

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
BIOQUÍMICA

TESIS PROFESIONAL.

“DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA DESTILACIÓN DE MEZCALES EN OLLAS DE BARRO Y EN ALAMBIQUES DE COBRE EN SU CALIDAD FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL.”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO.

PRESENTA:

MÉNDEZ RIVERA MARIELA

ASESOR:

M.C. MARTÍNEZ CANSECO JORGE MIGUEL

COMISIÓN REVISORA:

M.C. MÉNDEZ LÓPEZ MINERVA DONAJÍ

M.C. DÍAZ BARRITA AMAYRA JUDITH

Q.B. LÓPEZ MATADAMAS JOSÉ

OAXACA DE JUÁREZ, OAXACA a 02 de diciembre del 2022.

RESUMEN.

El mezcal es un destilado de maguey, pueden variar entre el tipo de maguey y a su vez puede variar dependiendo del tipo del proceso de producción. El mezcal esta reguladas por la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994. A pesar que es una bebidas de renombre nacional e internacional no hay información de estudios de ellos como propiedades físico-químicos entre variedades de agave para diferenciarlos porque pueden variar sus parámetro dependiendo de los procesos de destilación, a si vez no se encuentra un perfil sensorial adecuado para diferenciarlos. En este proyecto se buscó el desarrollo y la experimentación de un perfil sensorial ocupando el mezcal del mismo tipo de agave que fue el *espadín*, para determinar sus diferencias en el proceso de destilado tanto de ollas de barro como con destilado de alambiques de cobre. Se realizó el desarrollo experimental ocupando como base la NOM-O70 de las diferencias fisicoquímicas del destilado de alambiques de cobre de Santiago Matatlán vs destilado de ollas de barro de Villa Sola de Vega, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Se realizó una encuesta de consumidores y una prueba hedónica de aceptabilidad de mezcal para crear una comparación sensorial respecto al olor, sabor y aceptación general. Los resultados muestran que ambos cumplen con la NOM-O70; En la diferenciaciones fisicoquímicas el % Alc. Vol del mezcal *espadín* joven de Santiago Matatlán, Oaxaca es ligeramente mayor que de Villa Sola de Vega, Oaxaca, mientras que los demás parámetros de estudio el mezcal *espadín* joven de barro de Villa Sola de Vega, Oaxaca es mayor que mezcal *espadín* joven de Santiago Matatlán, Oaxaca. La encuesta de consumidor que participaron 55 personas dieron su opinión respecto a si han probado el mezcal que la mayor parte dijeron que si, prueban el mezcal a granel más que la marca, el mezcal lo toman mínimo una vez al mes, y se guían mucho respecto al olor, sabor, % Alc. Vol; la variedad de agaves y de donde son. Mientas que en la prueba hedónica participaron 46 personas dando su opinión de los mezcales jóvenes de Villa Sola de Vega y de Santiago Matatlán, ellos prefirieron el mezcal de Villa Sola de Vega, este trabajo fue exitosamente realizado y se supo diferenciar los mezcales por su destilación.

CONTENIDO

RESUMEN.....	2
CONTENIDO.....	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS.....	4
INTRODUCCIÓN.....	7
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	8
1.1 AGAVES.....	8
1.1.1 <i>ESPADÍN (AGAVE ANGUSTIFOLIA HAW)</i>	10
1.1.2 ZONA DE INTERÉS PARA EL TRABAJO.....	12
A. SANTIAGO MATATLÁN.....	12
B. VILLA SOLA DE VEGA.....	14
1.1.3 BEBIDAS ALCOHÓLICAS.....	16
1.2 DESTILACIÓN.....	17
1.2.1 OLLAS DE BARRO.....	19
1.2.2 ALAMBIQUES DE COBRE.....	21
1.3 MEZCAL.....	23
1.3.1 DEFINICION DE MEZCAL.....	23
1.3.2 PROCEDIMIENTO DE LA PREPARACIÓN.....	24
1.4 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.....	27
1.4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL MEZCAL.....	28
1.5 ANÁLISIS SENSORIAL.....	29
1.5.1 EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL MEZCAL.....	29
PROCEDIMIENTO.....	31
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL MEZCAL.....	31

ANÁLISIS SENSORIAL DEL MEZCAL.	36
RESULTADOS Y GRÁFICOS.	37
CONCLUSIÓN.	57
RECOMENDACIONES.	58
BIBLIOGRAFÍA.	59
ANEXO 1	62
ANEXO 2	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS.

ILUSTRACIÓN 1 AGAVE Y MEZCAL.....	9
ILUSTRACIÓN 2 AGAVE ANGUSTIFOLIA HAW	11
ILUSTRACIÓN 3 SANTIAGO MATATLÁN.....	12
ILUSTRACIÓN 4 VILLA SOLA DE VEGA	15
ILUSTRACIÓN 5 DESTILACIÓN EN BARRO.....	19
ILUSTRACIÓN 6 OLLAS DE BARRO PARA LA DESTILACIÓN DEL MEZCAL.....	20
ILUSTRACIÓN 7 ALAMBIQUES DE COBRE PARA LA DESTILACIÓN DE MEZCAL.	22
ILUSTRACIÓN 8 PROCEDIMIENTO DE LA PREPARACIÓN.....	26
ILUSTRACIÓN 9 PORCENTAJE DE ALCOHOL A 20°C.....	31
ILUSTRACIÓN 10 TABLAS DE CORRECCIÓN A LA TEMPERATURA DE 20°C....	31
ILUSTRACIÓN 11 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL.....	32
ILUSTRACIÓN 12 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO SECO.....	33
ILUSTRACIÓN 13 DETERMINACIÓN DE FURFURAL	35

ILUSTRACIÓN 14 GRÁFICA DE COMPARACIÓN FÍSICO – QUÍMICOS DEL MEZCAL.....	39
ILUSTRACIÓN 15 GRÁFICO ALGUNA VEZ HA CONSUMIDO O DEGUSTADO MEZCAL.....	40
ILUSTRACIÓN 16 GRÁFICO SI ES POSITIVO, PUEDE MARCAR SI HA SIDO DE	41
ILUSTRACIÓN 17 GRÁFICO CON QUÉ FRECUENCIA CONSUME EL MEZCAL..	43
ILUSTRACIÓN 18 GRÁFICO DE LOS MEZCALES QUE HA PROBADO LO PREFIERE POR.....	43
ILUSTRACIÓN 19 GRÁFICO DE LOS MEZCALES QUE HA PROBADO PREFIERE QUE SEAN.....	45
ILUSTRACIÓN 20 GRAFICA DE COMPARACIÓN DE ACEPTABILIDAD DE OLOR DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN.	48
ILUSTRACIÓN 21 GRÁFICO DE COMPARACIÓN DE ACEPTABILIDAD DE SABOR DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN.	49
ILUSTRACIÓN 22 GRÁFICO DE COMPARACIÓN DE ACEPTABILIDAD DE ACEPTACIÓN GENERAL DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN.....	49
ILUSTRACIÓN 23 GRÁFICO DE COMPARACIÓN DE OLOR, SABOR Y ACEPTACIÓN GENERAL DEL MEJ01 Y MEJ02.	50
ILUSTRACIÓN 24 ESTUDIO DE ANOVA DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN (MEJ01) DE SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA DESTILADO EN ALAMBIQUE DE COBRE.	51
ILUSTRACIÓN 25 ESTUDIO DE ANOVA DE DOS FACTORES DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN (MEJ01) DE SANTIAGO MATATLÁN.....	52
ILUSTRACIÓN 26 ESTUDIO DE ANOVA DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN (MEJ02) DE VILLA SOLA DE VEGA, OAXACA DESTILADO EN OLLA DE BARRO.	53
ILUSTRACIÓN 27 ESTUDIO DE ANOVA DE DOS FACTORES DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN (MEJ02) DE VILLA SOLA DE VEGA, OAXACA DESTILADO EN OLLA DE BARRO.	54
ILUSTRACIÓN 28 ESTUDIO DE ANOVA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO DEL MEZCAL ESPADÍN JOVEN (MEJ01 Y MEJ02) DE	

SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA DESTILADO EN ALAMBIQUE DE COBRE Y DE VILLA SOLA DE VEGA, OAXACA DESTILADO EN OLLA DE BARRO. 56

TABLA I ANÁLISIS DE LAS ESPECIFICACIONES FISICOQUIMICAS DEL MEZCAL. 28

TABLA II RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS DEL MEZCAL DE SANTIAGO MATATLÁN, OAXACA. 37

TABLA III RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS DEL MEZCAL DE VILLA SOLA DE VEGA, OAXACA. 38

INTRODUCCIÓN.

El mezcal es un destilado de maguey, hay diferentes tipo de maguey tanto silvestres como cultivados, los silvestres son los que normalmente se ven en los cerros, bosques de México mientras que los cultivados son los que los maestros mezcaleros o científicos los cortan y siembran, el mezcal pueden variar entre el tipo de maguey y a su vez puede variar dependiendo del tipo del proceso de producción, aunque sean diferente la producción del mezcal está regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994. A pesar que es una bebidas de renombre nacional e internacional no hay información de estudios de ellos como propiedades físico-químicos entre variedades de agave para diferenciarlos porque pueden variar sus parámetro dependiendo de los procesos de destilación, a si vez no se encuentra un perfil sensorial adecuado para diferenciarlos.

En este proyecto se buscó el desarrollo y la experimentación de un perfil sensorial ocupando el mezcal del mismo tipo de agave que fue el *espadín*, para determinar sus diferencias en el proceso de destilado tanto de ollas de barro como con destilado de alambiques de cobre.

Y a la vez el desarrollo experimental ocupando como base la NOM-070-SCFI-1994 de las diferencias fisicoquímicas del destilado de alambiques de cobre de Santiago Matatlán vs destilado de ollas de barro de Villa Sola de Vega, Oaxaca de Juárez, Oaxaca.

FUNDAMENTO TEÓRICO.

1.1 AGAVES.

Agave (del griego *αγαυή*, 'noble' o 'admirable') o maguey es un género de plantas monocotiledóneas, pertenecientes a la antigua familia Agavaceae actualmente se encuentran en la familia Asparagaceae según el sistema de clasificación APG III. Día de hoy está compuesto por más de 300 especies, conocidas como pita, maguey, cabuya, o mezcal, entre otros nombres comunes. (García Mendoza, 2012).

Se caracterizan por desarrollar hojas en forma de roseta, basal, carnosa y gruesa, de color verdoso, verde-azulado, verde-grisáceo, o variegada. En muchos casos los márgenes de las mismas están armados con espinas, aunque hay algunas especies que no carecen de ellas.

Florecen solo una vez en su vida, por lo que se dice que son plantas monocárpicas. Tras la floración, la cual se da cuando producen un tallo floral más alto que la roseta de hojas, desarrollan numerosos hijuelos basales y finalmente mueren, dejando únicamente la próxima generación viva. (sanchez, s.f.).

Los *agaves* requieren un clima semiseco, con temperaturas promedio de 22 °C las características del suelo para un crecimiento óptimo deben ser: arcilloso, permeable y abundante en elementos derivados del basalto y con presencia de hierro, preferentemente volcánico (García Mendoza, 2012)

La reproducción se puede dar por semilla o bulbillo, o más eficientemente mediante rizomas, es decir, trasplantando los hijuelos que brotan de la raíz de la planta. Al alcanzar una altura de 50 cm, y cuando el corazón tiene unos 15 cm, se desprenden de la planta madre.

La edad óptima de reproducción es entre los 3 y los 5 años, se deben plantar, cubriendo un 75 % de su volumen con el sustrato. Este tipo de reproducción produce una copia idéntica de la planta madre (clon), por eso el uso extensivo de este método puede poner en riesgo la importante diversidad genética de estas plantas. (Parsons, 2012).

Su crecimiento es muy lento y tarda de 8 a 10 años en alcanzar la madurez. La floración se produce una sola vez, emite un largo tallo de casi 10 m de altura (puede ser ramificado) que nace del centro de la roseta, con numerosos grupos de pequeñas flores tubulares. La planta muere tras desarrollar el fruto, pero por lo general produce retoños en su base. (García Mendoza, 2012).

USO

Varias especies de este género son fuente de materias primas para alimentos o para fabricar utensilios, como por ejemplo:

- 1) Edulcorantes como el sirope o jarabe de agave, miel y azúcar;
- 2) Bebidas fermentadas: aguamiel y pulque;
- 3) Aguardientes como el mezcal, el tequila, el sotol, la bacanora o el licor de cocuy.



Ilustración 1 AGAVE Y MEZCAL.

1.1.1 **ESPADÍN (AGAVE ANGUSTIFOLIA HAW).**

Agave angustifolia debe su nombre a la palabra en latín: “Angusti” que quiere decir estrecho y se debe a que sus hojas son largas y estrechas. El nombre fue dado por el botánico inglés Adrián Hardy Haworth. La abreviatura *Haw.* Se emplea para indicar a Adrián Hardy Haworth como autoridad en la descripción y clasificación científica de los vegetales. Algunos de los nombres comunes que recibe a lo largo de México son: Maguey Espadín, Maguey de Mezcal, Maguey Mezcalero, Maguey San Martinero, Maguey de Espadilla, Dob-Yee. Es el agave del cual se han registrado más nombres comunes y esto se debe a su amplia distribución en territorio mexicano.

a) HABITAD Y DISTRIBUCIÓN.

