¿Cómo moves? UNAM*, 10-14. Obtenido de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/32/origen-y-evolucion-del-ser-humano>
- Biología . (2012). *Espectro visibe* . Obtenido de <http://biologicalili.blogspot.com/2012/10/espectro-visible.html>
- C., D. (2012). *¿Cómo funciona un Alambique?* Obtenido de <https://www.verema.com/blog/licores-destilados/956683-como-funciona-alambique>
- Castellan, G. (1987). *FISICOQUÍMICA* (Segunda ed.). México: PEARSON.
- Cervantes M, P. A. (2008). Caracterización microbiológica del pulque y cuantificación de su contenido de etanol mediante espectroscopia Raman. *SCIELO Superficie y vacío*, 21, 1-5. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1665-35212008000100001&lng=es&nrm=iso
- Científicos, A. (2012). *Desviaciones de la Ley de Raoult*. Obtenido de <http://apuntescientificos.org/azeotropos-ibq2.html>
- Corporación Química Venezolana CORQUIVEN, C.A. (1997). *HOJA DE SEGURIDAD MSDS ALCOHOL METÁLICO* . Obtenido de <http://www.uacj.mx/IIT/CICTA/Documents/Quimicos/metanol.pdf>
- Corporación Química Venezolana CORQUIVEN, C.A. (2000). *HOJA DE SEGURIDAD MSDS ALCOHÓL ETÍLICO*. Obtenido de http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/alcohol_etilico.pdf
- Cromatografía de Gases* . (s.f.). Obtenido de http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia_de_gases.pdf

- Cuadernillo de Prácticas* . (s.f.). Obtenido de https://rodas5.us.es/file/e3684961-322a-673c-dfa0-505c2bcc0e27/3/cuadernillo_scorm.zip/pagina_07.htm
- Departamento de Química Física. (2012). *Resonancia Magnética Nuclear*. Obtenido de Universidad de Valencia : <file:///E:/Tesis%20Janeth%20Montiel%20Reyes/ARCHIVOS%20DE%20MORIA%20TESIS%20JMR/TESIS/RMN.pdf>
- Destilación* . (s.f.). Obtenido de http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/destilacio_tipus.html#
- Diario Oficial de la Federación . (2015). *NOM-142-SSA1/SCFI-2014*. Obtenido de Bebidas Alcohólicas. especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.
- E, & Errázuriz Tortorelli, C. (2010). Indicaciones geograficas y Denominaciones de Origen Propiedad Intelectual en Progreso. *Redalyc revista Chilena de Derecho* , 37(2), 207-239. Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/1770/177016601002/>
- ECURED. (2005). *Biología 4* . En L. R. Mustelier, *Enseñanza preuniversitaria* (pág. 199). Pueblo y Educación. . Obtenido de L/T Biología 4, 10mo grado. Enseñanza preuniversitaria. Editorial Pueblo y Educación. 2005.
- FEBE Federación española de bebidas espirituosas . (s.f.). *Bebidas Espirituosas* . Obtenido de <https://es.linkedin.com/company/federacion-espanola-de-bebidas-espirituosas-febe->
- Garrido, C. (2018). *Arroz de Morelos, Orgullo mexicano*. Obtenido de <https://www.elfinanciero.com.mx/sibarita/arroz-de-morelos-orgullo-mexicano>
- Goodman, & Gilman. (2000). *Las Bases Farmacologicas de la Terapéutica*. Buenos Aires,Argentina: Panamericana.
- Goycochea, J. C. (Octubre de 2001). *Evaluación de Riesgos Bebidas Alcohólicas Artesanales*. Lima. Obtenido de http://www.dge.gob.pe/publicaciones/pub_herramientas/tools03.pdf
- Harris, D. (2007). *Análisis Químico Cuantitativo* (Tercera ed.). Reverté.
- IMPI. (2017). *Reconocimiento y protección legal de las Denominaciones de Origen. Denominación de Origen*. México. Obtenido de <https://www.gob.mx/impi/acciones-y-programas/servicios-que-ofrece-el-mpi-marcas-denominaciones-de-origen>
- INTOX, & IPCS. (2002). *Intoxicación y Acidosis Metabólica Producida por Metanol*. Obtenido de <http://www.intox.org/shutdown.html>

