



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES
100% AGAVE, COMERCIALIZADOS
EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y
CERTIFICADOS POR COMERCAM**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A

LIZBETH ARACELI GARCÍA GONZÁLEZ



CIUDAD DE MÉXICO

2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado:

PROFESORES

Presidente: **DULCE MARÍA GÓMEZ ANDRADE**

Vocal: **PATRICIA SEVERIANO PÉREZ**

Secretario: **FRANCISCO RUIZ TERÁN**

1er. Suplente: **ALEIDA MINA CETINA**

2do. Suplente: **VERÓNICA GARCÍA SATURNINO**

Sitio donde se desarrolló el tema:

Laboratorio 4D, Edificio A, Facultad de Química

Departamento de Alimentos y Biotecnología

Ciudad Universitaria, UNAM

Para el Desarrollo de este proyecto se colaboró con la Dra. Mari Carmen Serra Puche, y el Coordinador de la Logia de los Mezcólatras, Cornelio I. Pérez Ricárdez.

ASESORA:

Dra. Patricia Severiano Pérez _____

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dr. Jesús Carlos Lazcano Arce _____

SUSTENTANTE:

Lizbeth Araceli García González _____



AGRADECIMIENTOS



En este día perfecto en que todo madura y no solo
la uva toma un color oscuro,
acaba de posarse sobre mi vida un rayo de sol:
he mirado hacia atrás, he mirado hacia adelante,
y nunca había visto de una sola vez
tantas y tan buenas cosas
¿Cómo no debía estar agradecido a mi vida entera?
y así me cuento mi vida a mí mismo.

Ecce homo, Cómo se llega a ser lo que es

F. Nietzsche



ÍNDICE

1. Resumen.....	11
2. Introducción.....	13
3. Objetivos.....	19
4. Antecedentes.....	20
4.1 Origen e Historia.....	20
4.2 COMERCAM.....	23
4.3 Cadena de Producción.....	24
4.4 Proceso de elaboración.....	24
4.5 Clasificación del mezcal.....	37
4.6 Compuestos Aromáticos del mezcal	37
4.8 Evaluación Sensorial.....	38
4.8.1 Pruebas sensoriales.....	39
4.8.1.1 Pruebas de Umbral.....	40
4.8.1.2 Pruebas Cuantitativas.....	40
4.8.1.3 Pruebas Descriptivas.....	42
4.8.1.3.1 Análisis Cuantitativo Descriptivo.....	43
4.9 Estudios instrumentales realizados al mezcal.....	44
4.9.1 Color.....	47
4.10 Estudios sensoriales realizados al mezcal.....	50
5. Hipótesis.....	52
7. Metodología.....	53



7.1 Diagrama.....	53
7.2 Descripción de la metodología.....	54
7.2.1 Material y método.....	54
7.2.2 Procedimiento.....	58
7.2.3 Selección de Jueces.....	61
7.2.4 Entrenamiento en Análisis Descriptivo.....	64
7.2.5 Evaluación Instrumental del Mezcal.....	66
7.2.6 Análisis Estadístico.....	67
8. Resultados y Discusión.....	68
8.1 Selección de Jueces.....	68
8.1.1 Pruebas Olfatorias.....	69
8.1.2 Pruebas de Umbral Gustos básicos.....	70
8.1.3 Panel de jueces seleccionados.....	72
8.2 Entrenamiento del Panel	72
8.2.1 Perfil de dilución.....	73
8.2.2 Entrenamiento en el uso de la metodología QDA.....	75
8.2.2.1 Generación de descriptores (lenguaje común).....	75
8.2.2.2 Selección de descriptores y estándares.....	78
8.2.2.3 Definiciones y métodos de evaluación.....	80
8.2.2.4 Presencia o Ausencia de descriptores.....	84
8.2.2.5 Anclaje de escalas.....	88



8.2.2.6 Calibración y Comprobación del Entrenamiento del Panel de jueces	90
8.3 Evaluación de las muestras de mezcal.....	101
8.4 Perfil Sensorial de las muestras de Mezcal.....	122
8.5 Análisis instrumental de color para las seis muestras de mezcal.....	124
8.5.1. Correlación de los atributos de apariencia y el atributo de color.....	126
8.6 Análisis de Clúster.....	127
9. Conclusiones.....	132
10. Recomendaciones.....	134
11. Bibliografía.....	135



ÍNDICE DE TABLAS

	Página	
4.8.1.A.	Tipos de pruebas sensoriales	39
4.8.1.3.A.	Descripción de características de pruebas cuantitativas	41
4.8.1.3.1.A.	Características de QDA utilizado en evaluación sensorial	43
4.9.A.	Tipificación química en el mezcal elaborado en el Estado de Durango	44
4.9.B.	Especificaciones físicas y químicas del mezcal	46
7.2.1.A.	Características de producción de las muestras de mezcal tradicional	54
7.2.1.B.	Características de las muestras de mezcal	57
7.2.3.A.	Olores evaluados en la prueba de identificación	61
7.2.3.B.	Olores evaluados en la prueba discriminativa	62
7.2.5.A.	Condiciones del colorímetro Minolta CM-3600d para determinar el color en las muestras de Mezcal	63
8.1.1.A.	Resultados Pruebas [reconocimiento, discriminativas, umbral y memoria (%)]	66
8.1.2.A.	Resultados de detección de gustos básicos (%)	69
8.1.2.B.	Umbrales de Gustos Básicos del Panel del Mezcal	71
8.1.3.A.	Aciertos de los candidatos que conformarán el panel	71
8.2.2.2.A.	Descriptorios de Apariencia que permanecieron después de la sesión grupal.	72
8.2.2.2.B.	Descriptorios de Otras sensaciones que permanecieron después de la sesión grupal.	78
8.2.2.4.A.	División de muestras de mezcal tradicional para el entrenamiento del panel	79
8.2.2.4.B.	Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de apariencia	84
8.2.2.4.C.	Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de olor	85
8.2.2.4.D.	Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de flavour	86
8.2.2.4.E.	Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de otras sensaciones	87
8.2.2.5.A.	Escala de intensidad	88
8.2.2.5.B.	Atributos de Apariencia	88
8.2.2.5.C.	Atributos de Otras sensaciones	89
8.2.2.6.A.	Atributos definitivos de Apariencia	90
8.2.2.6.B.	Atributos definitivos de Olor	95
8.2.2.6.C.	Atributos definitivos de Flavour	95
8.2.2.6.D.	Atributos definitivos de Otras sensaciones	95



ÍNDICE DE TABLAS

	Página
8.3.A. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de apariencia de las muestras de mezcal B1-B6	105
8.3.B. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de olor de las muestras de mezcal B1-B6	107
8.3.C. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de olor de las muestras de mezcal B1-B6	108
8.3.D. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de flavour de las muestras de mezcal B1-B6	111
8.3.E. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de flavour de las muestras de mezcal B1-B6	111
8.3.F. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de otras sensaciones de las muestras de mezcal B1-B6	113
8.4.A. Perfil sensorial de las Muestras de Mezcal	123
8.5.A. Promedios y desviaciones estándar de las magnitudes evaluadas en el colorímetro de las seis muestras comerciales de mezcal de acuerdo al componente especular incluido (SCI)	125
8.5.1.A. Matriz de correlación entre los atributos de apariencia y color de las muestras de mezcal.	127
8.6.A. Características de producción de las muestras de mezcales tradicionales (Espinosa S.; Reyes R., 2014)	128
8.6.A. Análisis de Clúster	131



ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
2.A. Diosa Máyatl	13
4.1.A. Anatomía del Agave	21
4.4.A. Plantación de los hijuelos de agave	25
4.4.B. Agave maduro	26
4.4.C. Agave desvirado	26
4.4.D. La piña del agave	26
4.4.E. Agave cortado	27
4.4.F. Horno revestido de piedras de río	27
4.4.G. Calentamiento de las piedras al rojo vivo	27
4.4.H. Piñas cortadas y acomodadas para su cocimiento	27
4.4.I. Cuarta capa del horno: Tierra	27
4.4.J. Molécula de la inulina	28
4.4.K. Molino de piedra redonda llamada Tahona	30
4.4.L. Alambique michoacano y sus partes	32
4.4.M. Proceso tradicional de elaboración del mezcal	35
4.4.N. Proceso industrial de elaboración de mezcal	36
4.9.1.A. Longitudes de onda de los principales colores a las cuales es sensible el ojo humano	47
4.9.1.B. Representación gráfica de las coordenadas $L^* a^* b^*$	49
4.9.1.C. Ángulos representativos de los parámetros de color	49
7.2.2.A. Tipos de copas evaluadas para la correcta apreciación del mezcal	58
7.2.2.B. Descripción ilustrativa del proceso de evaluación sensorial	60
7.2.3.A. Prueba de umbral. Orden de presentación y evaluación de las muestras	63
7.2.4.A. Escala de intensidad empleada para la evaluación sensorial de cada descriptor	65
7.2.5.A. Espectrofotómetro Konica Minolta CM-3600d	66
8.2.A. Jueces en el momento de la generación de descriptores	73
8.2.1.A. Resultados de las características sensoriales a diferentes concentraciones	74
8.2.2.1.A. Descriptores generados con mayor frecuencia para Apariencia	76
8.2.2.1.B. Descriptores generados con mayor frecuencia para Olor	77
8.2.2.1.C. Descriptores generados con mayor frecuencia para Flavour	77
8.2.2.1.D. Descriptores generados con mayor frecuencia para Otras sensaciones	78
8.2.2.2.A. Imágenes de apoyo que sirvieron como estándar para el descriptor de perlado	80
8.2.2.3.A. Cabina y charola presentada a los jueces con los estándares correspondientes a Apariencia	82
8.2.2.3.B. Charola presentada a los jueces con los estándares en fresco correspondientes a Olor y Flavour	82
8.2.2.3.C. Charola presentada a los jueces con los estándares en saborizantes correspondientes a Olor y Flavour	83
8.2.2.3.D. Cabina y charola presentada a los jueces con los estándares correspondientes a Otras sensaciones	83
8.2.2.4.A. Número de atributos generados para cada muestra tradicional de mezcal evaluados al 30% Alc. Vol.	85



ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
8.2.2.6.A. Diferencias de los CV de los atributos de apariencia durante las evaluaciones realizadas	91
8.2.2.6.B. Diferencias de los CV de los atributos de olor (en fresco) durante las evaluaciones realizadas	91
8.2.2.6.C. Diferencias de los CV de los atributos de olor (saborizantes) durante las evaluaciones realizadas	92
8.2.2.6.D. Diferencias de los CV de los atributos de flavour (en fresco) durante las evaluaciones realizadas	93
8.2.2.6.E. Diferencias de los CV de los atributos de flavour (saborizantes) durante las evaluaciones realizadas	93
8.2.2.6.F. Diferencias de los CV de los atributos de otras sensaciones durante las evaluaciones realizadas	94
8.2.2.6.G. Diferencias de los CV de los atributos de apariencia después de las 54 sesiones de evaluación	97
8.2.2.6.H. Diferencias de los CV de los atributos de olor después de las 54 sesiones de evaluación	98
8.2.2.6.I. Diferencias de los CV de los atributos de flavour después de las 54 sesiones de evaluación	99
8.2.2.6.J. Diferencias de los CV de los atributos de otras sensaciones después de las 54 sesiones de evaluación	100
8.3.A. Lagrimeo en la copa (Efecto Gibbs-Marangoni)	101
8.3.B. Atributos de Apariencia en las seis muestras de mezcal	104
8.3.C. Atributos de Olor en las seis muestras de mezcal	107
8.3.D. Atributos de Flavour en las seis muestras de mezcal	110
8.3.E. Atributos de Otras sensaciones en las seis muestras de mezcal	112
8.3.F. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de apariencia y las seis muestras de mezcal	115
8.3.G. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de olor y las seis muestras de mezcal	117
8.3.H. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de flavour y las seis muestras de mezcal	119
8.3.I. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de otras sensaciones y las seis muestras de mezcal	121
8.5.A. Ángulos representativos de los parámetros de color	125
8.6.A. Representación gráfica del análisis de clúster	131



1. RESUMEN

La importancia del presente proyecto radica en la realización del perfil sensorial de diferentes mezcales 100% agave empleando metodología de Análisis Cuantitativo Convencional basado en el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), este método se basa en la comparación, valoración, discriminación y descripción cuantitativa de un producto, en este caso mezcal, llevado a cabo por un panel de jueces entrenados en función de unos descriptores previamente definidos, para obtener datos objetivos. La capacidad de diferenciar los atributos y sus respectivas intensidades es esencial (Stone et al., 2004), además de la repetibilidad, la concordancia entre los jueces y la capacidad discriminativa de cada uno (Dijksterhuis, 1995). Por lo tanto, el QDA incluye la identificación y desarrollo de un léxico para el producto a estudiar, y un entrenamiento de un panel de jueces con material de referencia (Pujchakarnet al., 2016). El objetivo de éste trabajo fue generar y definir los descriptores particulares del mezcal provenientes del tipo de agave utilizado, o los procesos tradicionales locales empleados en su elaboración y a la zona geográfica de producción.

La ejecución de las evaluaciones se llevó a cabo en tres etapas; en la primera se realizó un proceso de selección de jueces mediante la aplicación de pruebas olfatorias: pruebas de reconocimiento, pruebas discriminativas, pruebas de umbral y prueba de memoria así como la prueba de gustos básicos (dulce, salado, ácido y amargo) desarrolladas y validadas en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Facultad de Química (García 2007 y Méndez 2011). Como resultado, se consolidó un panel de 24 jueces compuesto por 67% mujeres y 33% hombres con un intervalo de edad de 21 a 46 años. La segunda etapa fue realizar la evaluación de las muestras utilizando el perfil de dilución debido a que la bebida presenta 45.2-55.4% Alc. Vol. Se emplearon en esta etapa 10



mezcales elaborados con procesos tradicionales de la región origen. Se observó que la concentración que permitió mantener las características del producto, fue 30% de alcohol la que permitió percibir los atributos sensoriales de forma similar a lo percibido en las muestras sin dilución. En la tercera etapa se realizó el entrenamiento de los jueces empleando para ello estándares físicos (Espinosa y Reyes, 2014). La evaluación de las muestras de mezcal comenzó cuando el panel presentó en las evaluaciones un coeficiente de variación igual o menor al 35% en la mayoría de los atributos y no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la evaluación de los jueces en todos los atributos, confirmando con esto el entrenamiento del panel lo que permitió la evaluación de las seis muestras de mezcal.



2. INTRODUCCIÓN

El término mezcal proviene del náhuatl metl 'maguey' e ixcalli 'cocido', es decir, mexcalli, "maguey cocido". Cuenta la leyenda zapoteca que la diosa Máyatl, poseía cuarenta mil senos de los cuales brotaba un elixir maravilloso que ofrecía a sus adoradores. Una vez la diosa se sentía excitada, sensación que le era desconocida, originada al formarse en su corazón unos maravillosos gusanos que sensibilizaban al cuerpo de la soberbia diosa. Máyatl se enamoró de un guerrero: Chag, que



Figura 2.A. Diosa Máyatl

Fuente: Bancomext, Mezcal, elixir de larga vida, (México, D.F. CVS, 1997), 3

no osaba ver a la diosa como su igual. La tímida actitud de Chag impulsaba a la diosa a buscar la forma de obtener su amor. Un día, Máyatl ofreció a su amado el más hermoso de sus senos para que bebiera el elixir que brotaba de sus entrañas, cuando Chag bebió lo suficiente, venció su timidez e imploro a la diosa: "...hazme dios o hazte mujer..." y Máyatl profundamente conmovida, llevo la mano a su corazón y tomando uno de los gusanos sagrados se lo ofreció a Chag. El mortal se sintió a la altura de su diosa y la amó intensamente durante siete días y siete noches.

Otra leyenda muy popular menciona que un rayo, al caer sobre el agave hizo la primera tatemala siendo así como se obtuvo la mágica bebida. Es por esta razón que se le considera como la bebida llegada del cielo: "elixir de los dioses" (Bancomext, 1997).



DENOMINACIÓN DE ORIGEN MEZCAL

El mezcal es una bebida alcohólica 100% mexicana, desde el 28 de noviembre de 1994 es un producto protegido por la Denominación de Origen (DO), donde se establece como región geográfica para la producción de mezcal a ocho estados productores de mezcal Zacatecas, Durango, Guerrero, Michoacán, San Luis Potosí, Guanajuato, Tamaulipas y Oaxaca, dentro de éste último se reconoce como la Región del Mezcal, a los distritos de Sola de Vega, Miahuatlán, Yautepec, Santiago Matatlán, Tlacolula, Ocotlán, Ejutla y Zimatlán. Al ser modificada la Denominación de Origen, en agosto de 1997 se incorporaron 11 municipios pertenecientes al estado de Tamaulipas; en noviembre del 2001, se incluye la región geográfica del municipio de San Felipe del Estado de Guanajuato. A partir de noviembre de 2012, se dio a conocer la firma de la Declaratoria con la que se modifica la Denominación de Origen Mezcal, con la que se incluyen a 29 municipios del Estado de Michoacán y se crea el "Corredor del Mezcal", el cual abarcará desde Oaxaca hasta Tamaulipas; en agosto 2018, se amplió su alcance e incluyó a 3 municipios de Morelos, 15 del estado de México, seis de Aguascalientes y el municipio de Xochiltepec de Puebla. El 12 de octubre de 2021, se agregaron 4 municipios del estado de Sinaloa (municipios de Mazatlán, Rosario, Concordia y San Ignacio).
(<http://www.ejournal.unam.mx/cns/no87/CNS087000007.pdf>)
(https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5632309&fecha=12/10/2021)

DEFINICIÓN Y PROCESO GENERAL DE ELABORACIÓN DEL MEZCAL

El mezcal se define de acuerdo a la NOM-070-SCFI-2016. Bebidas alcohólicas. Mezcal. Especificaciones: "Bebida alcohólica destilada mexicana, 100 % de maguey o agave, obtenida por destilación de jugos fermentados con microorganismos espontáneos o cultivados, extraídos



de cabezas maduras de magueyes o agaves cocidos, cosechados en el territorio comprendido por la Resolución (Ver 2.9).

Es un líquido de aroma y sabor derivado de la especie de maguey o agave empleado, así como del proceso de elaboración; diversificando sus cualidades por el tipo de suelo, topografía, clima, agua, productor autorizado, maestro mezcalero, graduación alcohólica, microorganismos, entre otros factores que definen el carácter y las sensaciones organolépticas producidas por cada Mezcal.

El mezcal puede ser añadido de edulcorantes, colorantes, aromatizantes y/o saborizantes permitidos por el Acuerdo correspondiente de la Secretaría de Salud (Ver 2.10).” (NOM-070-SCFI-2016).

EXPORTACIONES Y PRODUCCIÓN

En 2021, la balanza comercial agroalimentaria del país (agropecuaria y agroindustrial) rompió récord en exportaciones, con un valor de 44 mil 442 millones de dólares, el más alto reportado en 29 años, informó la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Las exportaciones en cuanto a productos agroindustriales, registraron el mayor crecimiento las ventas al exterior de carne y despojos de aves de corral, con 175.02 por ciento; aceite de soya, 108.40 por ciento; sopas, potajes o caldos, 45.20 por ciento; aceite de girasol, cártamo, algodón, 41.0 por ciento; **tequila y mezcal, 35.83 por ciento**; aguas y refrescos, 33.49 por ciento, y jugo de naranja congelado, con 25.62 por ciento.



Mientras que los productos nacionales con mayor valor de exportación fueron la cerveza, con cinco mil 618 millones de dólares; **tequila y mezcal, con tres mil 317 millones de dólares**, y aguacate, tres mil 85 millones de dólares, subrayó. (<https://www.gob.mx/agricultura/prensa/alcanza-balanza-comercial-agroalimentaria-superavit-de-siete-mil-192-mdd-en-2021>)

ESTUDIOS SOBRE EL MEZCAL

Las características sensoriales que presentan los productos alimenticios juegan un papel importante durante la elección de los mismos por el consumidor. El atributo sensorial que los consumidores perciben primero es el color. El color de los mezcales contribuye a sus cualidades sensoriales ya que es consecuencia de los factores que concurren en el proceso de elaboración incluyendo la materia prima empleada y técnicas de conservación. Otro atributo relevante es el aroma o conjunto de sensaciones provocadas por las moléculas volátiles que llegan a la mucosa olfativa por vía retronasal, el aroma juega un papel importante en la elección de los alimentos. Para su caracterización, no solo es importante determinar cuáles son las moléculas constitutivas de su aroma característico, sino también el realizar un minucioso estudio sensorial que permita conocer cuáles son las relaciones existentes entre las sensaciones percibidas y la composición aromática que se obtiene químicamente (González – Díaz, 1994).

Actualmente existen varios trabajos publicados, cuyos estudios se enfocan en las características químicas de diversas bebidas alcohólicas



tanto fermentadas como destiladas, sin embargo, son pocas las publicaciones que se enfocan a las características sensoriales que identifican a las bebidas típicas regionales mexicanas (Carmona, 2008).