Esta es una especie muy variable y tiene muchas variedades cultivadas y silvestres. Es la especie con la distribución más amplia entre los *agaves* del mundo. Se encuentra desde el nivel del mar y hasta altitudes mayores a los 2000 msnm; es común en climas secos, en la selva baja caducifolia, el matorral xerófito, aunque también con aquellos que tienen humedad moderada en los bosques de encino y pino-encino.

Es la especie más ampliamente cultivada en Oaxaca. Las plantaciones cubren gran parte de los distritos de Yautepec, Tlacolula, Miahuatlán, Ejutla y Ocotlán; en otros distritos como Centro, Villa Alta, Sola de Vega, Zimatlán, Zaachila, Tehuantepec y Nochixtlán las plantaciones cuentan con menor cobertura y por lo general se les intercala con los cultivos básicos o con otras especies de *Agave*. El maguey *espadín* se adapta fácilmente a las condiciones nutricionales y climáticas adversas y requiere de altas intensidades lumínicas para compensar estas dificultades. (López, 2005)

b) IDENTIFICACIÓN DE AGAVE.

Esta especie se distingue por sus hojas largas y angostas y rígidamente extendidas. Sin embargo, las formas cultivadas se pueden parecer mucho a *Rhodacantha* pero se diferencian fácilmente de esta última especie por el menor número de hojas, que casi siempre son menos de 100.

También, *Agave angustifolia* se puede confundir con *A. Tequilana*, aunque esta última especie se distingue por sus hojas más pequeñas y su característico color azulado. Y aunque algunos individuos jóvenes pueden parecerse a *A. Macroacantha*, su posterior desarrollo sobre todo en la longitud de las hojas, borra toda confusión.

Los mezcales de Oaxaca son en su mayoría de *espadín* cultivado, que se utiliza por su alta producción de azúcares, tiempo breve de maduración y fácil propagación por hijuelos obtenidos de plantas adultas en cultivo y bulbillos, cuyo desarrollo se induce al cortar las flores de plantas en reproducción. (Nogetes, 2015)



Ilustración 2 *AGAVE ANGUSTIFOLIA* HAW

1.1.2 ZONA DE INTERÉS PARA EL TRABAJO.

A. SANTIAGO MATATLÁN.

El nombre correcto es Matatlán, que significa: "Junto o entre las redes". Se compone de Matlatl: "Red", y Tlan: "Junto a, entre".

Se localiza en la Región de los Valles Centrales, a 56 kilómetros, aproximadamente a una hora con veinte minutos de la ciudad de Oaxaca, pertenece al Distrito de Tlacolula. Se ubica en las coordenadas 16°52' de latitud norte y 96°23' de longitud oeste, a una altitud de 1,740 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con el municipio de Tlacolula de Matamoros; al sur con San Dionisio Ocotepec; al oeste con San Lucas Quiaviní, San Bartolomé Quialana y San Baltazar Chichicapan (este último pertenece al Distrito de Ocotlán); al este con Tlacolula de Matamoros.

Las principales localidades son: La cabecera municipal Santiago Matatlán, es una población dedicada a la producción y comercialización internacional del mezcal. La agencia municipal de San Pablo Guilá, visitada por la importancia arquitectónica de su templo.



Ilustración 3 SANTIAGO MATATLÁN

Gastronomía: Los platillos típicos, son los que se consumen tradicionalmente en toda la región, se puede degustar los distintos tipos de mole: mole negra, colorada, amarillo, verde, etc. El tasajo asado con guías de calabaza; las empanadas de flor de calabaza con quesillo, las memelitas, los tamales y las tlayudas con asiento; los chapulines asados con sal y limón (comidos en todo el valle en épocas de lluvia). El aperitivo principal es el mezcal. Los dulces típicos son las nieves de distintos sabores, las tortitas de coco, los buñuelos, el pan yema, etc.

Centro turísticos: El centro de la población mantiene un cuidado excelente, además de tener una bonita imagen urbana, aquí se lleva a cabo la Feria Anual del Mezcal. Se visitan las ruinas arqueológicas. (Martínez., Enciclopedia de los municipios de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, s.f.)

En él se cultiva, como parte primordial el maíz, o el agave que más tarde es enviado a las destiladoras al poblado de Santiago Matatlán Tlacolula, o a otras fábricas de mezcal.

Es conocida como la "Capital mundial del mezcal" y la población depende económicamente de la producción de mezcal y del proceso de cultivo del maguey mezcalero (*Agave potatorium*). Las normas nacionales que certifican la producción del mezcal determinan que este debe comercializarse con 45 a 48 grados de alcohol como mínimo. Sin embargo, se producen mezcales de hasta 60 grados de alcohol para el consumo local. (Martínez., municipio SANTIAGO MATATLÁN, 2002).

B. VILLA SOLA DE VEGA.

El municipio de Villa Sola de Vega es uno de los 570 municipios en que se encuentra dividido el estado mexicano de Oaxaca, localizada en el suroeste de la entidad y su cabecera es Villa Sola de Vega. El municipio de Villa Sola de Vega se encuentra localizado en la zona suroeste del estado, en la transición de los valles centrales de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur, forma parte de la Región Sierra Sur y del Distrito de Sola de Vega, su extensión territorial es de 680.01 kilómetros que equivalen al 0.71% del territorio estatal, sin embargo de los municipios más extensos en comparación con la gran mayoría de los restantes, sus coordenadas geográficas extremas son 16° 15' - 16° 55' de latitud norte y 96° 50' - 97° 20' de longitud oeste; al localizarse en la transición entre los valles y la sierra su altitud varía desde los 700 hasta los 3 000 metros sobre el nivel del mar.

Debido a su importante extensión territorial limita con un total de 22 municipios, que son los siguientes: al extremo norte con el municipio de San Mateo Yucutindoo y con el municipio de San Antonio Huitepec, en la zona centro norte limita con el municipio de Zimatlán de Álvarez, con el municipio de San Vicente Lachixío y con el municipio de Santa María Sola, al noreste limita con el municipio de Santa María Lachixío, con el municipio de San Miguel Mixtepec y con el municipio de Ayoquezco de Aldama, al este limita con el municipio de La Compañía, el municipio de San Idefonso Sola, el municipio de San Francisco Sola, el municipio de San Agustín Amatengo, el municipio de Yogana y el municipio de San Vicente Coatlán, al sureste con el municipio de Miahuatlán de Porfirio Díaz, al sur con el municipio de San Jerónimo Coatlán, con el municipio de San Pedro Juchatengo y con el municipio de Santa Catarina Juquila, al oeste los límites corresponden al municipio de Santiago Minas, al municipio de San Lorenzo Texmelucan, al municipio de Santo Domingo Teojomulco y al municipio de Santiago Textitlán.



Ilustración 4 Villa Sola de Vega

Mezcal: Sola de Vega es una comunidad que se resiste a cambiar la olla de barro por el alambique para la elaboración del mezcal, principalmente “porque nos gusta tomar de lo bueno”, Oaxaca es el principal estado productor de la bebida espirituosa, al generar cerca de 4.7 millones de litros al año, lo que representa el 92.3% del total nacional. “Elaborar el mezcal ancestral conlleva varios procesos, desde la selección y corte de agave, sigue la cocción, el fermentado y la destilación”, es cuna del buen mezcal, pero se basa también en que nos hemos esmerado en mantener la técnica de más de 400 años de elaborarlo con ollas de barro, se cuidan los diferentes factores que son los responsables de generar un sabor único y genuino, en donde tiene que ver el tipo de agave, así como la destilación en ollas de barro.

(Hernández, 2019)

1.1.3 BEBIDAS ALCOHÓLICAS.

Las bebidas alcohólicas son aquellas bebidas que contienen etanol en su composición. Se pueden distinguir entre las bebidas producidas simplemente por fermentación alcohólica (vino, cerveza, sidra, hidromiel, sake) en las que el contenido en alcohol no suele superar los 15 grados, y las producidas por destilación, con contenido alcohólico superior a 15 grados. Entre estas últimas se encuentran los diferentes tipos de licores y aguardientes (como el brandy, el whisky, el tequila, el mezcal, el ron, el vodka, la cachaça, el pisco, la ginebra, entre otras).

(Ortiz, Francisco García; Muela, Mario Gil; Ortiz, Pedro Pablo García, 2015).

Las bebidas fermentadas no destilada, de sabor amargo, que se fabrica con granos de cebada germinados u otros cereales cuyo almidón se fermenta en agua con levadura (principalmente *Saccharomyces cerevisiae* o *Saccharomyces pastorianus*) y se aromatiza a menudo con lúpulo, entre otras plantas.

Las bebidas destiladas son el resultado del proceso de separación de agua y alcohol de un líquido previamente fermentado cuya materia prima puede ser un cereal (como la cebada, maíz o centeno), un tubérculo (como la papa) o desechos de frutas (como el caso de la grappa que se elabora con los hollejos de la uva).

El método de destilación puede ser industrial o artesanal, dependiendo del volumen de producción y de la calidad deseada para el producto final. En cualquier caso, su objetivo es el de obtener una bebida de alcohol puro con un nivel superior a los 40°.

La destilación puede estar secundada por un proceso de infusión a través del cual se añaden aromas al producto final, como en el caso de la ginebra, cuyo componente principal y distintivo es el enebro.

Se llama bebidas blancas a las bebidas transparentes que tienen menos congéneres (componentes biológicamente activos), y por lo tanto son menos dañinas. (Xatacaciencia, 2011) (R)

1.2 DESTILACIÓN.

La destilación es el proceso de separar los componentes o sustancias de una mezcla líquida mediante el uso de la ebullición selectiva y la condensación. La destilación puede resultar en una separación esencialmente completa (componentes casi puros), o puede ser una separación parcial que aumenta la concentración de los componentes seleccionados en la mezcla. En cualquier caso, el proceso explota las diferencias en la volatilidad de los componentes de la mezcla. En química industrial, la destilación es una operación unitaria de importancia prácticamente universal, pero es un proceso de separación física; no una química. La destilación tiene muchas aplicaciones.

Por ejemplo:

- La destilación de productos fermentados produce bebidas destiladas con un alto contenido de alcohol o separa otros productos de fermentación de valor comercial.
- La destilación es un método eficaz y tradicional de desalinización.
- En la industria de los combustibles fósiles, la estabilización del petróleo es una forma de destilación parcial que reduce la presión de vapor del petróleo crudo, lo que lo hace seguro para el almacenamiento y el transporte, además de reducir las emisiones a la atmósfera de hidrocarburos volátiles. En las operaciones intermedias en las refinerías de petróleo, la destilación es una clase importante de operaciones para transformar petróleo crudo en combustibles y materias primas químicas.
- La destilación criogénica conduce a la separación del aire en sus componentes, especialmente oxígeno, nitrógeno y argón, para uso industrial.
- En el campo de la química industrial, se destilan grandes cantidades de productos líquidos crudos de síntesis química para separarlos, ya sea de otros productos, de impurezas o de materiales de partida sin reaccionar.

Una instalación utilizada para la destilación, especialmente de bebidas destiladas, es conocida como destilería. El equipo de destilación en una destilería es un alambique. Las bebidas destiladas son las descritas generalmente como aguardientes y licores; sin embargo la destilación, agrupa a la mayoría de las bebidas alcohólicas que superen los 20° de carga alcohólica. Entre ellas se encuentran bebidas de muy variadas características, y que van desde los diferentes tipos de brandy y licor, hasta los de whisky, anís, tequila, ron, vodka y gin entre otras.

La columna de destilación. El primer cambio significativo lo ideó H. Braunschwick en 1512 para la elaboración de un Brandy estilo francés en su destilería. El circuito que propuso, consistía en separar el condensador del evaporador, para así lograr una mejor separación entre vapores volátiles en un solo circuito cerrado y única operación. Este cambio fue el que inspiró al segundo, aunque con una diferencia de 330 años entre sí. Esta idea de componentes separados iluminó a Robert Stein, quien ideó en 1832 un proceso separado en dos columnas para su destilería de whisky escocés. Una de las columnas se pensó para la evaporación y la otra para la condensación y separación de vapores.

La primera columna permitía ingresar el vapor del producto calentado el cual recorría un ciclo de compartimientos en forma vertical ascendente. El que fuera vapor de agua, al tener menor punto de evaporación quedaría retenido en estos compartimientos. El vapor de alcohol continuaría el recorrido hasta la parte superior para así encontrar ruta que lo lleve hasta la segunda columna. La segunda columna, sería recorrida por el vapor en forma descendente a través de un circuito de serpentinas que irían reduciendo la temperatura del alcohol, para así asegurar la separación del vapor de agua del vapor de alcohol. Este invento de Robert Stein fue patentado por Aeneas Coffey en 1832, y fue conocido por la mayoría de los productores como propiedad del segundo. Así la maquina es conocida al día de hoy como 'Coffey Still' o Columnas Coffey. Este principio de Coffey se sigue utilizando, aunque mejorado, para la producción de la gran mayoría de las bebidas alcohólicas. (Macek, 22)

1.2.1 OLLAS DE BARRO.

HISTORIA DE LA DESTILACIÓN DE MEZCAL EN BARRO.