- Islas, A. R. (2016). Denominación de Origen Orgullo Mexicano. En A. R. Islas, *Denominación de Origen Orgullo Mexicano* (págs. 41-53). Ciudad de Mexico: Terracota. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104879/DO_Orgullo_de_Mexico.pdf
- Islas, A. R. (2016). *Denominaciones de Origen. Orgullo de México* (Primera edición ed.). Ciudad de México, México: Terracota. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104879/DO_Orgullo_de_Mexico.pdf
- J.S. (2007). *Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química* (Séptima ed.). India: Mc Graw Hill.
- Katzung, & Bernad. (2000). *Farmacología Básica y Clínica*. México: El Manual Moderno.
- Lachenmejer, D., Suessman, L., M, m. C., B, M. K., & Kranz, M. (2015). *Destilación automática de vapor mejorada combinada con densimetría de tipo de oscilación para determinar el grado de alcohol en alcoholes y licores*. SpringerPlus.
- Márquez, M. R. (2005). *ResearchGate*. Obtenido de Metanolismo del Etanol : https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-METABOLISMO-DEL-ETANOL-ADH-ENZIMA-ALCOHOL-DESHIDROGENASA-ALDH-ENZIMA_fig1_228368943
- Metanol. (2003). Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia19.pdf>
- NOM-006-SCFI-2012. (2012). *NOM-006-SCFI-2012: Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5282165&fecha=13/12/2012
- NOM-070-SCFI-2016. (2017). *NOM-070-SCFI-2016, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones*. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5472787&fecha=23/02/2017
- NOM-142-SSA1/SCFI-201. (2015). *NOM-142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5386313&fecha=23/03/2015

- NOM-142-SSA1/SCFI-2014. (2015). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas Alcohólicas especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5386313&fecha=23/03/2015
- NOM-144-SCFI-2000. (2001). NOM-144-SCFI-2000 Bebidas alcohólicas-charanda-especificaciones. Obtenido de <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/scfi/scfi144.pdf>
- NOM-159-SCFI-2004. (2004). NOM-159-SCFI-2004, Bebidas alcohólicas-sotol-especificaciones y métodos de prueba. *D.O.F.* Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo45110.pdf>
- NOM-168-SCFI-2004. (2005). NOM-168-SCFI-2004, Bebidas alcohólicas-Bacanora-Especificaciones de elaboración, envasado y etiquetado. *Secretaría de Economía*. Obtenido de dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=4917328
- Ochoa, G. P. (2016). Bebidas, Destilados, Fermentados. *El Conocedor*. Obtenido de <http://revistaelconocedor.com/fermentados-y-destilados/>
- Orgánica, F.D. (s.f.). *Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear*. Obtenido de <http://www.sinorg.uji.es/Docencia/FUNDQO/TEMA10FQO.pdf>
- Paz, L. A. (2005). Determinación de Metanol en Bebidas Alcoholicas Fermentadas Tradicionales y Populares de Mayor Consumo en dos regiones de la República de Guatemala por Cromatografía de Gases. Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2379.pdf
- Perry, R. H. (2001). *Perry Manual de Ingeniero Químico*. México : Company McGraw Hill.
- Pinu, F., & Villas-Boas, S. (2017). Cromatografía de gases en metabolitos secundarios y bebidas fermentadas. *Metabolitos*, 1-14.
- Ramírez, E. (2017). *Destilación Teoría y Tipos*. Obtenido de <http://www.alambiques.com/destilaciones.htm>
- Rendon, A. (2010). *Las Marcas Colectivas y las Denominaciones de origen*. México. Obtenido de https://www.wipo.int/edocs/mdocs/geoind/es/wipo_geo_lim_11/wipo_geo_lim_11_6.pdf
- Rituerto, E. L., Aznar, A. A., Sancirán, J. H., & García, J. M. (2009). resonancia magnética nuclear en el vino. Seguimiento de las fermentaciones alcohólicas y malolácticas en vinos de diferentes subzonas de la D.O. CA.Rioja. *Universidad de La Rioja*, 203-220.