Entre los estudios instrumentales-sensoriales que se han realizado al mezcal, fue el reportado por Molina, en 2007, donde determinaron los compuestos volátiles del mezcal, estudiando 10 muestras comerciales de la bebida, mediante extracción líquido-líquido con diclorometano y concentrando el extracto orgánico por evaporación. Se identificaron 85 componentes que se clasificaron de acuerdo a su naturaleza química en acetales, ácidos orgánicos, alcoholes, cetonas, aldehídos, ésteres, fenoles y terpenos, siendo los grupos más abundantes en constituyentes y presencia los alcoholes, ésteres y ácidos orgánicos; siendo los compuestos predominantes: ácido decanoico, alcohol isoamílico, 1-hexanol, decanoato y butanoato de etilo, las notas aromáticas con los que se correlacionaron fueron madera, dulce, herbal, canela y frutal, respectivamente. Además, se encontraron 30 componentes previamente reportados en la literatura como importantes descriptores de aromas en bebidas alcohólicas. Un 76% de los componentes han sido encontrados también en tequilas (Carmona, 2008).

Esta variabilidad significa que el mezcal es una bebida con atributos característicos de los distintos tipos de agave y de los procesos tradicionales locales empleados en su elaboración y no debe ser entendida por falta de calidad, sino como la expresión de particularidades propias y distintivas de cada una de las marcas comerciales. En ese sentido es necesario conocer cuáles son esos compuestos que constituyen el mapa químico de cada mezcal originario de las distintas regiones productoras, de los agaves y procesos



utilizados en su elaboración con el fin de caracterizar apropiadamente al mezcal lo cual puede ser empleado para tipificar esta bebida, para determinar la autenticidad de muestras comerciales y como parámetros de referencia para la detección de adulteraciones (Ávila, 2010).

Las evaluaciones realizadas son, principalmente instrumentales, encontrándose pocas referencias sobre estudios sensoriales, por ello es necesario realizar el perfil sensorial de distintas muestras de mezcal empleando metodología descriptiva como el perfil convencional basado en el QDA (Análisis Cuantitativo Descriptivo), en la cual se podrá identificar, definir y medir los atributos que son característicos en esta bebida alcohólica lo cual permitirá diferenciarla de otras bebidas alcohólicas nacionales, como el tequila, o internacionales como el whisky, siendo el presente trabajo una continuación del publicado en el 2014 "DESARROLLO DEL PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES TRADICIONALÑES DE DOS REGIONES PRODUCTORAS: ZAPOTITLÁN DE VADILLO, SUR DE JALISCO, Y LA REGIÓN OCCIDENTAL DEL DISTRITO DE EJUTLA, VALLES CENTRALES DE OAXACA" por Q.A. Sarai Espinosa y Q.A. Rosario Reyes.



3. OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- ✿ Establecer, definir y evaluar las características sensoriales de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones percibidas en mezcales 100% agave, comercializados en la Ciudad de México.
- ✿ Clasificar por variedad de agave utilizado y/o proceso de elaboración empleado.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ✿ Integrar un panel y entrenarlo para la evaluación sensorial del mezcal.
- ✿ Generar y definir los descriptores sensoriales característicos del mezcal mediante un análisis sensorial usando como metodología descriptiva el perfil convencional basado en el QDA (Análisis Cuantitativo Descriptivo).



4. ANTECEDENTES

4.1 ORIGEN E HISTORIA

La palabra mezcal, según el escritor y filólogo mexicano Cecilio A. Robelo (1839-1916), en su Diccionario de la mitología náhuatl (1911), se deriva de *Mexcalli* o del aztequismo Mezcal y de la partícula *al*, que expresa abundancia y significa "donde abunda el mezcal". *Mexcalli* se compone de dos partes: *Metl* que significa agave e *ixcalli* quiere decir cocido. Por tanto, el significado en conjunto es agave cocido. (Torretera, 2001)

Mizcal también aparece en la lengua náhuatl, ésta palabra fue acogida por el Fray Bernardino de Sahagún en su Historia General de las cosas de Nueva España y la definió como "pencas de agave cocidas" (Bancomext, 1997).

El lexicógrafo francés Remí Simeón recogió otra acepción náhuatl para Mexcalli en su Diccionario de la Lengua náhuatl o mexicana (1885), ésta es: licor obtenido del agave.

El vocablo que comprendería este mismo significado en la lengua zapoteca, dista mucho de los anteriores, ya que éste es: nizóopizáhui o nizóonizáhui, lo que quiere decir, según el Vocabulario de la Lengua Zapoteca de Fray Juan de Córdoba "vino de pencas de agave asadas".

"Maguey" es una palabra de origen antillano y Agave es el nombre científico que le dio al maguey el naturalista sueco Carlos de Linneo a mediados del siglo XVIII (del vocablo grecolatino *agavus*). (<http://www.elportaldemexico.com/cultura/bebidas/magueyagave.htm>)



En México existen 272 de las 310 especies reportadas, con 135 especies endémicas, una veintena de subespecies y casi treinta variedades, con formas y tamaños diferentes. Tienen forma de piña, de la cual salen sus hojas o pencas, a veces rectas y otras dobladas, carnosas pero duras, de bordes espinosos, a veces de color amarillo y con una púa en la punta. Sus flores (llamadas quiotes) llegan a medir 12 metros. (García, 2002)

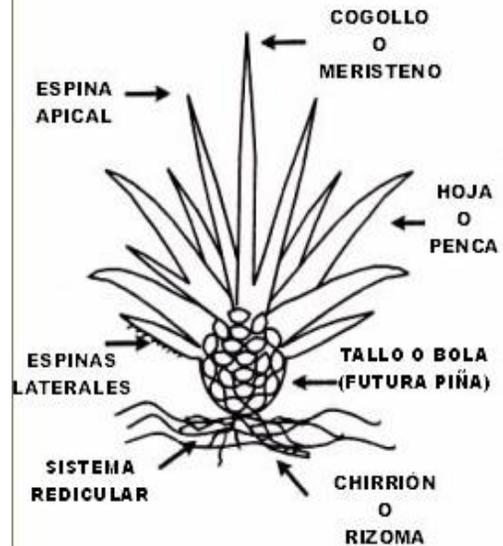


Figura 4.1.A. Anatomía del Agave
Fuente:
<http://www.acamextequila.com.mx/amt3/elagave.html>

El origen del mezcal se remonta al siglo XVI, donde se puede determinar que el mezcal es el resultado de tres sistemas de conocimiento: árabe, español y prehispánico. Y es que a partir de la conquista, los españoles introdujeron a México el sistema de destilación por medio del alambique, éste a su vez, le sería heredado por los árabes. El mezcal es la primera bebida eminentemente mestiza que surge al mundo por la conquista española de tierras americanas.

A partir de entonces y durante el resto de la época colonial la producción de bebidas alcohólicas, como el pulque y el vino mezcal se vio favorecida, de ésta manera la venta de las bebidas representó un fuerte ingreso para la Corona Española por lo que en 1608, Don Juan de Villela y Olabarrieta, fundó las cajas reales para cobrar el impuesto al Vino Mezcal (Quiroz, 1997).

Durante el régimen porfirista alrededor del año de 1895, en apoyo al desarrollo capitalista, se introducen en Jalisco técnicas modernas de destilación. El nacimiento y desarrollo del mezcal en un inicio fue controlado férreamente por los hacendados y el gobierno virreinal, sin



embargo en regiones como Oaxaca es en donde los indígenas logran apropiarse del proceso de elaboración sustituyendo elementos como el tubo de cobre del alambique por carrizo y el contenedor por ollas de barro (Quiroz, 2001). Con esto se inicia la clara separación entre el tequila y el mezcal. El tequila adoptó la industrialización en el proceso de destilado para con ello poder aumentar su volumen de producción pero al mismo tiempo perdió su espíritu y tradición que aún conserva el mezcal (Sánchez, 1989).

Avanzando en el siglo XX, la influencia del capitalismo hace progresar las tendencias evolutivas de la industria de las bebidas alcohólicas. En la década de los cuarenta, el proceso de transnacionalización alcanza a la industria tequilera y la pone en manos de los extranjeros. Sin embargo, para asegurar la calidad y certificar este producto, se integra la Cámara Regional de la Industria Tequilera, la cual permite la consolidación de la industria y aumento de la demanda.

Posteriormente, las campañas publicitarias consiguen incrementar la demanda nacional e internacional, lo que llega a una insuficiencia en la capacidad productiva del tequila, especialmente por la escasez de materia prima (Quiroz, 1997). Los productores tratan de resolver la situación comprando agaves de otras partes de la república (entre ellas Oaxaca) lo cual va en contra de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-SCFI-2012, BEBIDAS ALCOHOLICAS-TEQUILA-ESPECIFICACIONES. Esto repercute en la elaboración y cadena de producción del mezcal (Luna, 1991). Se establece la Norma Oficial Mexicana del Mezcal en 1949 es así como se trataba de proteger la materia prima y el proceso de elaboración del mezcal. Sin embargo, esta norma no cubrió totalmente las expectativas ya que la descripción resultaba poco específica y no se apegaba realmente a las características del mezcal.



Para mejorar el documento anterior, el 17 de agosto de 1994 en el Diario Oficial de la Federación es publicada la Norma Oficial Mexicana (NOM-070-SCFI-1994) Bebidas Alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.

La reciente actualización de dicha norma se realizó el 23 de febrero de 2017 en el Diario Oficial de la Federación es publicada la Norma Oficial Mexicana (NOM-070-SCFI-2016) Bebidas Alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.

4.2 COMERCAM

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, como titular de la Denominación de Origen Mezcal, dejó en manos de la iniciativa privada el resguardo y desarrollo del mezcal por medio del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal A.C. (COMERCAM), que desde el 12 de diciembre de 1997 funge como organismo que vigila el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones, para tal efecto se ha obtenido la acreditación del Organismo de Certificación: Reg. No. 33/11 y Unidad de Verificación No. UVNOM 030 por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. Cabe señalar que existen otros organismos verificadores o consejos reguladores, por la finalidad del presente trabajo solo se destaca al Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal A.C.



4.3 CADENA DE PRODUCCIÓN

La cadena productiva del mezcal está compuesta por tres sectores: los productores de agave, los palenqueros o destiladores y los comercializadores. Los productores de agave son el grupo más numeroso de la cadena de producción del mezcal y está conformado por campesinos indígenas que trabajan los terrenos de temporal. El siguiente sector es llamado el corazón de la actividad se trata de los palenqueros o destiladores. Finalmente, se encuentra el sector de los comercializadores que controlan el mercado nacional e internacional. Son los que cuentan con mayor infraestructura y técnicas de comercialización por lo que se quedan con la mayor parte de las ganancias de ésta agroindustria.

4.4 PROCESO DE ELABORACIÓN

Según la Norma Oficial Mexicana, el mezcal es:

Bebida alcohólica destilada mexicana, 100 % de maguey o agave, obtenida por destilación de jugos fermentados con microorganismos espontáneos o cultivados, extraídos de cabezas maduras de magueyes o agaves cocidos, cosechados en el territorio comprendido por la Resolución (Ver 2.9).