Evidentemente, este método es muy antiguo. Actualmente hay una discusión sobre si es anterior a la llegada de los españoles a México; una discusión de la que no queremos participar porque no nos gusta discutir. Pero está claro que la destilación en vasijas de barro se ha utilizado al menos desde el siglo XVI en México y que recogió innovaciones de los destiladores a medida que llegaban al país. Los marineros filipinos trajeron sus ideas de Occidente, los españoles de Oriente y el ingenio rural mexicano continuó ajustando el sistema. Este no fue un proceso sencillo, hubo largos períodos de tiempo en los que los españoles ilegalizaron la destilación de alcohol en la Nueva España, por lo que la producción de mezcal pasó a la clandestinidad y encontró que la destilación en vasijas de barro se adaptaba especialmente a la vida en movimiento. Si aparecieran las autoridades, podría afirmar que solo tenía vasijas de barro. En el peor de los casos, simplemente romperían tus ollas y podrías mudarte a otro lugar clandestino para continuar tus actividades. (Club Mezcal, 2021).



Ilustración 5 DESTILACIÓN EN BARRO.

PRODUCCIÓN DE MEZCAL DESTILADO EN BARRO.

Se vierte puré de *agave* fermentado, se suspende un tubo de bambú o una hoja de *agave* en el medio de la olla con la punta saliendo por un agujero en el costado, y luego se sella una palangana de enfriamiento en la parte superior de la olla con una pasta; ocasionalmente esta pasta se hace con harina y agua; la harina es la misma que se usa para hacer tortillas. Ahora se enciende un fuego debajo y comienza a circular agua fría a través del recipiente de enfriamiento en la parte superior. Lo complicado radica en regular el calor del fuego, ya que no puede estar ni demasiado caliente ni frío, se encuentra la temperatura correcta hasta que el Mezcal comienza a salir por ese tubo en el costado. (Club Mezcal, 2021).

Lo que sucede adentro es que el puré fermentado hierva lentamente, los vapores de alcohol se elevan y cuando entran en contacto con el fondo de ese recipiente de enfriamiento, forman gotitas que caen sobre ese tubo y salen rodando de la olla. Conceptualmente, todo esto es muy simple, pero muchas gotas vuelven a caer en la masa fermentada, por lo que es un proceso muy lento y laborioso. También es muy ineficiente porque pierde algo de vapor, los sellos de pasta a veces no son sólidos y, más pronto que tarde, la olla se estrellará y tendrá que ser reemplazada por una nueva. (Club Mezcal, 2021).



Ilustración 6 Ollas de barro para la destilación del Mezcal.

1.2.2 ALAMBIQUES DE COBRE.

El alambique está compuesto de tres grandes partes, un cazo de cobre de aproximadamente 250 litros en donde se pone a hervir el mosto fermentado, sobre el cual se coloca un cono de madera que funciona como una cámara donde se condensan los volátiles, un segundo cazo de cobre colocado en la parte superior del cono, el cual se mantiene permanentemente lleno de agua fría cuya función principal es realizar el enfriamiento de los vapores al interior del cono, generando de esta manera la condensación. El proceso de destilación se realiza de la siguiente manera: Se carga el cazo con la mezcla de jugo fermentado con fibras (aproximadamente 250 litros), el cazo se calienta con fuego directo. Esta primera destilación dura entre 3 y 4 horas y se obtienen aproximadamente 50 litros de producto, al cual se le llama ordinario. De la segunda destilación se obtiene un refinado, para obtenerlo se necesitan 4 paradas (200 litros) para obtener 80 litros de producto terminado a 50°. Los productores cortan cabezas y colas, se definen los cortes en función del tiempo, así como del contenido de alcohol del destilado. A partir de 1,000 litros de mosto muerto con bagazo se generan aproximadamente 80 litros de producto, 120 litros de flemazas y 800 litros de vinazas. En la mayoría de las “vinatas” del estado el proceso de destilación se realiza de la misma manera y los equipos empleados en la destilación son casi idénticos. Un caso muy particular y diferente de los anteriores es el proceso de destilación que se lleva a cabo en los municipios de Jiquilpan 100 (Abadiano, “Los Tábanos”) y Cotija (Rancho “El Pinar”), así como en toda la región noroeste del estado de Michoacán. En este caso los alambiques son más pequeños y la destilación se lleva a cabo en serie, es decir en 6 alambiques a la vez. El cono de madera es remplazado por una olla de barro a la cual se coloca en la parte superior un cazo de cobre cuya función es la misma que en el sistema anterior, es decir, se emplea como sistema de enfriamiento y condensación. El agua llega simultáneamente a todos los cazos de cobre a través de un canal de madera. El mosto fermentado se coloca en un cazo de cobre el cual se calienta con fuego directo.

Como en el caso anterior se realiza una doble destilación. Por el tipo de equipo utilizado el proceso de destilación es más lento que en los otros alambiques. Este tipo de proceso constituye seguramente una práctica de destilación más antigua, por lo que sería muy importante preservarlo y conminar a los productores que la realizan a que sigan trabajando de esta manera, ya que el mezcal producido bajo este método tiene una mayor relevancia constituyéndose como un proceso artesanal 100 %, lo que le imprime un valor agregado incrementando su valor comercial, además de que este sistema forma parte de la herencia cultural del estado. (Anne Christine Gschaedler Mathis, Juan Gallardo Valdez, Socorro Villanueva Rodríguez, s.f.).

EQUIPO DE DESTILACIÓN DE COBRE.

1. De manera general un alambique está constituido por:
2. Olla (Cucúrbita o retorta).
3. Cabezote o montera (Capitel).
4. Turbante o pasa-vapores.
5. Serpentín o culebra, todos de cobre.

Principalmente en el cabezote o montera se pueden observar adaptaciones que tienen como objetivo principal no redestilar las fracciones obtenidas en la elaboración de mezcal (con platos fraccionadores). También, y con un uso más extendido, se encuentran los equipos con montera en forma de campana simple.



Ilustración 7 ALAMBIQUES DE COBRE PARA LA DESTILACIÓN DE MEZCAL.

1.3 MEZCAL.

1.3.1 DEFINICION DE MEZCAL.

El término mezcal (del náhuatl mexcalli, 'maguey cocido', de metl 'maguey' e ixcalli 'cocido') tiene tres acepciones, en la actualidad:

En su sentido primigenio, se refiere al alimento obtenido de la cocción del tallo y de la base de las hojas de esta planta.

Es el nombre común de algunas especies de maguey o *agave*, en México.

Es el nombre de una bebida alcohólica tradicional mexicana, que puede producirse en nueve diferentes estados del país, elaborada a partir de la destilación del corazón del maguey.

Existen diferentes tipos de maguey, y cada uno produce una versión diferente de mezcal; una de las más conocidas, aunque no responde exactamente a la definición tradicional del mezcal, es el tequila. En pocas palabras, el tequila es, en realidad, un tipo de mezcal. Esto ha dado lugar a una frase popular entre conocedores: se llama Tequila, pero se apellida Mezcal. La producción del mezcal está regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994 (Vega, s.f.)

1.3.2 PROCEDIMIENTO DE LA PREPARACIÓN.

La producción del mezcal es artesanal y por lo tanto varía de región en región. Sin embargo, se determina un proceso más o menos homogéneo que sigue las siguientes etapas:

1. Cultivo y cosecha. Se inicia el proceso con el cultivo del maguey. La siembra tiene lugar en los terrenos más diversos, y su cultivo se encuentra dentro de lo que hoy se conoce como agricultura orgánica, ya que no se utilizan productos artificiales en ella. El *agave* tarda entre 8 y 10 años para estar “en su punto”.
2. Selección de la materia prima más adecuada. Por generaciones los *agaves* mezcaleros se han ido seleccionando a partir de plantas silvestres y se han ido mejorando. El cultivador tiene que verificar su buen estado para que lo corten.
3. Corte de las piñas. Posteriormente se cortan las pencas y raíces hasta dejar el centro del maguey al descubierto, a esta forma del maguey se le conoce comúnmente como “piña”.
4. Traslado al palenque. El traslado de las piñas a los palenques o fábricas de mezcal se hace en carretones jalados por bueyes o camiones de carga, dependiendo de la cantidad y tipo de terreno donde se haya hecho la recolección. Los palenques generalmente se sitúan cerca de las plantaciones donde encuentran los recursos necesarios para procesar las piñas como la leña y el agua. Se debe procurar que estén techados y que cuenten con piso de cemento.
5. Cocimiento. Después viene el cocimiento de las piñas. Antes de meterlas al horno de piso, las piñas se pican con golpes de hacha para que se facilite su cocción. El horno puede ser de dos tipos y varía en función de su uso. Generalmente los vemos revestidos de piedra refractaria se localizan en los lugares donde se produce mezcal en grandes cantidades, se encuentran principalmente en los municipios de Tlacolula, Yautepec y Ejutla. El horno ha debido precalentarse hasta que las piedras presenten una coloración al rojo vivo, entonces las piñas se colocan, se cubren con bagazo y luego con tierra.

El horneado tiene una duración aproximada de tres días para lograr la plena cocción. Al terminar esta fase, el *agave* cambia de color blanco a caramelo, lo que es indicio de un buen cocimiento, puesto que se ha logrado “que los carbohidratos o almidones contenidos en las piñas se transformen en azúcares.”

6. Molienda. Se realiza generalmente en un molino egipcio, que consiste en un pozo de cemento con un poste central y una rueda de piedra que gira por la tracción de una bestia de carga que controla una persona. También se desmenuza y tritura el *agave* cocido para obtenerse los mostos que se utilizarán para la fermentación.
7. Fermentación. Se transportan los mostos a tinajas de madera de roble o encino que pueden tener capacidad hasta de dos mil litros. El proceso de fermentación tiene dos elementos fundamentales: el agua y la temperatura. De esta última dependerá el tiempo que se tome en fermentar; que va de tres a cinco días. La fermentación natural deja que los microorganismos actúen libremente y desdoblén los hidratos de carbono para convertirlos en alcohol etílico. Se puede ayudar al proceso sin alterarlo, vertiéndole de forma alternada agua fría y caliente para apoyar a los microorganismos. Sin embargo, se ha observado que algunos mezcaleros utilizan el sulfato de amonio para acortar los tiempos de fermentación para aumentar su producción. A esta forma de fermentación se le llama acelerada, pero “mezcaleros afirman que el gusto del mezcal cambia si se le añade alguna sustancia para acelerar la fermentación”.
8. Destilación. Al finalizar el proceso de la fermentación, los mostos cocidos llamados “tepache” se pasan a los alambiques para llevar a cabo la destilación. Ésta se realiza con el bagazo y con equipos hechos de cobre, ollas de barro, carrizo o quiote; según la región, las costumbres o la capacidad productiva. La mezcla se calienta en el alambique, se evapora y condensa lentamente a través de un serpentín que deposita su contenido en un recipiente.

9. El destilado se divide en tres partes: Puntas o Cabezas (de 25 a 30 litros a una temperatura mayor de 24 °C; Shishe o Común (de 30 a 60 litros y entre 20 y 40°G.L; Colas (de 25 a 30 litros).
10. Envasado. Es la última fase del proceso, para ello los mezcaleros estandarizan el producto mediante diversos métodos como la homogeneización y estabilización del mezcal. Primero está el ajuste del grado alcohólico, que según la NOM del mezcal debe estar entre 36 y 55% alcohol sobre volumen. Este se realiza según cada productor. Algunos mezcaleros utilizan una pipeta de carrizo y un recipiente pequeño donde vierten el mezcal, observan la formación de burbujas que se hace y según el tamaño de estas “perlas” se determina si el mezcal es de buena calidad o no. Otros medios modernos para la homogeneización del producto es mediante pruebas de laboratorio que permiten dar al destilado una misma graduación mediante diversos métodos de dilución, filtración y reposado. Así, puede obtenerse “una bebida pura, joven persistente, brillante y con cuerpo”, lista para envasarse según las marcas de los productores. Las plantas envasadoras presentan características diversas, desde el envasado manual, hasta las semiautomáticas. Estas ayudan a llevar un adecuado control de calidad del mezcal; sin embargo, existe también el mezcal a granel, que es más para consumo local, o también los pequeños productores que no tienen marcas registradas y envasan su mezcal en recipientes de vidrio o de barro negro de forma totalmente manual.



Ilustración 8 PROCEDIMIENTO DE LA PREPARACIÓN.

1.4 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.

Garantizar la calidad nutricional de los alimentos y cumplir con el marco legal en materia de alimentación implica realizar un análisis físico químico de alimentos. Se trata de un método cuyo objetivo es estudiar las relaciones entre propiedades físicas y composición del sistema para establecer interacciones entre los componentes químicos. El análisis físico químico se encarga de medir diversas propiedades como temperaturas, conductividad, densidad, viscosidad o dureza con el objetivo de garantizar la calidad alimentaria de tus productos.