- Ruiz Islas, A. (2016). DO, Orgullo de México. En *DO, Orgullo de México* (págs. 27-40). Ciudad de México. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104879/DO_Orgullo_de_Mexico.pdf
- Soriano, B. (2019). Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/352740615/DENSIMETRIA>
- Tomas, C. (2010). Arreglo de Lisboa. *Revista de la OMPI*. Obtenido de <https://www.wipo.int/lisbon/es/index.html>
- Torró, J. L. (s.f.). *Métodos Espectroscópicos de Análisis*. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7619/1/m%C3%A9todos%20espectrosc%C3%B3picos%20de%20an%C3%A1lisis.pdf>
- UAM. (s.f.). *Colorimetría, Ley de Lambert-Beer*. Obtenido de <http://www.qfa.uam.es/labqui/practicas/practica4.pdf>
- Universidad de Granada. (s.f.). *Rectificación de Mezclas Binarias en Columnas de Platos*. Facultad de Ciencias. Obtenido de <http://ciencias.ugr.es/practicasdocentes/wp-content/uploads/guiones/RectificacionMezclasBinarias.pdf>
- Vega, J. A. (2015). *Destilación Equilibrio Líquido-Vapor*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/vegabner/exposicin-1-equilibrio-liquido-vapor>

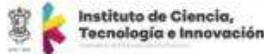
18. ANEXOS

21.1 Anexo a) Artículo

El presente Proyecto de Investigación participo en el 13 Congreso Estatal de Ciencia, tecnología e Innovación.

13^o Congreso Estatal de Ciencia Tecnología e Innovación

7^o Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán



PRUEBA PRESUNTIVA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALCOHOLES EN MEZCAL, PRODUCIDO EN MICHOACÁN

Janeth Montiel Reyes¹, Sergio Alejandro Ayala Ramírez¹, Cesar Rogelio Solorio-Alvarado², Ma.del Rocío Lara Madrigal¹, Rafael Ortiz-Alvarado¹

Eje1. La investigación en las Ciencias Básicas

Mesa 3. Ciencias agrícolas y biotecnología

Palabras Clave: (Denominación de Origen Mezcal, NOM-070-SCFI-2016, Mezcla Azeotrópica).

Resumen

La Norma Oficial de Mexicana, reguladora de las Bebidas alcohólicas-Mezcal Especificaciones (NOM-070-SCFI-2016), establece las condiciones físicas, químicas y tipos de mezcal que se producen y se envasan en México y esta cita a la Norma Mexicana (NMX NMX-V-013-NORMEX-2013), que establece los ensayos para la determinación del contenido alcohólico expresado en % Alc. Vol. en bebidas alcohólicas y muestras del proceso de elaboración. En la elaboración del Mezcal participan procesos de fermentación y destilación donde se generan alcoholes potencialmente peligrosos para la salud humana, los cuales varían en su concentración, a través de los procesos de destilación y las fracciones respectivas, por lo que es necesario contar con pruebas rápidas que permitan monitorear en tiempo real los procesos de destilación con el objetivo, de eliminar la concentración de metanol en las fracciones de destilación. Para esto se establecieron análisis para 6 destilados comerciales de mezcal blanco o joven producido en Michoacán, así como para los controles de 2 muestras de sotol y los controles respectivos de las mezclas azeotrópicas de etanol/agua, etanol/metanol/agua, y se obtuvieron las huellas espectrofotométricas para las muestras de mezcal y sotol respectivamente.

Por medio del barrido espectrofotométrico desde la región del Ultravioleta hasta el Infrarrojo, identificando 2 resultados positivos para la concentración significativa de metanol (mayor a 30 mg/100 mL) en las muestras de mezcal y sotol analizadas. Así se estableció un método analítico, presuntivo para determinar metanol en mezcal

joven, cuya aplicación puede darse a lo largo del proceso de destilación como parte de la elaboración del mezcal artesanal.