Es un líquido de aroma y sabor derivado de la especie de maguey o agave empleado, así como del proceso de elaboración; diversificando sus cualidades por el tipo de suelo, topografía, clima, agua, productor autorizado, maestro mezcalero, graduación alcohólica, microorganismos, entre otros factores que definen el carácter y las sensaciones organolépticas producidas por cada Mezcal.



El mezcal puede ser añadido de edulcorantes, colorantes, aromatizantes y/o saborizantes permitidos por el Acuerdo correspondiente de la Secretaría de Salud (Ver 2.10).

El proceso de elaboración del mezcal consta de 8 operaciones básicas:

1. **Siembra y cosecha.** Los cultivos de agave funcionan por etapas. La primera de éstas transcurren como hijuelos al lado de agaves adultos (planta madre) o también mediante semilla o bulbillo. La segunda etapa es cuando son separados los hijuelos de la planta madre, se procede a la plantación precisamente antes de la época de lluvias; y la última etapa es donde la nueva planta debe quedar asentada y enterrada en un 75% de su volumen. Sin embargo, hay que considerar que, al ser el hijuelo una copia idéntica de la planta madre (clon), el uso extensivo de este método puede poner en riesgo la diversidad genética de éstas plantas, tal y como sucedió en el caso del tequila ya que las plantaciones de *Agave Weber tequilana* han perdido prácticamente toda su diversidad.



Figura 4.4.A. Plantación de los hijuelos de agave

Fuente: http://www.chachachamezcal.com/asi-los-hacemos#!__asi-los-hacemos

Su crecimiento es muy lento, la maduración demora de 8 a 10 años incluso hasta 25 años durante esos años crece y acumula carbohidratos, principalmente una cadena lineal de fructosa denominada inulina. Florecen sólo una vez y emiten un largo tallo de casi 10 m de altura



(ramificado o no) que nace del centro de la roseta, con numerosos grupos de flores tubulares. La planta muere tras desarrollar el fruto, pero por lo general produce retoños en su base.

Otros factores importantes son:

La **tierra** tiene diferentes componentes orgánicos y minerales

El **sol** vierte sus rayos dando un calentamiento distinto a la tierra de acuerdo a la posición geográfica.

El **agua** utilizada en el ajuste del grado alcohólico ya que es distinta en cada región del territorio nacional protegido por la Denominación de Origen (Carmona, 2008).

2. **Corte de las piñas.** Para la cosecha y corte del agave se utiliza una barreta con punta semicircular cortante llamada coa para eliminar las pencas del agave hasta dejar el centro descubierto a esta forma se le conoce como "piña", a este proceso se le conoce como jima o desvirado. Cuando las piñas llegan a la fábrica de Mezcal o palenque, son de color blanco y se rajan en 2 o más pedazos antes de ser cocidas.



Figura 4.4.B. Agave maduro



Figura 4.4.C. Agave desvirado



Figura 4.4.D. La piña del agave

Fuente de las figuras:
http://www.chachachamezcal.com/asi-los-hacemos#!__asi-los-hacemos



3. **Cocción.** Ya en el palenque (fábrica) los agaves recién desvirados son cortados en cuartos (Fig.4.4.E.) para facilitar la cocción y son llevados al horno, el cual es un hoyo cónico revestido con piedras de río (Fig. 4.4.F.)



Figura 4.4.E. Agave cortado



Figura 4.4.F. Horno revestido de piedras de río

El horno de tierra se precalienta hasta que las piedras estén al rojo vivo (Fig. 4.4.G.). Y se colocan 4 capas: la primera es de bagazo para que el agave no entre en contacto directo con el calor de las piedras, la segunda capa son las piñas cortadas (Fig. 4.4.H.), la tercer capa son palmas y la cuarta y última capa es de tierra (fig. 4.4.I.) con la que se sella el horno de forma natural; durante 3 días se lleva a cabo la cocción de las piñas.



Figura 4.4.G. Calentamiento de las piedras al rojo vivo



Figura 4.4.H. Piñas cortadas y acomodadas para su cocción



Figura 4.4.I. Cuarta capa del horno: Tierra

Fuente de las figuras 4.4.E,F,G,H: http://www.chachachamezcal.com/asi-los-hacemos#!__asi-los-hacemos
Fuente de la figura 4.4.I: http://www.espiritulauro.com.mx/proceso-espiritu_esp.html



Esta operación unitaria tiene por objeto hidrolizar y solubilizar los azúcares del agave; el cual tiene como reserva de carbohidratos polímeros de fructosa (fructosanos) tales como la inulina (Figura 4.4.J.) que son más pequeños que las moléculas de almidón y más solubles en agua. La molécula de inulina son glúcidos complejos (polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa (cadenas de 25 a 35 residuos de fructosa unidas por enlaces glucosídicos β (2-1) y termina con una molécula de sacarosa). El Agave contiene un alto contenido de sólidos (33%). Los fructanos representaron aproximadamente el 70% de los sólidos solubles.

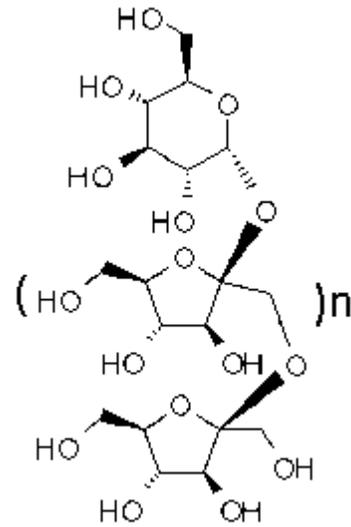


Figura 4.4.J. Molécula de inulina

Fuente:
Dialnet-
ObtencionDeAzucaresFermentables
APartirDeInulinasas-
2695331%20(2).pdf

Composición Química:

- Humedad 67%
- Sólidos solubles 33% (Celulosa 36.20%, Fructano 69.75% y Lignina 17.02%).

El porcentaje total de los azúcares está formado por:

- 75 Partes de Fructosa
- 25 Partes de Glucosa.
- 5 Partes de Inulina



La inulina presente en el agave se degrada durante el cocimiento dando principalmente varias moléculas de fructosa, alrededor del 20% de sacarosa y el trisacárido 1, β -fructosilnulobiosa (Arrazola, 1969).

La fructosa y la glucosa presentes en el agave son dos azúcares reductores que pueden ser utilizados para obtener alcohol con un proceso de fermentación, además de que pueden interactuar con las proteínas dando como resultado la caramelización. (Téllez, 1998).

El contenido promedio de azúcares reductores totales que están presentes en el agave varía entre 20 y 30% en peso. Cuando un agave tiene un contenido de ART de 20% es considerado de baja calidad, y si presenta entre 25 y 30% es de buena calidad (Granados, 1993; Téllez, 1998).

Métodos de cocimiento: húmedo y seco

Cocimiento Húmedo: es el más usado hoy en día y se lleva a cabo mediante el uso de autoclaves de gran capacidad a temperaturas de 121°C. El tiempo de cocimiento es una de las variables críticas en el proceso de hidrólisis – solubilización, ya que la inulina se solubiliza principalmente a altas temperaturas y se hidroliza en medio acuoso y pH bajo (4.5).

Cocimiento seco: Tradicionalmente, las piñas se cuecen en hornos de tierra que son pozos con un diámetro aproximado de 2.5 a 3.5 m. Los pozos se alinean con piedras calientes, luego con hojas de agave, petate y tierra. Se dejan las piñas cociéndose en el pozo durante tres días. Esto le permite absorber los sabores de la tierra, de la madera y del humo. También hay hornos de mampostería en donde usan leña o vapor, aunque en algunos casos, la hidrólisis tiene una serie de inconvenientes,



como el agua es limitante y el oxígeno es abundante interaccionando rápidamente con los azúcares generando compuestos de oxidación.

4. **Molienda.** Proceso en el cual se extraen los azúcares solubilizados presentes en el jugo de la piña cocida mediante el desgarramiento de la pulpa, permitiendo con esto que los microorganismos accedan fácilmente a los azucares, facilitando el proceso de fermentación. Se lleva a cabo de manera tradicional utilizando molino de piedra redonda llamada tahona (Ver Figura 4.4.4) que pesa cerca de 500 kg tirado por bueyes o equinos, que gira alrededor de un poste sobre un piso de piedra, donde se extienden los trozos de piña y se van triturando. En algunas regiones de México utilizan trapiches de madera o metal con tracción animal o las canoas; recipientes cóncavos alargados fabricados en madera o piedra que son utilizados para la molienda del agave cocido. Dos personas se turnan para golpear y moler el agave con pesados mazos. Los sistemas más tecnificados y automatizados usan desgarradoras mecánicas de acero inoxidable. Como resultado de ésta operación unitaria se obtiene el jugo de agave que contiene aproximadamente el 12% de azúcares reductores directos. Con esta materia prima se formula el mosto o caldo para la fermentación.



Figura 4.4.K. Molino de piedra redonda llamada Tahona

Fuente: <http://www.ianchadwick.com/>



5. **Fermentación.** Se transportan los mostos a tinajas de madera de roble o encino que pueden tener capacidad de 2,000 litros o tanques de acero inoxidable de volumen variable (desde 12,000 hasta 150,000 litros). En el mezcal artesanal y ancestral puede incluir la fibra del maguey o agave (bagazo). El proceso de fermentación tiene tres elementos fundamentales: el inóculo, el agua y la temperatura.

El mosto se puede inocular de manera espontánea o inocular con un cultivo microbiano seleccionado, el cual puede ser una con cepas propias o cultivos mixtos. De las fermentaciones hasta ahora estudiadas se han aislado aproximadamente 400 cepas de levaduras y éstas se han agrupado, a nivel molecular, en 16 grupos, siendo las más frecuentes *Candida apicola*, *Candida intermedia*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Zygosaccharomyces bailii*. Se inocula con poblaciones que van desde 100 células/mililitro; el cultivo se mantiene en condiciones semi-anaerobias por tiempo variado.

La fermentación se lleva a cabo a temperaturas que oscilan entre los 30 y 42°C, dependiendo de la eficacia de control de temperatura que se lleve a cabo será el tiempo de fermentación que puede ser desde 12 hasta 72 horas o más, alcanzando una riqueza alcohólica que va desde 4.5 a 6%. La fermentación natural deja que los microorganismos actúen libremente y desdoblen los hidratos de carbono para convertirlos en alcohol etílico, se puede apoyar al proceso sin alterarlo, vertiéndole de forma alternada agua fría y caliente.