PROCESO DE ANÁLISIS

En función del tipo de análisis físico químico realizado hablaremos de uno u otro proceso. Por ejemplo, en un control físico químico de alimentos estándar se tendrá en cuenta acidez, ácidos grasos, colesterol colorantes, esteroides, aditivos, alérgenos, almidón, aminoácidos, perfil de azúcares, fibra alimentaria, fósforo, gluten, humedad, nitratos, metales pesados, hierro, calcio, antibióticos, vitaminas, sodio, proteínas, valor energético y otras tantas más.

El laboratorio encargado de realizar el análisis deberá tomar muestras, o dar las instrucciones necesarias al cliente para que realice la toma de muestras y su posterior envío correctamente. A partir de ahí, una vez recibidas, se aplicarán los métodos de análisis físico químicos recomendados por la normativa sanitaria en lo que respecta a alimentación. Por último, se interpretarán resultados y se comprobará si los alimentos cumplen las cantidades establecidas por los estándares de calidad establecidos en las normativas oficiales. También se darán las recomendaciones pertinentes para garantizar la prevención y control en los procesos de producción.

1.4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL MEZCAL.

(NOM-070-SCFI-2016)

Tabla I ANÁLISIS DE LAS ESPECIFICACIONES FÍSICOQUÍMICAS DEL MEZCAL.

	MÍNIMO	MÁXIMOS	NORMAS APLICABLE
PORCENTAJE DE ALCOHOL A 20°C	35	55	NMX-V-013-NORMEX-2019
ACIDEZ TOTAL	0	300	NMX-V-015-NORMEX-2006
EXTRACTO SECO (g/l)	0	10	NMX-V-017-NORMEX-2018
EXTRACTO CENIZAS (g/l)	0	10	NMX-V-017-NORMEX-2018
VALORES EXPRESADOS EN mg/100ml REFERIDO AL ALCOHOL ANHIDRO			
ALCOHOLES SUPERIORES (EN ALCOHOL AMÍLICO)	100	500	NMX-V-005-NORMEX-2018
METANOL	30	300	NMX-V-005-NORMEX-2018
FURFURAL	0	5	NMX-V-004-NORMEX-2018
ALDEHÍDOS	0	40	NMX-V-005-NORMEX-2018
ÉSTERES	2	360	NMX-V-005-NORMEX-2018
PLOMO (Pb) (mg/l)	-	0,5	NMX-V-005-NORMEX-2018
ARSÉNICO (As) (mg/l)	-	0,5	NMX-V-005-NORMEX-2018
			NMX-050-NORMEX-2010
			NMX-050-NORMEX-2010

(MEXICANA N. O., 2017)

1.5 ANÁLISIS SENSORIAL.

La Evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar "normalizado" con el objeto de disminuir la subjetividad que pueden dar la evaluación mediante los sentidos.

La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc.

Una de las evaluaciones sensoriales más conocidas es la de la cata de vinos. En la evaluación sensorial participan personas especializadas (evaluadores) a las que se les somete a diversas pruebas para que hagan la evaluación de forma objetiva. Los resultados de los análisis afectan al marketing y el packaging de los productos para que sean más atractivos a los consumidores. (montenegro, 2008)

El análisis de consumidor, se suele denominar también como test hedónico y se trata de evaluar si el producto es de agrado o no. Se utilizan las pruebas estadísticas para llegar a una conclusión.

1.5.1 EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL MEZCAL.

Para poder identificar un buen mezcal son varios aspectos a evaluar que pueden ser:

COLOR.- Si el color es claro significa que es uno joven

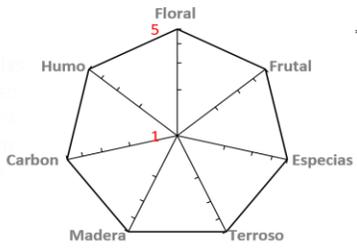
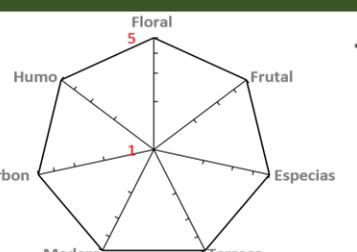
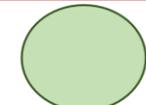
VISCOSIDAD.- Se debe de formar perlas al momento de agitar

OLOR Y SABOR.- Por tipo de agave

Hoja de Cata para Destilados Jóvenes.

© 2020 Iván Gómez – www.elmagueyal.com

Marca:	% de Alc.:	Fecha:	Costo:
Agave:	Origen:	Copa:	

TACTO	Promedio
<p>Nivel de Sensación: (1) (2) (3) (4) (5)</p> <p><small>*Tomar en cuenta Tamaño de burbujas y duración</small> Muy Ligero Intenso</p> <p>Nivel de Rastro de Aroma : (1) (2) (3) (4) (5)</p> <p><small>Muy Ligero</small> Intenso</p>	<input style="width: 50px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;" type="text"/>
VISTA	Promedio:
<p>Nivel de Perlado: (1) (2) (3) (4) (5)</p> <p><small>*Tomar en cuenta Tamaño de burbujas y duración</small> Cortado Alto</p> <p>Nivel de Lagrimeo: (1) (2) (3) (4) (5)</p> <p><small>*Tomar en cuenta Tamaño de gota y velocidad de caída.</small> Cortado Alto</p>	<input style="width: 50px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;" type="text"/>
AROMA	Promedio:
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Nivel de Percepción aromática:</p> <p><small>*Tomar en cuenta el nivel y la facilidad de aromas encontrados en el destilado.</small></p> <p>(1) (2) (3) (4) (5)</p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Bajo Intenso</small></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">NOTAS:</p> </div> </div>	<input style="width: 50px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;" type="text"/>
GUSTO	Promedio:
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Nivel de Percepción de gusto:</p> <p><small>*Tomar en cuenta el nivel y la facilidad de sabores encontrados en el destilado.</small></p> <p>(1) (2) (3) (4) (5)</p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Bajo Intenso</small></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">Notas:</p> </div> </div>	<input style="width: 50px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;" type="text"/>
RETROGUSTO	Promedio:
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><small>*Tomar en cuenta la relación del tiempo y la intensidad de sabores percibidos.</small></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center; background-color: #d9534f; color: white; margin: 0;">Valoración Final</p> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">  </div> <p style="margin: 0;"><small>*Sumatoria de promedios entre 5</small></p> </div> </div> </div>	<input style="width: 50px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 10px;" type="text"/>

© 2020 Iván Gómez – www.elmagueyal.com

PROCEDIMIENTO.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL MEZCAL.

El presente procedimiento se aplica para la determinación de reductores totales, contenido en las materias primas utilizadas para elaborar Mezcal o mezcal 100% y materiales en proceso, previos a la fermentación.

1. Determinación de contenido alcohólico (porcentaje de alcohol a 20°C)
NMX-V-013-NORMEX-2019; Ocupando Método Volumétrico (alcoholímetro)

Procedimiento:

De la muestra obtenida de mezcal destilado de alambique extraída de Santiago Matatlán, Oaxaca; Se pasó 1l en una probeta de 1l, ocupando el termómetro se tomó la lectura de temperatura de la muestra, una vez que se registra la temperatura se introdujo el densímetro alcoholímetro necesario para tomar la lectura se utilizó un densímetro alcoholímetro de 40 – 50 % se dejó hasta que tuviera una lectura constante y se tomaron las lecturas correspondiente, con las tablas de corrección a la temperatura de 20°C nos proporciona contenido alcohólico de la muestra .

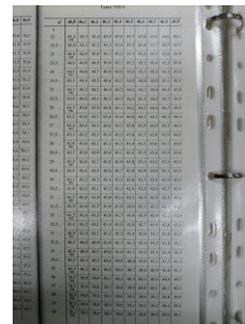
De la misma forma se tomó de la muestra obtenida de mezcal destilado de olla de barro de Villa Sola de Vega, Oaxaca. Igualmente se tomaron las lecturas correspondientes.



Ilustración 9 Porcentaje de alcohol a 20°C



Ilustración 10 Tablas de corrección a la temperatura de 20°C



de corrección a la

2. Determinación de Acidez total.

NMX-V-015-NORMEX-2006

Procedimiento:

Se preparó NaOH de 0.09402N y 0.096891N; en un matraz de 1l se pesó 4.3g de NaOH con agua destilada, se homogenizó y se aforó.

Ocupando un equipo de titulación y se colocó en un matraz de 250 ml de agua destilada con un pH de 8,2, 100 ml de muestra extraída de Santiago Matatlán, Oaxaca; Se tituló con la muestra con NaOH 0.09402N y 0.096891N hasta obtener un cambio de pH y se anotó los ml gastados de la titulación correspondientes.

De la misma forma se anotó las lecturas de la titulación de la muestra de Villa Sola de Vega, Oaxaca.



Ilustración 11 Determinación de Acidez total

3. Determinación de extracto seco

NMX-V-017-NORMEX-2018; Ocupando Método Gravimétrico

Procedimiento para poner el material de laboratorio a peso constante:

Se colocaron los Crisoles y las capsulas en el horno por lo menos 1 hora a 100 °C Se enfrió en el desecador a temperatura ambiente por lo menos 1 hora. Se pesó, y colocó nuevamente en el horno como en el punto mencionado anteriormente. Se enfrió en el desecador a temperatura ambiente por lo menos

1 hora, y peso. La diferencia entre las dos pesadas sucesivas no fue mayor a 2 mg, si la diferencia hubiera sido mayor, se debió de repetir.

Procedimiento de la determinación de extracto seco:

En los crisoles y las capsulas se adiciono 25 ml de muestra del mezcal de Santiago Matatlán; Se evaporo la muestra ocupando una parrilla con regulador de temperatura controlada hasta que quedo seca, cuidando que la muestra solo llegue a punto de burbuja. Se pasó el material con el residuo al horno de desecación a una temperatura de 100 °C por lo menos 1 hora. Se pasó el material a un desecador hasta llegar a una temperatura ambiente por lo menos 1hrs. Se pesó el material conteniendo el extracto seco y se registra la masa hasta decimas de miligramo. Se transfiere el material con extracto seco al horno de desecación por lo menos 1hrs de 100 °C. Se tomó el material con las pinzas y se colocó en el desecador hasta llegar a temperatura ambiente por lo menos 1 hora. Se pasó el material, con el extracto seco, se registró el peso hasta decimas de miligramos. La diferencia entre las dos pesadas no debe ser mayor de 2 miligramos.

Se calculó la cantidad de extracto seco, los resultados obtenidos se expresan en gramos por litro.

Se repite el mismo procedimiento ocupando la muestra de Villa Sola de Vega, Oaxaca. Se anotó los datos de los pesos correspondientes.



Ilustración 12 Determinación de extracto seco

4. Determinación de furfural

NMX-V-004-NORMEX-2018; Ocupando Método Espectrofotométrico

Procedimiento preparación de soluciones.

- Alcohol etílico al 50% v/v: Se midió en una probeta 500 ml de etanol y con agua destilada se llegó a 1000 ml y se homogenizo.
- Alcohol etílico \geq al 95% v/v: Se midió en una probeta 95 ml de etanol y con agua destilada se llegó a 100 ml y se homogenizo.
- Furfural:
 - Solución concentrada 1g/100 ml: Se pesó 1g de furfural y se diluyo con alcohol etílico al 95% v/v, se llevó a volumen de 100 ml en un matraz volumétrico.
 - Solución concentrada 10 mg/100 ml: De la solución concentrada medir 1ml, se transfirió a un matraz de 100 ml y se aforo con alcohol etílico al 50% v/v.
 - Preparación de blanco: Se aforo el matraz volumétrico de 50 ml con alcohol etílico al 50% v/v.

Preparación de la curva de calibración de furfural: Se preparó una serie de soluciones estándar de calibración de 50 ml cada una a partir de la solución de trabajo de furfural (10 mg/100 ml) en alcohol etílico al 50% v/v, se recomienda que contengan (0.02, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mg/ 100 ml furfural), se llevó al volumen de aforo con etanol de 50% v/v, y continuar como se describe la reacción de color. Se graficó las lecturas de la serie de estándares contra concentración mg/ 100 ml de furfural de cada uno, se trazó la curva, se determina la correlación lineal, la cual deberá ser mayor de 0,97, en caso contrario repetir el proceso de preparación de diluciones de calibración.

Preparación de muestra: Se midió 25 ml de muestra de Santiago Matatlán, Oaxaca y colocarla en un matraz volumétrico de 50 ml y se diluyo con etanol al 50 % v/v y continuar con la reacción de color.

Reacción de color: Se Adiciona 1 ml anilina a cada una de las soluciones estándar de calibración, muestras y blanco y 0.5 ml de ácido acético o clorhídrico, se agito y coloco los matraces en el baño a 20°C durante 20 minutos, al término de los cuales leer la absorbancia a 520 nm.

Previamente ajusto el cero del equipo con el blanco

El resultado se debe expresar en mg de furfural refrigerados a 100ml de alcohol anhidrido (mg/100 ml A.A)

Cálculos: Cuando el equipo cuenta con un software, esta realiza los cálculos en forma automática, basándose en el modelo matemático de regresión lineal.

Se repitió el mismo procedimiento ocupando la muestra de Villa Sola de Vega, Oaxaca. Se anotaron los datos obtenidos del equipo.



Ilustración 13 Determinación de FURFURAL

Se obtuvo 18 resultados de cada mezcla para mayor cercanía a los parámetros establecidos por la NMX.