Antecedentes

El Sistema de Lisboa para el registro internacional de las denominaciones de origen ofrece un medio de obtener protección para una denominación de origen, como es el caso particular de los 16 productos con denominación de origen que tiene México. De estos productos 5 son bebidas con algún contenido de etanol, entre estas se encuentran Tequila, Sotol, Bacanora, Charanda y el Mezcal. Los que se encuentran Registrados ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y el cual se apega al denominado arreglo de Lisboa. Por lo que es importante entender los alcances técnicos y culturales que tiene este Sistema de protección para ofrecer certidumbre a los productores y el mercado que demanda productos con calidad. El Mezcal es un producto obtenido a partir del proceso de fermentación de las 14 diferentes especies mezcaleras de agaves, que son endémicas del territorio nacional esto de acuerdo al Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB) (Conabio, 2008) y al Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

Dependiente del Servicio Nacional Inspección y Certificación de Semillas como órganos desconcentrados de SAGARPA. Actualmente México ha alcanzado un desarrollo y proyección económico significativo lo que le valido estar posicionado dentro de los primeros 15 lugares a nivel mundial esto de acuerdo a la OCDE, 2017. Esto se ha logrado a partir de los diferentes productos agroalimentarios y los métodos tradicionales que se siguen conservando para su producción, por lo que el desarrollo regional de diversas áreas de México es parte fundamental del desarrollo de la economía Mexicana. En el caso particular del Mezcal, es un producto agrícola con procesos artesanales e industriales, con un origen ancestral y una cultura profunda que ha sido reconocido a nivel mundial. Por su originalidad, esto es actualmente regulado por la Norma NOM-070-SCFI-2016 y por el Consejo Regular del Mezcal que certifica a los productores de Mezcal de los estados de Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas, Durango, Guerrero,

Guanajuato y Michoacán. En el caso de Michoacán desde el 22 de noviembre de 2012 se tiene a 29 municipios dentro de la zona protegida para la denominación de origen, las cuales requieren sean certificadas las unidades de producción de mezcal, unidades de envasado y almacenes de comercialización a través de la inspección permanente, con la emisión de un certificado NOM, con vigencia máxima de un año, tiempo en el cual el organismo establece la verificación permanente en el proceso de producción, envasado y almacenamiento, al terminar la vigencia, si el productor, envasador y comercializador demuestran que sigue cumpliendo con la NOM-Mezcal, se le mantiene la certificación.

De igual forma se certifica el producto a granel (vigencia máxima 1 año), el producto envasado para venta nacional (vigencia indefinida) o para exportación (vigencia 90 días) mediante la inspección permanente se determina el cumplimiento de NOM Mezcal con la emisión de los certificados NOM respectivos. El CRM garantiza al consumidor la autenticidad del mezcal y acredita la certificación del Mezcal mediante la inclusión del sello de certificación (holograma de certificación) en cada producto envasado. Ahora bien el producto durante su proceso puede generar a través de los procesos físico-químicos una diversa cantidad de alcoholes primarios y secundarios que no son deseables, los cuales deben ser eliminados. Por lo que el proceso de destilación en sus fases de cabeza, cuerpo y cola, pueden tener una diversa cantidad de estos alcoholes como son el metanol o el alcohol isopropílico, los cuales son tóxicos para el consume humano. Por lo que es necesario poder tener una técnica presuntiva que este acoplada a las etapas de destilación y que permita identificar al metanol y al alcohol isopropílico en las fases de destilación (cabeza, cuerpo y cola), como una herramienta que permita garantizar que el productor y el consumidor puedan obtener un producto de calidad y que se garantice la competencia dentro del mercado de producción y distribución del Mezcal, en México y en el Mundo, donde el estado de Michoacán puede participar en el desarrollo regional de un producto con Denominación de Origen.

Objetivo

Generar una herramienta espectrofotométrica que permita establecer los parámetros para la identificación de alcoholes en mezcal.

Parte experimental

Se partió de acuerdo a la Norma NOM-070-SCFI-2016 y la clasificación de los diferentes tipos de Mezcales y su clasificación trabajando para el análisis de 6 destilados comerciales de mezcal blanco o joven producido en Michoacán, así como para los controles de 2 muestras de sotol y los controles respectivos de las mezclas azeotrópicas de etanol/agua, etanol/metanol/agua, y se obtuvieron las huellas espectrofotométricas para las muestras de mezcal y sotol respectivamente, por medio del barrido espectrofotométrico desde la región espectrofotométrica del Ultravioleta hasta el Infrarrojo, expresando el resultado en nanómetros (nm) para las longitudes de onda de absorción, en todos los casos se utilizaron celdas de cuarzo.