Ésta es una de las etapas más importantes ya que en ésta operación se produce alcohol y otros componentes volátiles que conforman al mezcal así como compuestos que generan los microorganismos que



intervienen en éste proceso fermentativo y que le confieren particularidades sensoriales al mezcal, los cuales aportan sabor y olor a la bebida ; pero también los que pueden incidir en la calidad sanitaria del producto, lo cual llevaría a entender qué microorganismos podrían ser los más importantes a fin de mejorar la calidad del mezcal.

La tendencia en la producción de mezcal debería de utilizar microorganismos con las mejores características para la producción, además de favorecer el crecimiento de aquel o aquellos que le den las mejores características de sabor, olor, además de la producción de alcohol.

6. **Destilación.** Etapa crítica del proceso ya que consiste en condensar los vapores producidos por la evaporación se realiza en aparatos llamados alambiques que pueden estar hechos de diferentes

Alambique MICHOACANO y sus partes



Figura 4.4.L. Alambique michoacano y sus partes
Fuente: autora: Laura Montanaro (2009) para Mezcalpedia.com
(Enlace al sitio web donde se encuentra la imagen: Mezcalpedia.com).

materiales como: ollas de barro, carrizo, cazo de cobre y quiote; cazos de cobre, madera (caoxcomite) y quiote; de cobre con serpentín; de cobre con platos deflectores; de cobre con pre-calentador del mosto; de acero inoxidable.

En el mezcal artesanal y ancestral puede incluir la fibra del maguey o agave (bagazo).



El "mosto muerto" se calienta y se destila hasta obtener un producto intermedio llamado ordinario con una concentración alcohólica de 25 a 30%, la cual se le han removido sólidos, parte del agua y las "cabezas" y "colas". Las primeras contienen los compuestos muy volátiles que destilan antes que el etanol, debajo de 80°C, como metanol, isopropanol y acetato de etilo y las segundas, aquellos compuestos menos volátiles como los alcoholes amílico e isoamílico y algunos ésteres. El "ordinario" se destila nuevamente, para enriquecer el contenido alcohólico hasta 55%. Para el mezcal envasado (esto depende del tipo de mezcal y de la exigencia del consumidor final), este se diluye con agua desionizada hasta lograr contenidos alcohólicos de 35 a 55° Alc. Vol. Esta operación es el punto en el que se definen los compuestos que acompañan al etanol y su cantidad (pero depende de los que se haya generado en la fermentación y de su debido cuidado). Si la destilación se restringe a un rango limitado de temperatura de ebullición, los aromas se ven disminuidos; si en la destilación se amplía en dicho rango, aumentan los compuestos aromáticos y el volumen total de destilación y esto da como resultado una bebida alcohólica de bajo costo pero agresivo para el consumidor y posiblemente, fuera de los parámetros que señala la normativa vigente.

El tiempo de destilación dependerá de cómo se haya desarrollado la fermentación, del tipo de alambique, del material con que esté hecho y del número de destilaciones que se aplique. Para elaborar una bebida alcohólica de mejor calidad, se re-destila todo el producto con el fin de estandarizar la graduación alcohólica. Esto depende de cómo se vayan separando y condensando cada uno de los subproductos de la destilación y de cómo se ensamblen al final



de la misma. No es el objetivo solo estandarizar la graduación, sino los sabores y aromas.

7. **Añejamiento.** La finalidad es conferirle al mezcal el color y bouquet (aroma y sabor) característico por lo que se almacena en barricas. De acuerdo a la NOM-070-SCFI-2016, el mezcal debe permanecer más de 12 meses en recipientes de madera que garanticen su inocuidad de capacidades menores a 1000 L, en un espacio con variaciones mínimas de luminosidad, temperatura y humedad para que pueda tener esta clasificación.
8. **Envasado.** Parte final del proceso donde el mezcal se envasa en recipientes conforme a la NOM-142-SSA1/SCFI-2014 (ver 2.2 de la NOM-070-SCFI-2016) y debe cumplir al menos 4 etapas:

- a) filtración del producto terminado, debe utilizar filtro (s) para la captura de sólidos;
- b) llenado;
- c) taponado y
- d) sellado

Primero está el ajuste del grado alcohólico, que según la NOM-070-SCFI-2016, debe estar entre 35 y 55% de alcohol volumen a 20°C.

A continuación, se presentan los procesos de elaboración de mezcal tanto tradicional como industrial.





Figura 4.4.M. Proceso tradicional de elaboración del mezcal

Fuente: <http://alitariparavolar.com/2011/09/08/mezcal-un-sorbo-de-cultura-y-tradicion/>





Figura 4.4.N. Proceso industrial de elaboración del mezcal

Fuente figura A,D,G,I,L,M,N,O,P,Q : <http://zignummezcal.com/origen.php?which=2>

Fuente figura B,C,E,F,H,J,K: <http://www.mezcalbeneva.com/tecnologia.html> ; <http://www.mezcalbeneva.com/tradicional.html>

Fuente figura R: <http://larevista.mx/wp-content/uploads/2012/11/Grupo4-botellas.jpg>



4.5 CLASIFICACIÓN DEL MEZCAL

De acuerdo con el proceso específico utilizado de cocción del maguey o agave, molienda, fermentación y destilación, se obtienen 3 categorías de mezcal:



Mezcal



Mezcal Artesanal



Mezcal Ancestral

La normativa vigente describe las diferentes clases de mezcal, las cuales son:

- a) Blanco o Joven
- b) Madurado en Vidrio
- c) Reposado
- d) Añejo
- e) Abocado con
- f) Destilado con

FUENTE CONSULTADA: NOM-070-SCFI-2016

4.6 COMPUESTOS AROMÁTICOS DEL MEZCAL

El aroma de un alimento o bebida se puede definir como la sensación global producida por los compuestos que interaccionan con las terminaciones nerviosas sensitivas del gusto, olfato y la visión (Goff&Klee, 2006). El aroma está compuesto por centenares de compuestos volátiles que pertenecen a distintas familias químicas y que se encuentran en concentración muy variable (Ruiz y Martínez, 1997).



Los aromas y sabores del mezcal están determinados por compuestos volátiles que son fundamentalmente acetales, ácidos orgánicos, alcoholes, cetonas, aldehídos, esterres, fenoles y terpenos. Siendo los grupos más abundantes en constituyentes y presencia: los alcoholes, esterres y ácidos (Molina, 2007). La naturaleza química y concentración de los diferentes compuestos químicos se forman principalmente durante el cocimiento de las piñas de agave, fermentación, destilación y añejamiento.

Entre los más importantes y que podrían ser los responsables del olor se encuentra: El isovaraldehído, alcohol isoamílico, β -damascenona, 2-feniletanol y vainillina (Benn & Peppard, 1996). Se identificaron 37 compuestos volátiles en mezcales comerciales (joven, reposado y añejo), nueve de los compuestos identificados fueron clasificados como compuestos mayoritarios; entre los que destacan los alcoholes saturados, el lactato de etilo, etil 2-hidroxiopropanoato y el ácido acético; los alcoholes, aldehídos, cetonas, etil ésteres de cadena larga, ácidos orgánicos, furanos, terpenos, alquenos y alquinos se encontraron en menor concentración (León-Rodríguez, 2006).

4.8 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las técnicas de análisis sensorial se han desarrollado como poderosas herramientas para entender como los atributos de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones conducen las preferencias de los consumidores. Las técnicas sensoriales modernas pueden ayudar a los productores a desarrollar nuevos productos que son altamente atractivos para el consumidor. También permiten mejorar el sabor, textura y color de cierto producto para llegar a un mercado específico, así como monitorear su calidad (Escobedo, 2010).



El análisis sensorial es la disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante las características de los alimentos y materiales, así como el modo en que éstas son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (IFT, 1975).

Larmond establece cuatro pilares fundamentales sobre los que se debe sustentar esta disciplina: a) la fisiología de los sentidos, b) psicología de la percepción, c) diseño experimental adecuado y d) correcta utilización de las herramientas estadísticas en el tratamiento de datos (Bárceñas, 2000).

4.8.1 PRUEBAS SENSORIALES

Las pruebas que se llevan a cabo en el análisis sensorial se dividen en dos grandes grupos: pruebas analíticas y pruebas afectivas. De forma general en la siguiente Tabla se muestran algunos tipos de pruebas que integran a los dos grupos que conforma el análisis sensorial.

Tabla 4.8.1.A. Tipos de pruebas sensoriales

Pruebas sensoriales		
Pruebas Analíticas		Pruebas Afectivas
Pruebas Discriminativas	Pruebas Descriptivas	• Aceptación
• Comparación pareada	• Perfil del sabor	• Preferencia
• Duo-trío	• Perfil de Textura	• Nivel de Agrado
• Triangular	• QDA	
	• Método Spectrum	



4.8.1.1 PRUEBAS DE UMBRAL

Su objetivo es determinar el umbral absoluto, que es la concentración a la cual el 50% de los jueces reconoce el gusto básico del que se trata (Utrera, 2007).

El umbral debe elegirse entre un gradiente de concentraciones de un mismo estímulo representado en una serie de muestras cuyo cambio de concentración ha sido establecido. La presentación de las muestras debe incluir concentraciones subumbral y supraumbral, se ordenan de forma ascendente, es decir, comenzando con la menor concentración hasta la mayor.

4.8.1.2 PRUEBAS CUANTITATIVAS

Se refieren a las diferentes formas de cuantificar las respuestas sensoriales. Sirven para unificar los criterios de decisión y cuantificar los juicios (Severiano-Pérez, 2010).

La cuantificación de los juicios pertenece al área de psicofísica, la cual es la ciencia que estudia las relaciones cuantitativas entre estímulo y respuesta. En esta relación existen dos continuos: el psicológico y el físico. Un continuum o continuo se visualiza como una representación lineal de eventos continuos. Una vez que se han asignado valores numéricos a los continuos psicológico y físico, se tiene una escala de medición. La escala psicológica que representa la magnitud percibida de un estímulo, está diseñada para que sus valores correspondan a cada valor numérico conocido asignado en el continuum físico (Severiano-Pérez, 2019).



Los métodos de medición se basan en un juez asigne un valor que indique la intensidad de una respuesta basándose en una escala (Tabla 4.8.1.3.A.)

Tabla 4.8.1.3.A. Descripción de características de pruebas cuantitativas
(Escobedo, 2010)

Prueba	Intervalo	Ordenación
Escala	Número continuo	Número discreto
Tipo de número	Intervalo	Ordinal
Estadístico de prueba	Paramétrico. Ejemplo: T Student (dos muestras), Anova (tres o más muestras)	No Paramétrico. Ejemplo: Newell-McFarlane

En el análisis descriptivo se puede relacionar con resultados instrumentales o preferencias del consumidor. Otra ventaja es que se puede usar para el control de calidad del producto, comparación de prototipos, así como en la investigación del efecto de los ingredientes o variables del proceso en la calidad sensorial final. (Gacula, 1997; Murray et al., 2001).

Existen varios métodos del análisis descriptivo, como el Método de perfil de sabor (Cairncross y Sjöstrom, 1950), Método del perfil de textura (Brandt et al., 1963), Análisis Descriptivo Cuantitativo QDA (Stone, et al., 1974), entre otros.



4.8.1.3 PRUEBAS DESCRIPTIVAS

La finalidad del análisis descriptivo es detallar con palabras y un máximo de eficiencia, involucrando la descripción tanto de componentes cualitativos como cuantitativos del producto a través de un panel de jueces entrenados. Una de las pruebas más utilizadas dentro de la descripción sensorial de los alimentos son los denominados perfiles sensoriales.

Las principales aplicaciones del perfil sensorial son: a) Para definir un estándar de fabricación ya que se establecen las especificaciones o características que debe reunir el producto, b) Para mejorar productos, estableciendo los atributos, éstos se pueden relacionar con las percepciones de los consumidores, c) para comparar un producto con otros del mismo tipo.

Las diferentes etapas en la elaboración de un perfil sensorial son:

- A) Formación de un panel de jueces
- B) Elaboración de una lista de términos descriptivos
- C) Reducción de la lista de términos
- D) Elección de los productos de referencia o estándares
- E) Entrenamiento y calibración del panel de jueces
- F) Elaboración del perfil sensorial



4.8.1.3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

Para este estudio se aplicó el perfil convencional tomando como base la metodología QDA

Sus características se muestran en la Tabla 4.8.1.3.1.A.

Tabla 4.8.1.3.1.A. Características de QDA utilizado en evaluación sensorial

MÉTODO	OBJETIVO	CARACTERÍSTICAS	PROCEDIMIENTO	ANÁLISIS
Análisis Descriptivo Cuantitativo	Identificar y cuantificar los atributos sensoriales de un producto	-Descripción de atributos diversos. -Referencia física por atributo. -Intensidad de cada atributo. -Orden de aparición de los atributos.	-Generación de descriptores -Selección de referencias -Evaluación grupal -Evaluación individual -Análisis de resultados -Definición del perfil	-Medias y desviación estándar -Análisis de Varianza -Gráficos (histogramas, coordenadas polares) -Análisis de componentes principales

Los análisis descriptivos convencionales presentan tiempos de ejecución largos ya que requieren el entrenamiento de jueces para asegurar que el vocabulario y las escalas de evaluación sean usados de forma consistente, se busca que los jueces presenten consenso, habilidad para discriminar muestras y repetibilidad en sus evaluaciones. En el análisis descriptivo convencional se adaptan y/o combinan diferentes estrategias de métodos descriptivos para cumplir con los objetivos específicos del proyecto donde se utilicen. (Villavicencio, 2021).



4.9 ESTUDIOS INSTRUMENTALES REALIZADOS AL MEZCAL

Existen varios estudios analíticos donde se evalúan los parámetros fisicoquímicos de la bebida. Uno de ellos fue el realizado a mezcales elaborados en la planta destiladora del municipio de Nombre de Dios, Durango, México: comportamiento espectral, composición de aldehídos y cetonas, composición de metales, composición de compuestos fenólicos y propiedad antioxidante. Los resultados obtenidos en dicho estudio (Tabla 4.9.A.), permitieron definir un perfil químico del mezcal de Durango, México; que puede ser empleado para tipificar esta bebida, para determinar la autenticidad de muestras comerciales y como parámetros de referencia para la detección de adulteraciones (Ávila, 2010).

Tabla 4.9.A. *Tipificación química en el mezcal elaborado en el Estado de Durango¹*

Característica	Valor y/o descripción
Pico de máxima absorción	277 nm
Perfil de aldehídos y cetonas	10 principales compuestos, de los cuales fueron identificados seis: 5-hidroximetilfurfuraldehído (entre 26.18 y 37.79 mg/L), 2-furaldehído (entre 0.65 y 2.79 mg/L), 5-metilfurfuraldehído (entre 0.33 y 2.20 mg/L), valeraldehído (entre 1.16 y 3.89 mg/L), acetona (entre 36.30 y 52.90 mg/L), y ciclopentanona (entre 0.42 y 2.04 mg/L), a cualquier tiempo de reposo entre 47 y 207 días
Compuesto orgánico predominante	Acetona, a cualquier tiempo de reposo entre 47 y 207 días
Metal más abundante	Fe (entre 39.078 y 87.906 µg/L)
Contenido de fenoles totales	Típico de cada periodo de reposo (alcanza entre 779.90 y 938.62 mg/L a los 207 días)
Perfil fenólico	Los perfiles se hacen más complejos conforme aumenta el tiempo de reposo: dos compuestos (ácido fenólico y derivado de ácido hidroxicinámico) entre 47 y 110 días, seis compuestos (ácido siríngico, ácido fenólico, derivado de ácido hidroxicinámico, flavona glicósido, derivado de ácido benzoico, y dihidroflavonoide) entre 131 y 191 días; 11 compuestos (ácido siríngico, ácido fenólico, derivado de ácido hidroxicinámico, flavona glicósido, ácido benzoico, ácido sinápico, luteolina glicósido, derivado de ácido benzoico, dihidroflavonoide, derivado de ácido hidroxicinámico, y derivado de ácido benzoico) a los 206 días.
Actividad antioxidante	Alta capacidad bloqueadora de radicales libres a cualquier tiempo de reposo entre 47 y 207 días (valores de CE ₅₀ entre 6.564 a 1.238 µg/mL)

¹Ávila, J. (2010), Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del mezcal de Durango para el desarrollo de un índice de calidad



En otro estudio se evaluaron los Aspectos Químicos y Moleculares del Proceso de Producción del Mezcal en el cual se incluye la optimización de las condiciones fermentativas, la identificación molecular de la microbiota nativa y la cuantificación de los compuestos volátiles que impactan en las características finales de la bebida. (Escalante-Minakata, 2012).

También han reportado estudios de los compuestos volátiles de muestras comerciales de mezcal mediante extracción líquido-líquido con diclorometano y concentrando el extracto orgánico por evaporación. Encontrando gran variabilidad entre las muestras analizadas en presencia de constituyentes y en los porcentajes de área de los picos en los cromatogramas que obtuvieron (Molina, 2007).

En el 2012 publicaron un estudio donde se evaluó el efecto de la región de procedencia sobre la calidad aromática de los mezcales de Oaxaca y San Luis Potosí, mediante la correlación de mediciones instrumentales y sensoriales. Las mediciones sensoriales se realizaron con un grupo de jueces entrenados de acuerdo a la Norma Francesa (AFNOR V09-003) para generar un instrumento de medición confiable (jueces entrenados) Sensorialmente se verificó la homogeneidad entre lotes del mismo fabricante del mezcal por medio de las pruebas discriminativas (prueba triangular, AFNOR V09-013 a dos niveles de alcohol 38% y 20% V/V. Se generaron descriptores cuantitativos para cada mezcal. La prueba triangular mostró diferencias entre regiones, además diferencias entre lotes del mismo fabricante, mostrando así la identidad aromática de cada región y fabricante. Los compuestos volátiles en fase gaseosa se extrajeron y concentraron por medio de micro extracción en fase sólida (SPME por sus siglas en inglés) cuantificados por cromatografía de gases con detector de ionización de flama (CG-FID) e identificados por cromatografía de gases con detector de ionización e flama (CG-FID) e identificados por cromatografía de



gases-espectrometría de masas (CG-EM) Los datos fueron evaluados por análisis de componentes principales, mostrando el efecto de la región de procedencia sobre compuestos volátiles de componentes principales, mostrando el efecto de la región de procedencia sobre los compuestos volátiles, al agruparse los mezcales con los compuestos volátiles. Los resultados de las mediciones instrumentales y sensoriales fueron correlacionando mediante la técnica de mínimo cuadrados parciales, mostrando una correlación entre los descriptores diferenciadores y los compuestos cuantificados (García, 2012).

En cuanto a la Normatividad vigente NOM-070-SCFI-2016, se establecen las características y especificaciones que deben cumplir los usuarios autorizados para producir y/o comercializar la bebida alcohólica destilada denominada mezcal. Las especificaciones físicas y químicas que marca la Norma se muestra en la Tabla 4.9.B.

Tabla 4.9.B. Especificaciones fisicoquímicas del mezcal²

Especificaciones	Unidades	Mínimo	Máximo
Alcohol Volumen a 20 °C	% Alc. Vol.	35	55
Extracto Seco	g/L de Mezcal	0	10
Alcoholes Superiores	mg/100 mL de Alcohol anhidro	100	500
Metanol	mg/100 mL de Alcohol anhidro	30	300
Furfural	mg/100 mL de Alcohol anhidro	0	5
Aldehídos	mg/100 mL de Alcohol anhidro	0	40
Plomo (Pb)	mg/L	-	0,5
Arsénico (As)	mg/L	-	0,5

² NOM-070-SCFI-2016. Bebidas alcohólicas. Mezcal. Especificaciones



4.9.1 COLOR

Los químicos utilizan la palabra color para referirse a diferencias espectrales debidas a las variaciones en la constitución molecular o en las configuraciones de los compuestos químicos presentes en un producto (Tavera, 2007).

El color es el resultado de la percepción de la luz después de haber interactuado con un objeto, es una cualidad sugestiva que depende de la intensidad de la luz, del objeto sobre el que incide y del correcto funcionamiento del órgano de la vista, lo cual complementa la información del objeto junto con su forma y su textura. (Lawless, 1998)

En términos físicos se ha definido al color como un parámetro tridimensional y en términos fisiológicos, se debe al efecto de un estímulo de radiaciones lumínicas sobre la retina que el nervio óptico transmite al cerebro, donde se integra. Generalmente, el estímulo consiste en una luz reflejada o transmitida por el objeto a partir de una iluminación incidental. El ojo humano percibe longitudes de onda de 400 a 500 nm para el color azul, de 500 a 600nm para el color verde y amarillo y de 600 a 800 nm para el color rojo. Al conjunto de las longitudes de onda se le llama espectro visible (Figura 4.9.1.A.)