ANÁLISIS SENSORIAL DEL MEZCAL.

Para poder identificar un buen mezcal son varios aspectos a evaluar que puede ser: olor, color, sabor, textura y % Alc. Vol.

“ANÁLISIS SENSORIAL PARA (*AGAVE ANGUSTIFOLIA HAW*) DESTILADOS DE ALAMBIQUES DE COBRE Y OLLAS DE BARRO”.

Procedimiento:

Antes de iniciar las evaluaciones se seleccionó el lugar de procedencia de los mezcales a evaluar y en este caso fueron seleccionados Santiago Matatlán y Villa Sola de Vega, Oaxaca ya que son localidades con mayor área del proceso y venta de mezcal con ello se seleccionó que su proceso sea artesanal con destiladores de Alambique de cobre y destilados de olla de barro, también que el grado de alcohol este dentro de los 40° de los *Agave angustifolia haw* y que sean blanco (joven).

Se realizaron las siguientes encuestas previo y después de la evaluación sensorial

- Encuesta de consumo del mezcal (Anexo 1)

Se realizara los siguientes estudios.

- Prueba hedónica de aceptabilidad de mezcal. (Anexo 2)

El número de consumidores que participaron en esta prueba fue de 46 personas cuyo rango de edad fue de 18 a 80 años.

La muestra se presentó en vasos codificados, en los cuales se colocó aproximadamente 15 ml.

RESULTADOS Y GRÁFICOS.

Características fisicoquímicas del mezcal de Santiago Matatlán, Oaxaca.

Tabla II Resultados de Características del mezcal de Santiago Matatlán, Oaxaca.

	RESULTADOS								
	NUMERO DE MUESTRAS								PROMEDIO
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
PORCENTAJE DE ALCOHOL A 20°C (% Alc. Vol.)	45.7	45.7	45.8	45.8	45.8	45.8	45.9	45.9	45.8
ACIDEZ TOTAL (ACIDO ACETICO)	89.80	90.03	94.75	94.77	95.09	95.12	100.01	100.03	94.95
EXTRACTO SECO (g/l)	3	3.6	4	4.4	5	5.2	5.8	6.2	4,65
VALORES EXPRESADOS EN mg/100ml REFERIDO AL ALCOHOL ANHIDRO									
FURFURAL	1.109	1.389	1.752	1.94	2.09	2.22	2.54	2.7	1.98

La tabla II muestra 8 resultados significativos que se obtuvieron de los 18 resultados de los estudios físico- químicos del mezcal destilado de alambique de cobre procedente de Santiago Matatlán.

Los mezcales van de 45,7 al 45,9 con un valor promedio de 45,8 %Alc. Vol.

La acidez total va de 89,80 al 100,03 con un valor promedio de 94,95.

El extracto seco va de 3 al 6,2 con un promedio de 4,65

El valor del furfural va de 1,109 a 2,7 con un promedio de 1,98 referidos al alcohol anhidro.

Características fisicoquímicas del mezcal de Villa Sola de Vega, Oaxaca.

Tabla III Resultados de Características del mezcal de Villa Sola de Vega, Oaxaca.

	RESULTADOS								
	NUMERO DE MUESTRAS								PROM E-DIO
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
PORCENTAJE DE ALCOHOL A 20°C	43,8	44	44	44	44,3	44,3	44,3	44,3	44,1
ACIDEZ TOTAL (ACIDO ACETICO)	252,76	256,74	258,25	263,56	266,33	267,22	272,46	271,88	263,65
EXTRACTO SECO (g/l)	6,6	7,2	7,4	7,6	8	8,4	9	10	8,02
VALORES EXPRESADOS EN mg/100ml REFERIDO AL ALCOHOL ANHIDRO									
FURFURAL	1,03	1,48	1,88	2,24	2,79	3,12	3,39	3,51	2,43

La tabla III muestra 8 resultados significativos que se obtuvieron de los 18 resultados de los estudios físicos- químicos del mezcal destilado de ollas de barro procedente de Villa Sola de Vega, Oaxaca.

Los mezcales van de 43,8 al 44,3 con un valor promedio de 44,1%Alc. Vol.

La acidez total va de 252,76 al 271,88 con un valor promedio de 263,65.

El extracto seco va de 6,6 al 10 con un promedio de 8,02.

El valor del furfural va de 1,03 a 3,51 con un promedio de 2,43 referidos al alcohol anhidro.

Comparación físico – químicos del mezcal.

	ALAMBIQUE DE COBRE	OLLA DE BARRO
PORCENTAJE DE ALCOHOL A 20°C	45,8	44,1
ACIDEZ TOTAL (ACIDO ACETICO)	94,95	263,65
EXTRACTO SECO (G/L)	4,65	8,02
FURFURAL (mg/100ml Alcohol anhidro)	1,98	2,43

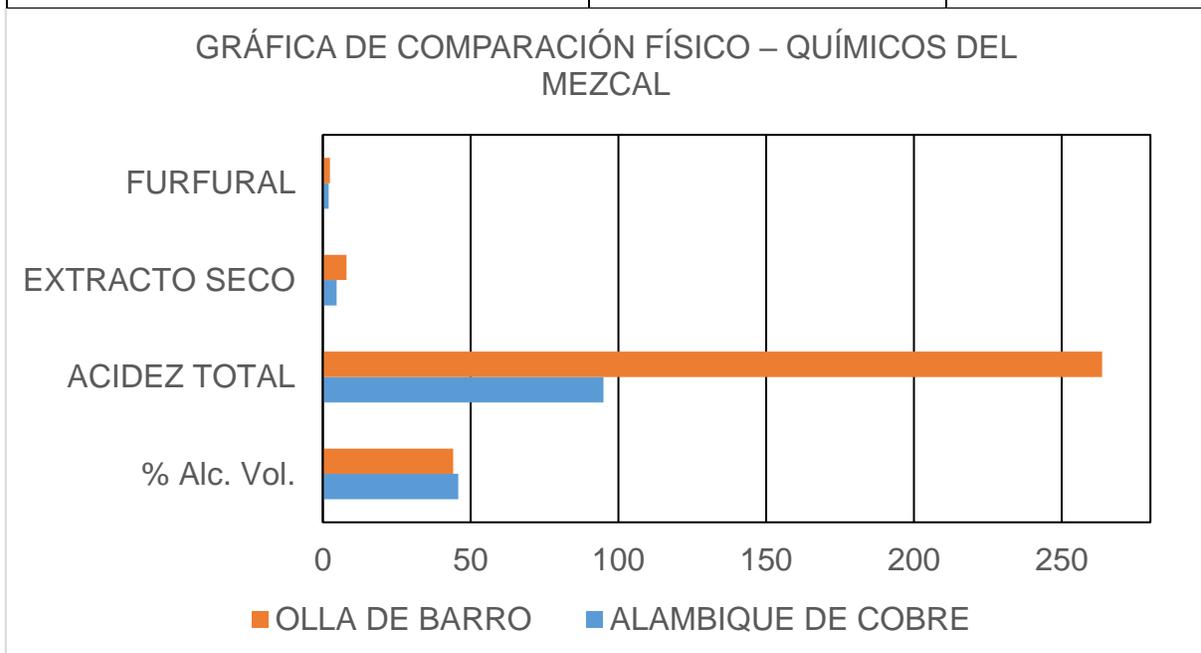


Ilustración 14 GRÁFICA DE COMPARACIÓN FÍSICO – QUÍMICOS DEL MEZCAL

La ilustración 14 GRÁFICA DE COMPARACIÓN FÍSICO – QUÍMICOS DEL MEZCAL. Muestra la comparación de los resultados físico-químico del mezcal.

El porcentaje alcohólico es ligeramente mayor el mezcal destilado de alambique y los demás promedios el mezcal destilado de olla de barro (naranja) es superior al mezcal destilado de alambiques de cobre (azul), a pesar que son valores altos todos están dentro de los parámetros normativos de las normas correspondientes, eso quiere decir que durante todo el proceso y la cortes de las destilación se realizaron correctamente. Por lo que los destiladores puede ser un factor que varíen sus resultados. Como se Puede apreciar en la gráfica de comparación físico – químicos del mezcal.

EVALUACIÓN SENSORIAL.

ENCUESTA DE CONSUMO DEL MEZCAL.

Cantidad de personas que realizaron la encuesta en forma virtual fue de 55

Con edades de 20 hasta 40 años

[ENCUESTA - Formularios de Google.pdf](#)

Donde:

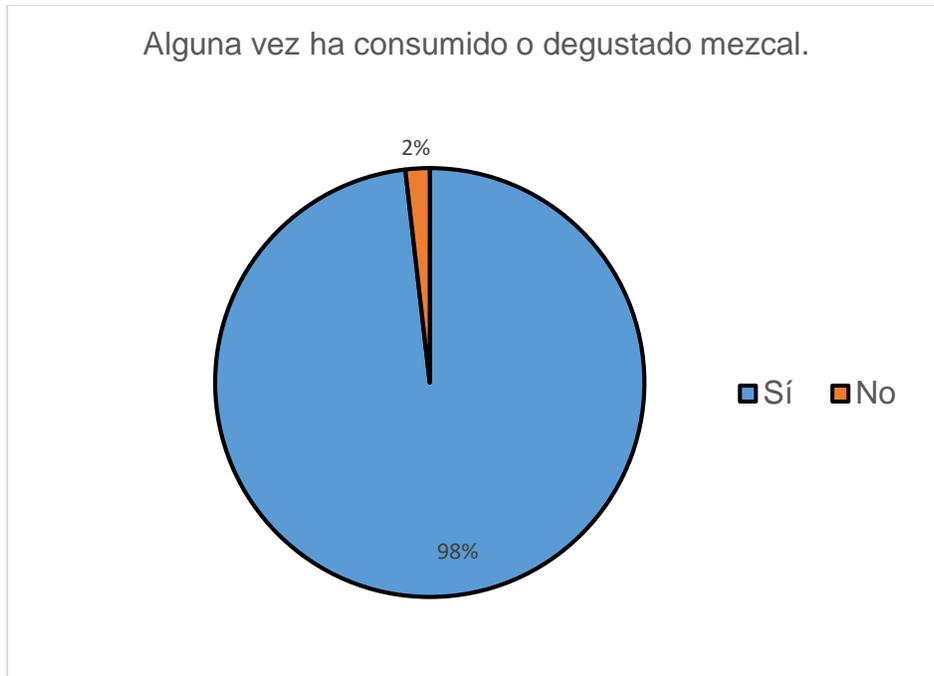


Ilustración 15 Gráfico Alguna vez ha consumido o degustado mezcal.

La ilustración 15 Grafico alguna vez ha consumido o degustado el mezcal. Muestra que el 98% de 55 personas dicen que Sí y el 2% dice que No.

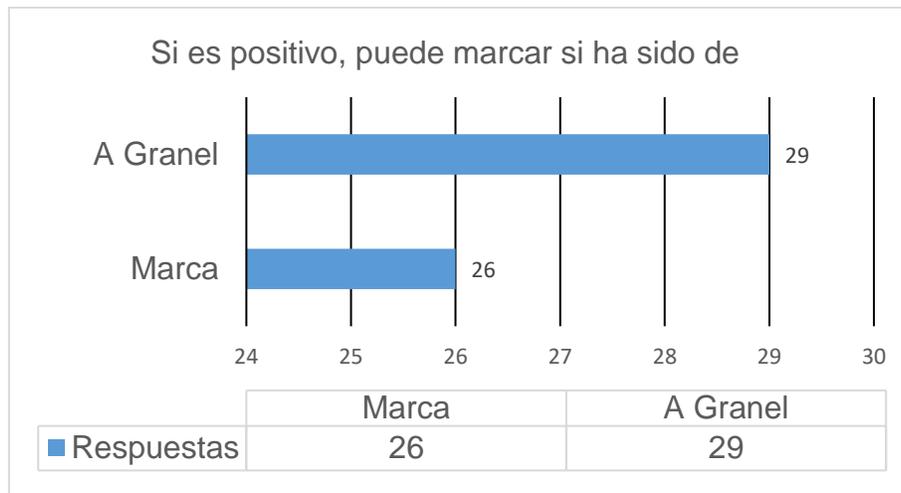


Ilustración 16 Gráfico Si es positivo, puede marcar si ha sido de

La ilustración 16 Grafico Si es positivo, puede marcar si ha sido de. Muestra que 29 personas han consumido de a granel y 26 personas de mezcales de marca.

Si es de marca, puede escribir que marca es y ¿Por qué?

1. Chamizal
2. Alma de Judas, Koch, Embajador de Oaxaca, han sido regalías
3. Danzantes, oro de Oaxaca, otros que no recuerdo, porque son más conocidos y algunos otros por su calidad y sabor y tipo de agave y % de alcohol
4. Chagoya y oro de Oaxaca, me los regalaron
5. Banhez, porque ya conozco la marca y es buen mezcal
6. Rabón, Anónimo. Son ricos, ambas marcas tienen variedad de mezcales que son agradables al paladar
7. Tienen un sabor más ligero
8. La reliquia, me ha gustado su sabor
9. El búho, beneva
10. Pues mezcal de la vega, porque sabe muy rico y la verdad no raspa la garganta como comúnmente algunos lo hacen.
11. Oro de Oaxaca, Beneva, 7 venados, Teozacoalco, entre otros

12. Embajador porque conozco al dueño
- 13.4 conejos, beneva, Oaxaca de Oro, entre otros
14. El famoso
15. Don Agave, Beneva, Oro de Oaxaca,
16. Madre mezcal Wahaka Rey Cosijopii entre otras Por la forma de su elaboración
17. Jimador
18. Los danzantes espadín
19. Beneva, Joya, 400 conejos
20. Espadín
21. Mazatlán
22. Los Danzantes, por qué era el especial del lugar
23. Agave. Porqué, pruebo de esa marca por la antigüedad del mezcal.
24. Dos hombres , porque es de Oaxaca y lo promociona Bryan Cranston
25. Mal de amor. Un amigo trabajaba ahí y por eso lo consumíamos
26. Beneva, Casa Guillermo Prieto, Chagoya, Casa oro Oaxaca, Espíritus, Los danzantes, Banhez, Speakeasy, etc., porque son sabores diferentes y agaves diferentes.

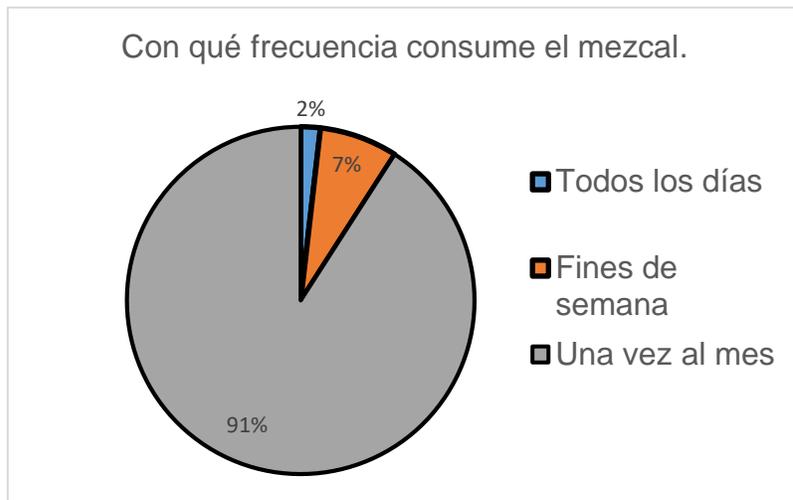


Ilustración 17 Gráfico Con qué frecuencia consume el mezcal.

La Ilustración 17 Gráfico Con qué frecuencia consume el mezcal. Muestra que el 91% de 55 personas lo toma una vez al mes, el 7% los fines de semana y el 2% Todos los días

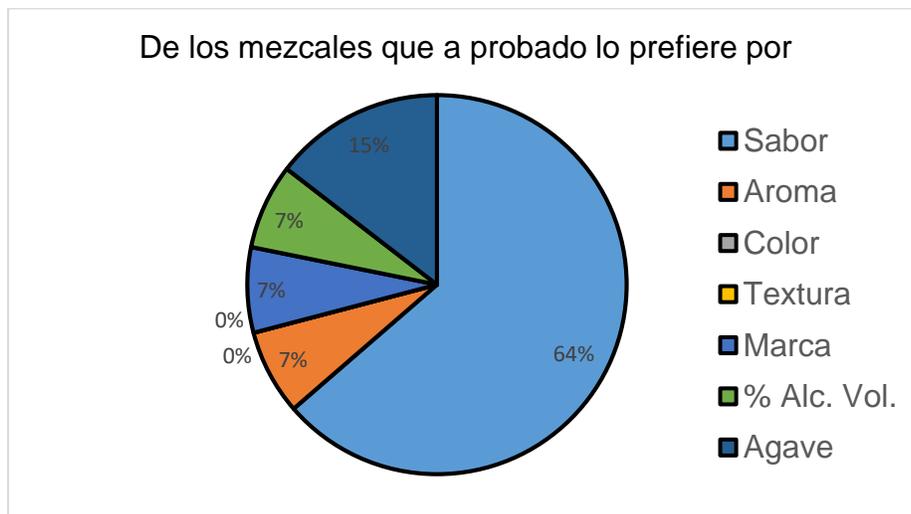


Ilustración 18 Gráfico De los mezcales que ha probado lo prefiere por.

La Ilustración 18 Gráfico De los mezcales que ha probado lo prefiere por. Muestra que el 64% de 55 personas lo prefiere por el sabor, el 15% por el tipo de agave y el 7% por el aroma, la marca del mezcal y por el % Alc. Vol. Ellos no lo prefieren ni por el color y la textura del Mezcal.

¿De los mezcales que ha probado tiene sabor o aroma característico que le guste?
Y ¿Cuáles son?

1. A terroso, hechos en ollas de barro de manera ancestral
2. Aroma ligero y sabor no tan fuerte
3. Ahumados, terrosos, secos
4. Si, por su sabor característico del agave o de su forma elaborada e igual con el aroma
5. Tamarindo
6. sabor a frutas
7. Eh probado distintos, pero el que más me gusta es el espadín
8. Si, madrecoixe, arroqueño, tobalá, espadín
9. Gusano, miel, cuishe, ensamble, tobalá, jabalí.
10. Por su sabor y tipo de agave
11. El sabor como a tostado del agave
12. Espadín cómo sabor a manzana
13. Sabor dulce
14. Fresco, intenso
15. Notas terrosas
16. Aroma a caña, y sabor a maguey
17. Dulce, ahumado
18. Sabores dulces, suaves
19. Las notas a cacao en los mezcales de maguey arroqueño
20. Los abocados con guisando de maguey y los añejos
21. Naranja
22. Maguey cocido
23. Maderoso y agave
24. Frutales
25. A coco
26. Un aroma fresco

- 27. Tobalá, Tepextate, coyote
- 28. Aromas a frutales
- 29. Gusanita reposado añejado
- 30. Madera, mezcal del tipo "cendron"
- 31. Sabor a Agave con tonos sabor vainilla
- 32. Dulces
- 33. Zarzamora, Nanche, etcétera
- 34. Tiene un sabor a agave cocidito
- 35. Herbales y frutales
- 36. Madera y especias

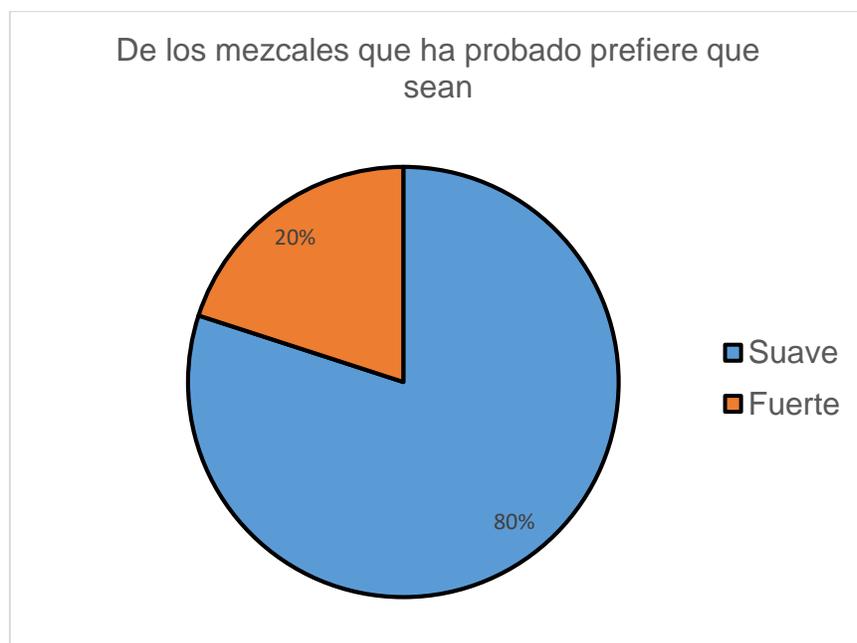


Ilustración 19 Gráfico De los mezcales que ha probado prefiere que sean

La Ilustración 19 Gráfico De los mezcales que ha probado prefiere que sean. Muestra que el 80% de 55 personas prefieren que el mezcal sea suave y el 20% lo prefiere fuerte.

Puedes describirme los sabores y aromas del mezcal que has identificado

1. Dulce, a miel.
2. Cítricos, herbales, ahumados, amaderados
3. Aromas ahumados, herbales y frutales
4. Cedro, gusanito
5. Dependiendo del maguey por ejemplo algunos con el olor a maguey Tobalá o algunos agarran el sabor característico si fue hecho ancestral o artesanal, al igual con los aromas característicos del maguey, o gusanito o a frutas que se fermentan en el mezcal
6. Leña
7. a frutas y a pollo
8. Ahumado, gusano, añejo, miel
9. Sabor a miel amarga, agave dulce, a un alcohol muy aromático
10. Dulce
11. Manzana
12. Amaderados,
13. Manzana, nuez, agave, limón y pimienta
14. Ahumado
15. Maguey, raíces amargas, tierra.
16. Notas dulces, ahumado, agave
17. Cacao, notas herbales en mezcales de magueyes silvestres, notas a vainilla y especias en los reposados y añejos, etc.
18. Sabores frescos, cítricos, amaderados, cálidos en ocasiones dulces, aromas intensos
19. Toronja, naranja, romero, gusano
20. Sabor a pechuga y ahumado
21. Herbal, florar y frutal
22. Los cítricos como naranja, mandarina Herbales como pimienta, clavo, romero Terrosos el olor y sabor a tierra húmeda
23. Ahumado

24. Vainilla, coco
25. Dulce, madera, añejo, picante, fuerte
26. aromas florales, aromas intensos pero se sienten suaves al degustar
27. Aroma a madera o romero
28. Tamarindo gusano naranja
29. A madera
30. Sabores a vainilla, chocolate, caramelo
31. El mezcal huele como a alcohol y humo
32. Naranja, Frutales
33. Caña, roble
34. Como un toque a miel y agave
35. Sabores dulces y aromas suaves
36. Miel, hierba fresca, Anís, Almendra, Choles secos, humedad, café tostado, madera resinosa, cuero, cítricos como toronja y manzana deshidratada.

PRUEBA HEDÓNICA DE ACEPTABILIDAD DE MEZCAL.

Cantidad de personas que realizaron la prueba hedónica fue de 46 en forma presencial

Con edades de 18 hasta 80 años

[PRUEBA HEDÓNICA DE ACEPTABILIDAD DE MEZCAL_ Resultados.pdf](#)

Donde:

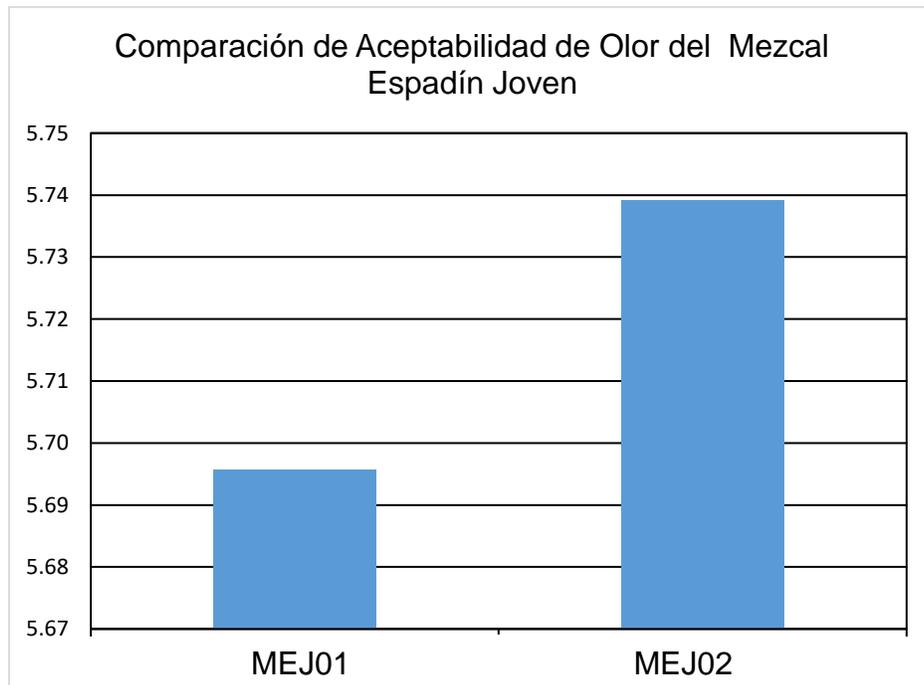


Ilustración 20 Grafica de Comparación de Aceptabilidad de Olor del Mezcal Espadín Joven.

La Ilustración 20 Gráfico de Comparación de Aceptabilidad de Olor del Mezcal Espadín Joven. Muestra que les gusta el olor del mezcal espadín joven pero prefieren el olor del mezcal MEJ02 (Mezcal espadín joven de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de barro).