Resultados y Discusión

Se identificaron de las seis muestras comerciales de Mezcal producido en Michoacán; 2 resultados positivos para la concentración significativa de metanol (mayor a 30 mg/100 mL) esto de acuerdo a la Norma NOM-070-SCFI-2016, en las muestras de mezcal, en el caso del sotol se encuentra también una concentración significativa de metanol, por la técnica de barrido espectrofotométrica. Así se estableció un método analítico, presuntivo para determinar metanol en mezcal joven, cuya aplicación puede darse a lo largo del proceso de destilación como parte de la elaboración del mezcal artesanal e industrial en Michoacán, para poder eliminar las fracciones de cabeza y cola, quedando solamente dentro del proceso de destilación el cuerpo el cual debe contener una menor concentración de metanol, de acuerdo a la cita de la Norma NOM-070-SCFI-2016. Lo que permitirá aumentar la seguridad en la producción de mezcal en Michoacán y poder tener una mayor certidumbre

para los pequeños productores que les permitan poder acceder a pasar los procesos de certificación a los que los someten el Consejo Regulador del Mezcal,

con la finalidad de poder obtener el registro y reconocimiento ante el IMPI y por lo tanto su reconocimiento internacional a través del Sistema de Lisboa al cual esta adherido México. Conclusiones El barrido espectrofotométrico se estableció como un método analítico, presuntivo para determinar metanol en mezcal joven, cuya aplicación puede darse a lo largo del proceso de destilación como parte de la elaboración del mezcal artesanal.

Agradecimientos

Proyecto soportado por la Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Convocatoria CIC 2018-2019, como apoyo a la investigación científica y al CAEC-211 DE FISIOPATOLOGÍAS-211.

Referencias

Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. <https://snics.sagarpa.gob.mx/transparencia-focalizada/catalogo-nacional-de-variedades-vegetales-cnvv>.

Conabio. 2008. Mezcales y diversidad. Ciencias núm. 91, julio-septiembre, p. 74. <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/44-revistas/revista-ciencias-91/225mezcales-y-diversidad.html>.

Estudios Económicos de la OCDE, México, 2017.

<http://www.oecd.org/eco/surveys/mexico-2017-OECD-Estudios-economicos-de-laocde-vision-general.pdf>

Sistema Nacional de Biodiversidad.

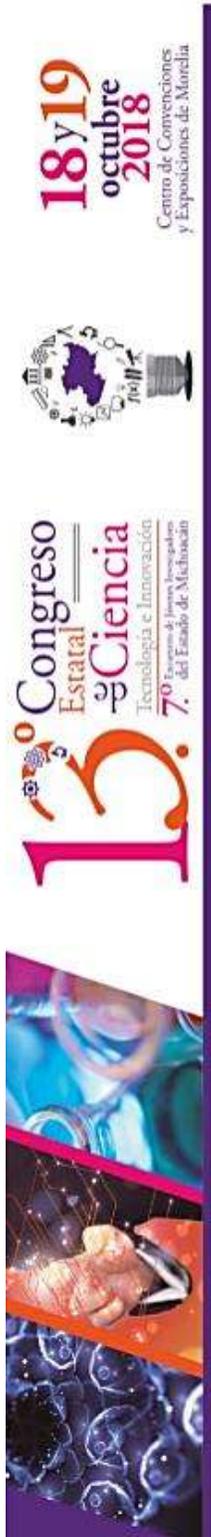
<https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/mezcales/mMapa.html>

Normas Oficiales Mexicanas. Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016, Bebidas alcohólicas-mezcales especificaciones.

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5472787&fecha=23/02/2017

1.- Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. daniel_odgr@hotmail.com 2.- Cuerpo Académico-211 de Fisiopatologías Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo rortizalvarado@gmail.com.

21.2 Anexo b) Constancia



El Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, a través del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado,

otorgan la presente

CONSTANCIA

Janeth Montiel Reyes, Sergio Alejandro Ayala Ramírez,

A:

Por su ponencia en la "Mesa 3.- Ciencias Agrícolas y Biotecnología", titulada: PRUEBA PRESUNTIVA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALCOHOLES EN MEZCAL, PRODUCIDO EN MICHOACÁN

En el marco de las actividades académicas del 13º Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Séptimo Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán.

Morelia, Michoacán; a 19 de octubre de 2018.

Dr. José Luis Montañez Espinosa

Director General del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán