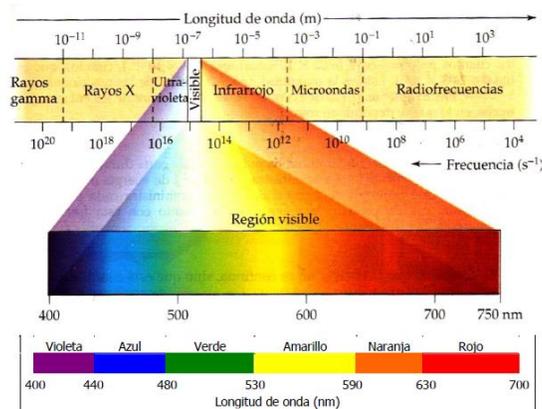


Figura 4.9.1.A. Longitudes de onda de los principales colores a las cuales es sensible el ojo humano. Fuente: <http://www.anionic.com.ar/nota5.html>



Los instrumentos de medición del color buscan simular la manera en la cual los ojos humanos ven el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación. El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría que permite cuantificar diferencias en coloración, fundamentado en el sistema numérico para determinar color-espacio $L^* a^* b^*$, también conocido como el sistema CIELAB. El CIE [por sus siglas en francés Commission Internationale de l'Éclairage, (Comité Internacional de la Iluminación)] desarrolló los sistemas para la determinación del color, siendo que en 1931 se basaron en la teoría de la percepción tricromática y en 1976 recomendaron el espacio de color CIELAB como un sistema tridimensional esférico definido por tres coordenadas colorimétricas.

La coordenada L^* refiere a la claridad o luminosidad y puede tomar valores adimensionales entre 0 (completamente opaco) y 100 (completamente transparente). Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la luminosidad. La coordenada a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad, hacia el rojo si a^* es positiva y hacia el verde si es negativa. Análogamente, la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si b^* es positiva y hacia el azul si es negativa (Figura 4.9.1.B.) (Hui, et al., 2006).

A partir de estas coordenadas se deducen las restantes magnitudes psicofísicas, H^* tono o matiz que expresa las variaciones cualitativas del color y puede variar entre 0 y 360 y C^* croma que corresponde a la pureza del color y varía entre 0 y 1000 aunque normalmente no supera el 150 (Izquierdo, 2001). Se encuentra estrechamente ligado a los parámetros a^* y b^* ya que indica el ángulo donde se ubica el color de la muestra simulando que los atributos a^* y b^* se encuentran en un gráfico circular (Figura 4.9.1.B.)



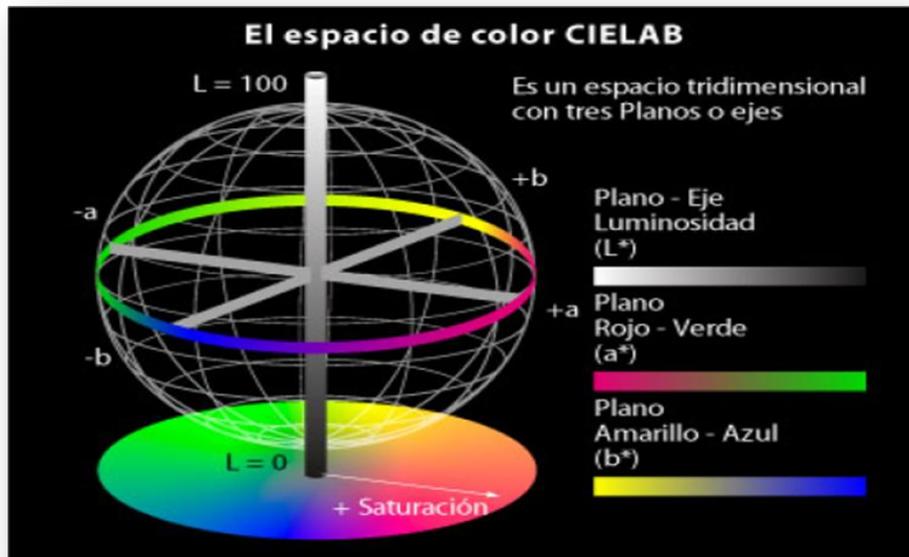


Figura 4.9.1.B. Representación gráfica de las coordenadas L^* a^* b^*

Fuente: http://www.tecnolac.es/html/es/nuevo_proyecto/nuevo_proyecto_2.asp

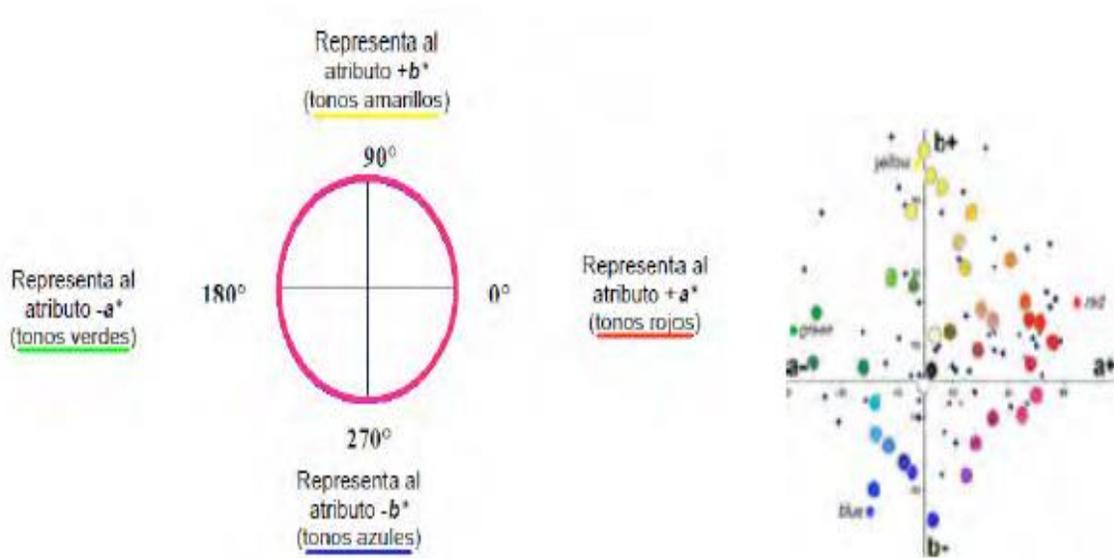


Figura 4.9.1.C. Ángulos representativos de los parámetros de color

Fuente: Escamilla (2006)



4.10 ESTUDIOS SENSORIALES REALIZADOS AL MEZCAL

En la literatura existe escasa información en cuanto a estudios sensoriales, uno de ellos se realizó con mezcal artesanal elaborado en la localidad de Totomochapa, perteneciente al municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero. La valoración consistió en describirlo sensorialmente y determinar su nivel de aceptación por el consumidor, con el propósito de generar una base de la calidad sensorial que permita a los productores compararlo con otros mezcales. En la descripción sensorial se empleó el método de análisis descriptivo cuantitativo (QDA), analizando los resultados aplicando el análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey), además del análisis numérico con Componentes Principales y Conglomerados, en dicho estudio se concentró a los mezcales en tres grupos: 1) Mezcal de Tlacolula, Oaxaca., que en promedio respecto a los otros grupos se distingue por su sabor residual a alcohol, sabor residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo, 2) y 3) Mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero. y Zitlala, Guerrero., que se distingue por sus olores a alcohol y a agave quemado, sabores a químico y residual a alcohol y picor en cavidad nasal; y 4) Mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero., el cual destaca por presentar olor dulce, sabor a agave, sabor dulce y sabor agrio y ser de una coloración amarillo-verde.

Para la prueba de preferencia se usó el índice R para ordenamiento y la prueba de aceptación usando escalas hedónicas encontrando que los resultados mostraron que para los 16 descriptores empleados en los cuatro mezcales evaluados las variables con mayor coeficiente de variación son olor a palma, sabor dulce, sabor agrio y olor a humo.



Otro estudio fue el realizado para describir sensorialmente el mezcal elaborado en la localidad de Totomochapa para distinguirlo de los mezcales de las localidades de Xochihuehuetlán, Zitlala y Tlacolula. Diseño/metodología/aproximación: Utilizaron tres mezcales tradicionales del estado de Guerrero: uno de la comunidad de Totomochapa, uno de la localidad de Zitlala y otro de Xochihuehuetlán; además de un mezcal de referencia de Tlacolula, Oaxaca. La descripción sensorial la realizaron con 16 descriptores, emplearon el método de análisis descriptivo cuantitativo, que incluye preselección, selección de panelistas, desarrollo de lenguaje, y prueba y análisis de datos mediante análisis de varianza y comparación de medias, análisis de componentes principales y de conglomerados (Mozqueda-Balderas, R., 2018)

Y un estudio que antecede al presente trabajo fue el desarrollado por Espinosa y Reyes; donde desarrollaron el perfil sensorial de 14 mezcales tradicionales de dos regiones productoras: Zapotitlán de Badillo y región occidental del distrito de Ejutla, valles centrales de Oaxaca. La descripción sensorial la realizaron con 60 descriptores, emplearon el método de análisis descriptivo cuantitativo, que incluye preselección, selección de jueces, desarrollo de lenguaje y análisis de datos mediante análisis de componentes principales y de conglomerados (Espinosa, S., Reyes, R., 2014)



5. HIPÓTESIS

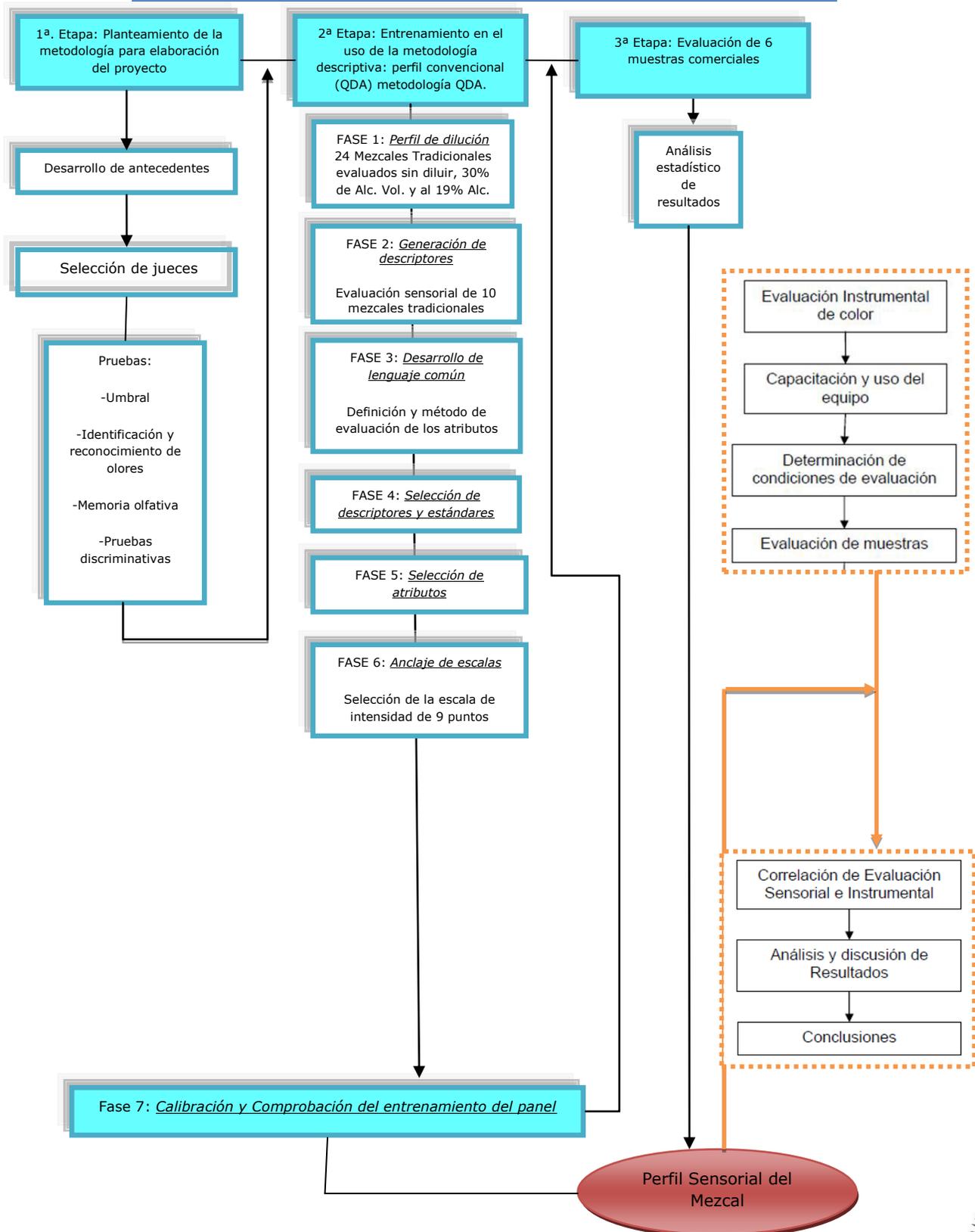
El tipo de agave empleado, proceso de elaboración y zona geográfica darán características diferentes de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones, que permitirán a los mezcales, agruparlos con base en ellas.