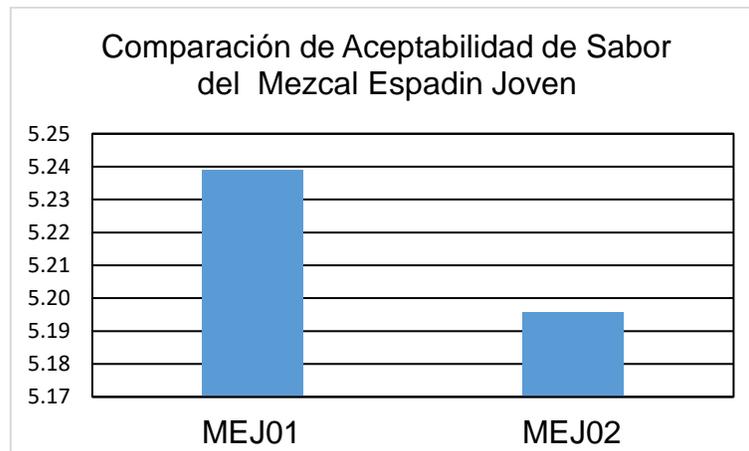


Ilustración 21 Gráfico de Comparación de Aceptabilidad de Sabor del Mezcal Espadín Joven.

La Ilustración 21 Gráfico de Comparación de Aceptabilidad de Sabor del Mezcal Espadín Joven. Muestra que les gusta ligeramente los sabores del mezcal espadín joven y prefieren el sabor del mezcal MEJ01 (Mezcal espadín joven de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre).

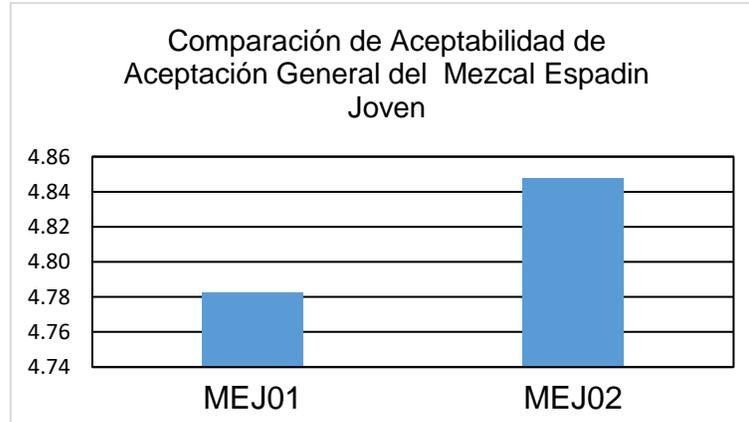


Ilustración 22 Gráfico de Comparación de Aceptabilidad de Aceptación General del Mezcal Espadín Joven.

La Ilustración 22 Gráfico de Comparación de Aceptabilidad de Aceptación General del Mezcal Espadín Joven. Muestra que le es indiferente comprar el mezcal espadín joven pero les gustaría comprar el mezcal MEJ02 (Mezcal espadín joven de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de barro).

ACEPTABILIDAD GENERAL DE LOS MEZCALES.

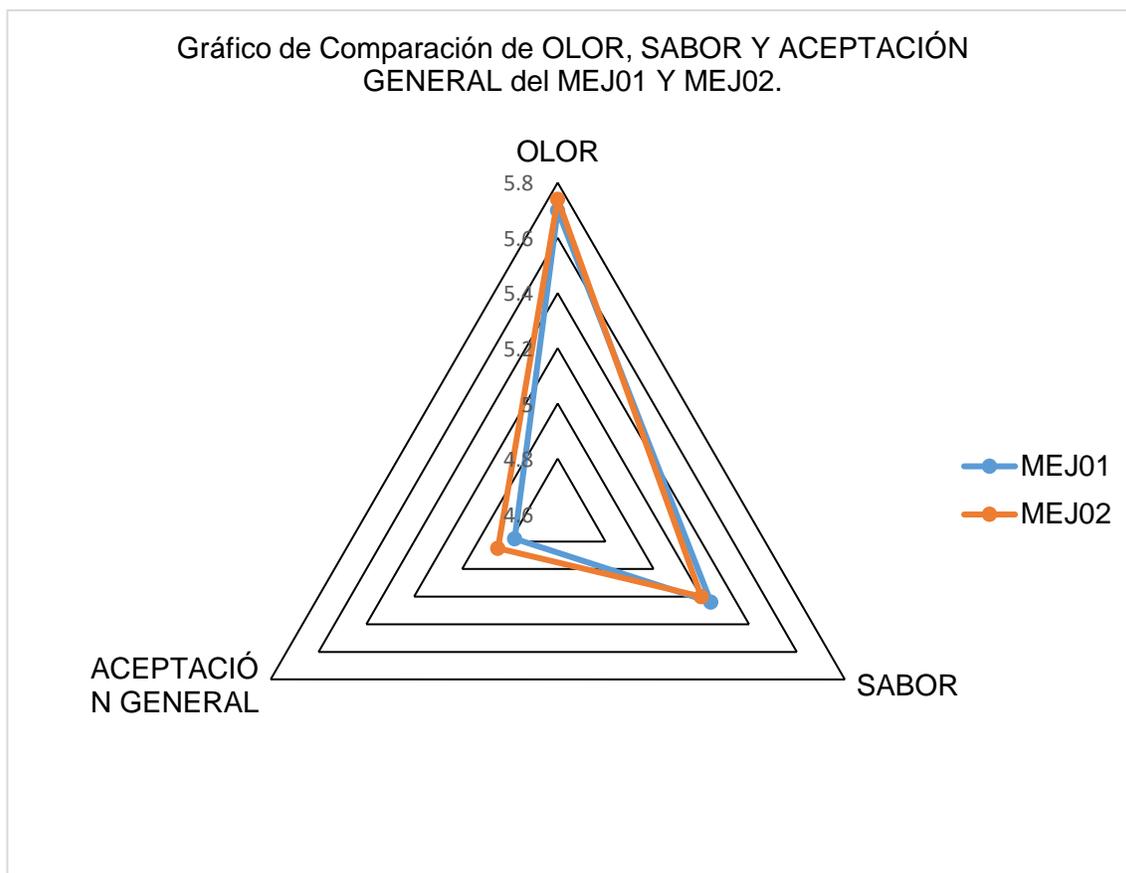


Ilustración 23 Gráfico de Comparación de OLOR, SABOR Y ACEPTACIÓN GENERAL del MEJ01 Y MEJ02.

La Ilustración 23 Gráfico de Comparación de OLOR, SABOR Y ACEPTACIÓN GENERAL del MEJ01 Y MEJ02 (Mezcal espadín joven de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de barro y Mezcal espadín joven de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre). Muestra la aceptabilidad de OLOR, SABOR Y ACEPTACIÓN GENERAL de las 46 personas que realizaron la prueba hedónica.

ESTUDIO DE ANOVA POR MUESTRA.

a. ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR.

RESUMEN				
GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
OLOR	46	262	5.6956217	0.7942029
SABOR	46	241	5.2391304	1.2082125
ACEPTACIÓN GENERAL	46	220	4.7826086	0.8405797

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las Variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	19.173913	2	9.5869565	10.1164	8.0565E-05	3.0632
Dentro de los grupos	127.93478	135	0.9476651			
TOTAL	147.10869	137				

Ilustración 24 Estudio de ANOVA del Mezcal espadín joven (MEJ01) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre.

Al analizar la Ilustración 24 Estudio de ANOVA del Mezcal espadín joven (MEJ01) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre. Vemos que el valor F es 10.1164 es mayor que el valor crítico de F es 3.0632.

Esto significa que los promedios de la aceptabilidad del mezcal espadín joven de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre no son iguales respecto al olor, sabor y aceptación general y que estadísticamente uno de ellos es diferente.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
FILAS	85.108696	45	1.8913043	3.9746	1.2991E-08	1.50789
COLUMNAS	19.173913	2	9.5869562	20.1472	5.8783E-08	3.09769
ERROR	42.826087	90	0.4758451			
TOTAL	147.10869	137				

Ilustración 25 Estudio de ANOVA de dos factores del Mezcal espadín joven (MEJ01) de Santiago Matatlán

Al analizar la Ilustración 25 Estudio de ANOVA de dos factores del Mezcal espadín joven (MEJ01) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre. Donde tenemos dos a más aspectos a estudiar: la diferencia de promedio entre Olor, Sabor y Aceptación general.

La sección de "Filas" se está comparando si el promedio de la aceptabilidad de las personas que realizaron la evaluación si tiene la misma aceptabilidad o no. Vemos que el valor F es (3.9746) es mayor al valor crítico de F (1.5079) vemos que el promedio de la aceptabilidad son estadísticamente diferentes. Luego, para la sección de "Columnas" se están comparando el promedio de la aceptabilidad entre el Olor, Sabor y Aceptación general. Vemos que el valor F es 20.1472 que es mucho mayor al valor crítico para F que es 3.0977. De esta manera rechazamos que tengan la misma aceptabilidad estadísticamente.

Esto quiere decir que la Aceptabilidad entre Olor, Sabor y Aceptación general son diferentes en el mezcal espadín joven de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre. Las personas que degustaron y calificaron el nivel de aceptabilidad, calificaron mejor el Sabor que el Olor y la Aceptación general del Mezcal espadín joven (MEJ01) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre. Quiere decir que les gusto el Mezcal por el sabor.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR.

RESUMEN				
GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
OLOR	46	264	5.73913044	1.57487923
SABOR	46	239	5.19565217	1.58309179
ACEPTACIÓN GENERAL	46	223	4.84782608	1.06521739

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18.565217	2	9.2826086	6.5940	0.00185198	3.0632
Dentro de los grupos	190.0434	135	1.4077294			
TOTAL	208.6087	137				

Ilustración 26 Estudio de ANOVA del Mezcal espadín joven (MEJ02) de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro.

Al analizar la Ilustración 26 Estudio de ANOVA del Mezcal espadín joven (MEJ02) de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Vemos que el valor F es 6.5940 es mayor que el valor crítico de F es 3.0632.

Esto significa que los promedios de la aceptabilidad del mezcal espadín joven de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro no son iguales respecto al olor, sabor y aceptación general y que estadísticamente uno de ellos es diferente.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
FILAS	135.9420	45	3.0209339	5.02545	3.9712E-11	1.5079
COLUMNAS	18.56522	2	9.2826087	15.4420	1.7152E-06	3.0978
ERROR	54.10145	90	0.6011272			
TOTAL	208.6087	137				

Ilustración 27 Estudio de ANOVA de dos factores del Mezcal espadín joven (MEJ02) de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro.

Al analizar la Ilustración 27 Estudio de ANOVA de dos factores del Mezcal espadín joven (MEJ02) de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Donde tenemos dos a más aspectos a estudiar: la diferencia de promedio entre Olor, Sabor y Aceptación general.

La sección de “Filas” se está comparando si el promedio de la aceptabilidad de las personas que realizaron la evaluación si tiene la misma aceptabilidad o no. Vemos que el valor F es (5.0255) es mayor al valor crítico de F (1.5079) vemos que el promedio de la aceptabilidad son estadísticamente diferentes. Luego, para la sección de “Columnas” se están comparando el promedio de la aceptabilidad entre el Olor, Sabor y Aceptación general. Vemos que el valor F es 15.4420 que es mucho mayor al valor crítico para F que es 3.0977. De esta manera rechazamos que tengan la misma aceptabilidad estadísticamente.

Esto quiere decir que la Aceptabilidad entre Olor, Sabor y Aceptación general son diferentes en el mezcal espadín joven de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Las personas que degustaron y calificaron el nivel de aceptabilidad les gusto el Olor y les gusta ligeramente la Aceptación general del Mezcal espadín joven (MEJ02) de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Quiere decir que comprarían el mezcal de sola de vega y les gusto más su aroma que el sabor.

b. ESTUDIO DE ANOVA COMPARACIÓN ENTRE LAS MUESTRAS.

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo.				
Resumen	Olor	Sabor	Aceptación General	TOTAL
1				
Cuenta	46	46	46	138
Suma	262	241	220	723
Promedio	5.695652	5.239130	4.782608696	5.23913043
Varianza	0.794203	1.208212	0.84057971	1.0737861
47				
Cuenta	46	46	46	138
Suma	264	239	223	726
Promedio	5.739130	5.195652	4.847826087	5.26086957
Varianza	1.574879	1.583091	1.065217391	1.52269121
TOTAL				
Cuenta	92	92	92	
Suma	526	480	443	
Promedio	5.717391304	5.217391304	4.815217391	
Varianza	1.172001911	1.38079312	0.94350215	

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	0.032608	1	0.032609	0.02768	0.867967	3.8761
Columna	37.5869	2	18.7935	15.9578	2.8154E-07	3.0292
Interacción	0.152174	2	0.076087	0.06460	0.93745071	3.0292
Dentro del Grupo	317.9782	270	1.177697			
TOTAL	355.75	275				

Ilustración 28 Estudio de ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo del Mezcal espadín joven (MEJ01 y MEJ02) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre y de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro.

Al analizar la Ilustración 28 Estudio de ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo del Mezcal espadín joven (MEJ01 y MEJ02) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre y de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Donde tenemos dos a más aspectos a estudiar: la diferencia de promedio entre Muestras, Olor, Sabor y Aceptación general.

La sección de “muestra” se está comparando si el promedio de las personas que realizaron la evaluación son las misma o no. Vemos que el valor F es (0.0277) es menor al valor crítico de F (3.8761) vemos que el promedio son estadísticamente iguales. Luego, para la sección de “Columnas” se están comparando el promedio de la aceptabilidad entre el Olor, Sabor y Aceptación general. Vemos que el valor F es (15.9578) que es mucho mayor al valor crítico para F que es (3.0292). De esta manera rechazamos que tengan la misma aceptabilidad estadísticamente. Luego, para la sección de “Interacción” se están comparando el promedio de la interacción de la aceptabilidad entre el Olor, Sabor y Aceptación general. Vemos que el valor F es (0.0646) que es menor al valor crítico para F que es (3.0292). De esta manera se acepta que la interacción que tengan la misma aceptabilidad entre el olor sabor y su aceptación general es estadísticamente aceptable que varía su nivel de aceptabilidad entre los mezcales espadín joven (MEJ01 y MEJ02) de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre y de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Esto quiere decir que las personas que degustaron y calificaron el nivel de aceptabilidad les gusta el aroma del Mezcal de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro. Pero les gusta el Sabor de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre. En cuanto a la aceptabilidad general, son indiferentes a comprar el de Santiago Matatlán, Oaxaca destilado en Alambique de cobre pero les gustaría comprar el de Villa Sola de Vega, Oaxaca destilado en Olla de Barro.

CONCLUSIÓN.

El mezcal es una bebida, que al variar su procedimiento de destilación le llaman de diferente formas, los olores, sabores que se almacenan durante el proceso pueden variar dependiendo del destiladores utilizado para para obtención del mezcal, de la misma forma los diferentes tipos de agaves.

En este trabajo se utilizó el mismo tipo de agave que se fue ESPADÍN (*AGAVE ANGUSTIFOLIA* HAW), lo que hizo que variaran los resultados fue el tipo de destiladores de las regiones muestreadas que fueron el mezcal destilado de ollas de barro de Villa Sola de Vega y el mezcal destilado de alambique de cobre de Santiago Matatlán.

Donde los resultado de las muestras de la comparación físico-químico del que el mezcal de ollas de barro de Villa Sola de Vega da mayor que el de alambique de cobre a pesar que los valores dieron altos y el porcentaje alcohólico es ligeramente mayor el mezcal destilado de alambique de cobre. Ambos mezcales cumplen las normas correspondientes para su consumo y la venta de ellos.

La comparación en la encuesta de consumidor que participaron 55 personas dieron su opinión respecto a si han probado el mezcal que la mayor parte dijeron que si, prueban el mezcal a granel más que la marca, el mezcal lo toman mínimo una vez al mes, y se guían mucho respecto al olor, sabor, % Alc. Vol; la variedad de agaves y de donde son. Mientas que en la prueba hedónica participaron 46 personas dando su opinión de aceptación de olor, sabor y aceptación general de los mezcales jóvenes de ollas de barro de Villa Sola de Vega y de alambique de cobre de Santiago Matatlán, ellos en el olor y la aceptación general prefirieron el mezcal de ollas de barro de Villa Sola de Vega, respecto al sabor prefirieron el mezcal alambique de cobre de Santiago Matatlán.

A pesar que son mezcales del mismo agave las diferencias entre ellos son evidentes fisicoquímicamente tanto como sensorial mente a la aceptación general de las personas que participaron en este proyecto.

RECOMENDACIONES.

Los mezcales son bebidas con denominación de origen Mexicana, hay diversas ciudades que tienen esa denominación de origen para la producción y la venta y compra de mezcal. Aunque Oaxaca es una de esas ciudades que cuentan con la denominación de origen, su proceso varía de la región a otra aunque sean del mismo tipo de agave. El mezcal destilado de olla de barro es menor grado de demanda, además que su proceso artesanal, llega a destilarse de menor cantidad comparado con los artesanales destilados de alambique de cobre.

El que un mezcal no tenga tanta demanda hace que su grado de obtención fuera difícil por lo que recomendaría es hacer este experimento considerando que el mezcal de olla de barro no en todas las temporadas son producidas a su vez el costo de él es mayor que el destilado de alambique de cobre, también a su vez cada región y palenques tiene diferencias ya que un mezcal puede dar diferente depende de cada vez que se hace el muestreo. Nunca dan el mismo resultado y sus diferencias son evidentes a pesar que sean del mismo tipo de agave.

BIBLIOGRAFÍA.

- A.C., F. ". (s.f.). *enciclopedia de los municipios* . Obtenido de enciclopedia de los municipios :
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20068a.html>
- Anne Christine Gschaedler Mathis, Juan Gallardo Valdez, Socorro Villanueva Rodríguez. (s.f.). *EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MEZCAL EN EL ESTADO DE MICHOACÁN*. Obtenido de
<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/758/1/EI%20proceso%20de%20elaboraci%C3%B3n%20del%20mezcal.pdf>
- Carolina Andrea López Rosas, A. E. (2016). Este artículo presenta los resultados de las pruebas de aceptabilidad y preferencia realizadas a 51 consumidores de mezcal en el estado de Oaxaca (México), en el cual se analiza su nivel de respuesta . 11-19.
- Club Mezcal*. (2021). Obtenido de Club Mezcal que es el destilado en barro:
<https://club-mezcal.com/blogs/news/que-es-el-mezcal-destilado-en-barro>
- Esteban Marina, A. U. (23 de febrero de 2017). *NORMA Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016*. Obtenido de Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones:
http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6437/seeco11_C/seeco11_C.html
- García Mendoza, A. J. (18 de 02 de 2012). México, país de magueyes. *La jornada del campo*", del diario *La Jornada (México)*, págs.
<https://www.jornada.com.mx/2012/02/18/cam-pais.html>.
- Gómez-Zamora O, D. J.-F.-L.-H. (s.f.). *PERFIL QUÍMICO Y ORGANOLÉPTICO DE LOS COMPUESTOS VOLATILES DEL MEZCAL* . Obtenido de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos:
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/10/158.pdf>
- Martínez., M. C. (2002). *municipio SANTIAGO MATATLÁN*. Obtenido de
<https://web.archive.org/web/20041211124204/http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20475a.htm>

- Martínez., M. C. (s.f.). *Enciclopedia de los municipios de Oaxaca de Juárez, Oaxaca*.
 Obtenido de SANTIAGO MATATLÁN:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20475a.html>
- MEXICANA, N. (2006). NORMA MEXICANA NMX-V-015-NORMEX-2006. *NORMA MEXICANA NMX-V-015-NORMEX-2006 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL*. NORMA MEXICANA, NORMEX.
- MEXICANA, N. O. (23 de 02 de 2017). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-070-SCFI-2016. *Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones*. NORMA OFICIAL MEXICANA SEGOB.
- montenegro, G. G. (2008). *IMPLEMENTACION DE PANEL SENSORIAL*.
- Nogales, L. (28 de enero de 2018). *Los tobalá*. Obtenido de <https://mezcologia.mx/tobala/>
- NORMEX, C. C. (2018). NMX-V-005-NORMEX-2018. *NMX-V-005-NORMEX-2018 DETERMINACIÓN DE ALDEHÍDOS, ÉSTERES, METANOL Y ALCOHOLES SUPERIORES*. NORMEXNORMEX NORMEX.
- NORMEX, C. C. (2018). NORMA MEXICANA NMX-V-004-NORMEX-2018. *BEBIDAS ALCOHÓLICAS- DETERMINACIÓN DE FURFURAL - MÉTODOS DE ENSAYO*. NORMEXNORMEX NORMEX.
- NORMEX, C. C. (2018). NORMA MEXICANA NMX-V-017-NORMEX-2018. *BEBIDAS ALCOHÓLICAS- DETERMINACIÓN DE EXTRACTO SECO Y CENIZAS- MÉTODOS DE ENSAYO*, 10;18. NORMEXNORMEX NORMEX.
- NORMEX, C. C. (2019). NORMA MEXICANA NMX-V-013-NORMEX-2019. *BEBIDAS ALCOHÓLICAS - DETERMINACION DEL CONTENIDO ALCOHÓLICO (POR CIENTO DE ALCOHOL EN VOLUMEN A 20 °C) (% Alc. Vol.) MÉTODOS DE ENSAYO*. NORMEXNORMEX NORMEX.
- Ortiz, Francisco García; Muela, Mario Gil; Ortiz, Pedro Pablo García. (10 de junio de 2015). *bebidas alcohólicas*. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=jA02HXdGzJ0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

- Parsons, J. R. (18 de 2 de 2012). Altiplano de México: los agaves en la economía tradicional. *La Jornada del Campo, del diario La Jornada (México)*, pág. 6.
- Pérez, C. (31 de octubre de 2016). *mezcal tradicional*. Obtenido de Apuntes sobre los Mezcales Tradicionales de Miahuatlán: <http://mezcalestradicionales.mx/2016/10/31/apuntes-sobre-los-mezcales-tradicionales-de-miahuatlan/>
- R, D. G. (s.f.). *resaca*. Obtenido de bebidas alcoholicas: <http://www.alcoholinformate.org.mx/articulos.cfm?catID=2&id=56>
- sanchez, m. (s.f.). *agave*. Obtenido de <https://cibercactus.com/agave/>
- Xatacaciencia. (19 de enero de 2011). *bebidas alcoholicas mas oscuras*. Obtenido de <https://www.xatakaciencia.com/quimica/es-verdad-que-las-bebidas-alcoholicas-mas-oscuras-producen-peores-resacas>

ANEXO 1

ENCUESTA DE CONSUMO

En forma personal

ENCUESTA

NOMBRE:

FECHA:

Estoy desarrollando un proyecto sobre el consumo del mezcal y me gustaría que me apoyará resolviendo la siguiente encuesta.

Por favor responda a las siguientes preguntas.

1. Alguna vez ha consumido o degustado mezcal
 Sí No
2. Si es positivo, puede marcar si ha sido de
 Marca a Granel
3. Si es de marca, puede escribir que marca es y ¿Por qué?
4. Con que frecuencia consume el mezcal
 Todos los días Fines de semana Una vez al mes
5. De los mezcales que ha probado lo prefiere por
 Sabor Aroma Color Textura Marca %Alc. Vol Agave
6. ¿De los mezcales que ha probado tiene sabor o aroma característico que le guste? Y ¿cuáles son?
7. De los mezcales que ha probado prefiere que sean
 Suave Fuerte
8. Puedes describirme los sabores y aromas del mezcal

En forma virtual

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdj6jRZECTV5T8jMKRF4NU3PQH6WUWVPwIT-yhz1oQxGmYrA/viewform>

ANEXO 2

PRUEBA HEDÓNICA DE ACEPTABILIDAD DE MEZCAL

NOMBRE:		FECHA:	
<p>Frente a usted hay dos muestras de Mezcal Espadín joven, deguste una a una de izquierda a derecha, no repita la muestra y espere 5 minutos entre ellas.</p> <p>Por favor marque con una X, el cuadro que esta junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.</p> <p>Donde Me gusta muchísimo es (7) y me disgusta muchísimo es (1)</p>			
OLOR			
MEJ01		MEJ02	
<input type="checkbox"/> Me gusta muchísimo		<input type="checkbox"/> Me gusta muchísimo	
<input type="checkbox"/> Me gusta		<input type="checkbox"/> Me gusta	
<input type="checkbox"/> Me gusta ligeramente		<input type="checkbox"/> Me gusta ligeramente	
<input type="checkbox"/> Ni me gusta ni me disgusta		<input type="checkbox"/> Ni me gusta ni me disgusta	
<input type="checkbox"/> Me disgusta ligeramente		<input type="checkbox"/> Me disgusta ligeramente	
<input type="checkbox"/> Me disgusta		<input type="checkbox"/> Me disgusta	
<input type="checkbox"/> Me disgusta muchísimo		<input type="checkbox"/> Me disgusta muchísimo	
SABOR			
MEJ01		MEJ02	
<input type="checkbox"/> Me gusta muchísimo		<input type="checkbox"/> Me gusta muchísimo	
<input type="checkbox"/> Me gusta		<input type="checkbox"/> Me gusta	
<input type="checkbox"/> Me gusta ligeramente		<input type="checkbox"/> Me gusta ligeramente	
<input type="checkbox"/> Ni me gusta ni me disgusta		<input type="checkbox"/> Ni me gusta ni me disgusta	
<input type="checkbox"/> Me disgusta ligeramente		<input type="checkbox"/> Me disgusta ligeramente	
<input type="checkbox"/> Me disgusta		<input type="checkbox"/> Me disgusta	
<input type="checkbox"/> Me disgusta muchísimo		<input type="checkbox"/> Me disgusta muchísimo	

ACEPTACIÓN GENERAL

MEJ01

- Me gustaría muchísimo comprarlo
- Me gustaría mucho comprarlo
- Me gustaría comprarlo
- Me es indiferente comprarlo
- Me es indiferente comprarlo
- Me disgustaría mucho comprarlo
- Me disgusta muchísimo comprarlo

MEJ02

- Me gustaría muchísimo comprarlo
- Me gustaría mucho comprarlo
- Me gustaría comprarlo
- Me es indiferente comprarlo
- Me es indiferente comprarlo
- Me disgustaría mucho comprarlo
- Me disgusta muchísimo comprarlo

COMENTARIOS.

¡MUCHAS GRACIAS!