Tanto el proceso como las variedades de agaves utilizadas, principalmente mezcla de éstos, serán las variables que más influyan en las características sensoriales de los mezcales.



7. METODOLOGÍA

7.1 Diagrama de bloques: Metodología general de trabajo



La metodología presentada se llevó a cabo con base en el trabajo de tesis presentado en el 2014: DESARROLLO DEL PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES TRADICIONALES DE DOS REGIONES PRODUCTORAS: ZAPOTITLÁN DE VADILLO, SUR DE JALISCO, Y LA REGIÓN OCCIDENTAL DEL DISTRITO DE EJUTLA, VALLES CENTRALES DE OAXACA.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

7.2.1 MATERIAL Y MÉTODO

Se evaluaron 10 muestras de mezcal tradicional para la calibración y entrenamiento del panel y están descritas a continuación

Tabla 7.2.1.A. Características de producción de las muestras de mezcal tradicional

Mezcal	Maestro mezcalero	Población	Agave empleado y edad (Espinosa, S.; Reyes, R., 2014)	Tipo de destilador	No. de destilaciones	Fecha de destilación	% Alc. Vol.
1	José García	Yogana, Ejutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años)	Cobre con platillos	1	Junio 2005	52.6%
2	José García	Yogana, Ejutla, Oaxaca	Tobalá (10 años)	Cobre con platillos	1	Mayo 2011	53.3%
3	José García	Yogana, Ejutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años) y Mexicano (10-13 años)	Cobre con platillos	1	Mayo 2010	55.4%
4	Saturnino Juárez	Yegachín, Miahuatlán, Oaxaca	Espadín (8-11 años), Madrecuishe (8 años) y Sierra Negra (20 años)	Cobre	2	2006	52.6%
5	Juan Barrientos	Xoyatla Tepeojuma, Puebla	Papalote (8-10 años)	Olla de barro con tronco de Zompantle	2	Diciembre 2010	47.8%
6	Vicente Castro	Ixcatla, Zitlala Guerrero	Papalote (8-15 años)	Cobre	2	2007	50.2%
7	José Luis Medina	Zumpahuacán. Edo de México	Criollo (7-10 años)	Acero con tronco de Zompantle	1	Febrero-Marzo 2008	45.2%



				ahuecado			
8	Gilberto Roldán	Nombre de dios, Durango	Verde (8-10años)	Cobre-madera	2	Abril 2010	45.2%
9	Macario Partida Ramos	Zapotitlán, Jalisco	Limeño-Cimarrón	Cobre-madera	1	Agosto 2010	49.9%
10	Unión de Mezcaleros	Río de Parras Queréndaro, Michoacán	Agave alto	Cobre-madera	2	-	52.4%

A continuación, se describen los materiales y el procedimiento que se realizó para las mediciones de % ALC. VOL. (NMX-V-013-NORMEX-2013).

Materiales:

- Probeta de vidrio de 250 mL
- Alcoholímetro de Gay-Lussac de 0 a 100° GL, con termómetro incluido de 0 a 45°C. Con este alcoholímetro, la medición del destilado debe hacerse a 15°C o bien usar Tablas de corrección.
- Alcoholímetro de % ALC. VOL. de 40 a 60%, la medición del destilado debe hacerse a 20°C o bien usar Tablas de corrección.
- Alcoholímetro de % ALC. VOL. de 60 a 80%, la medición del destilado debe hacerse a 20°C o bien usar Tablas de corrección.
- Tabla de corrección para lectura de Alcoholímetro de % ALC. VOL. (mediciones a 20°C)

Para medir cada una de las muestras de los mezcales presentados en la Tabla 7.2.1.A, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se coloca la muestra de mezcal en la probeta de vidrio de 250 mL
2. Después de 3 min para lograr estabilización de la temperatura de la muestra de mezcal en la probeta, se introduce el



Alcoholímetro de Gay-Lussac de 0 a 100° GL con termómetro incluido. Después de 1 minuto, se registra la lectura de temperatura del termómetro. Se retira de la probeta el alcoholímetro de Gay-Lussac con el termómetro.

3. De inmediato se introduce en la probeta el alcoholímetro de % ALC. VOL. de 40 a 60% y se registra la lectura. En caso de que la lectura exceda el 60% ALC. VOL., deberá reemplazarse de alcoholímetro por el de 60 a 80%.
4. Finalmente, se utiliza la Tabla de corrección para la lectura del alcoholímetro de %ALC. VOL. (ver anexo pág. 162) Se debe buscar la temperatura registrada en el punto 2 con el % ALC. VOL. registrado en el punto 3, justo en la intersección de ambas variables será el valor del % ALC. VOL. de la muestra de mezcal. (Espinosa, S.; Reyes, R., 2014)

En la Tabla 7.2.1.B., se presentan las seis muestras de mezcal que se evaluaron para la obtención del perfil sensorial.



Tabla 7.2.1.B. Características de las muestras de mezcal

Mezcal	Población	Agave	Cont. Neto (mL)	Tipo de mezcal	% Alc. Vol.
B1	Huitzila, Teul de González Ortega, Zacatecas	100% agave envasado de origen (Agave salmiana ssp crassispina)	750	Mezcal joven	38
B2	Tlacolula de Matamoros, Oaxaca.	100% agave. Denominación de Origen (Agave angustifolia)	700	Mezcal joven	38
B3	Matatlán, Tlacolula, Oaxaca.	100% agave envasado de origen (Agave angustifolia)	750	Mezcal joven tradicional de doble destilación elaborado con agaves selectos de 9 a 10 años de maduración.	38
B4	Ejutla, Oaxaca	100% de agave. Denominación de Origen (Agave angustifolia y Agave karwinskii)	750	Mezcal joven	40
B5	Tlacolula, Oaxaca	Agave espadín y Cirial 8 a 20 años (Agave angustifolia, Agave karwinskii y Agave macroacantha zucc)	700	Mezcal joven producido de manera artesanal por familias oaxaqueñas	38
B6	Matatlán, Tlacolula, Oaxaca	100% agave envasado de origen (Agave angustifolia)	750	Mezcal Joven	38



7.2.2 PROCEDIMIENTO

ELECCIÓN DE LAS COPAS

Para elegir la copa apropiada para la evaluación sensorial del mezcal se evaluaron varios tipos, siendo la copa tipo flauta brasileña (Copa No. 3: alargada y con una boca menos ancha) la que permitió la mejor percepción de los atributos en los mezcales sin diluir y diluido.



Figura 7.2.2.A. Tipos de copas evaluadas para la correcta apreciación del mezcal

PREPARACION DE LAS COPAS

Se realizó un tratamiento previo a las copas de vidrio antes de ser utilizadas para contener la muestra así como al finalizar cada una de las sesiones de evaluación. El tratamiento consistió en:

- Se colocó agua caliente, a punto de ebullición (1L) y otro litro de agua fría en un recipiente de plástico
- Se agregó al agua, 5mL de TERMOSAN (FRM, S.A. de C.V.), se agitó la disolución.
- Las copas se tallaban con un escobillón de esponja empapado de la disolución anterior.
- Al terminar de realizar el paso c se enjuagaban con abundante agua
- Las copas recién lavadas fueron colocadas boca abajo para escurrir el exceso de agua



- f. Finalmente se terminaban de secar con un trapo de microfibra para evitar que quedaran manchadas por la evaporación del agua y hubiera pelusa adherida a la copa.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

La forma de preparación de las muestras fue la siguiente:

1. Se prepararon las disoluciones de los mezcales que se servían diluidos para las concentraciones que se manejaron (19 y 30% v/v). Estas disoluciones eran preparadas en matraces aforados y se llevaban al aforo con agua purificada.
2. Una vez preparadas las muestras se guardaban en refrigeración, debidamente etiquetadas, en frascos de plástico con capacidad de 1 Litro.
3. El día de la evaluación se servían 10 mL de cada muestra en las copas etiquetadas con una cifra de tres dígitos, posteriormente tapadas con papel aluminio. NOTA: después se adquirieron tapas circulares de vidrio de 8 cm de diámetro.
4. Las muestras a evaluar eran colocadas en una charola, si se usaban referencias o estándares en la prueba, éstas eran colocadas enfrente de las copas, la preparación de las referencias se describe en la sección 7.2.2.2, Selección de descriptores y estándares. La charola que se presentaba al juez se muestra en la Figura 7.2.2.3.B.
5. La evaluación se realizó en mamparas de color blanco, que cuentan con luz blanca y luz roja, debidamente separadas. Dentro de las mamparas era colocada la charola con las muestra, 1 vaso de plástico de 200 mL con agua purificada, 1 servilleta, un vaso de uniceL de 1 L, cubierto con una bolsa de plástico para expectorar,



una galleta habanera y una mini laptop donde se cargaba la sesión (elaborada con el software FIZZ) y cuestionario correspondiente.

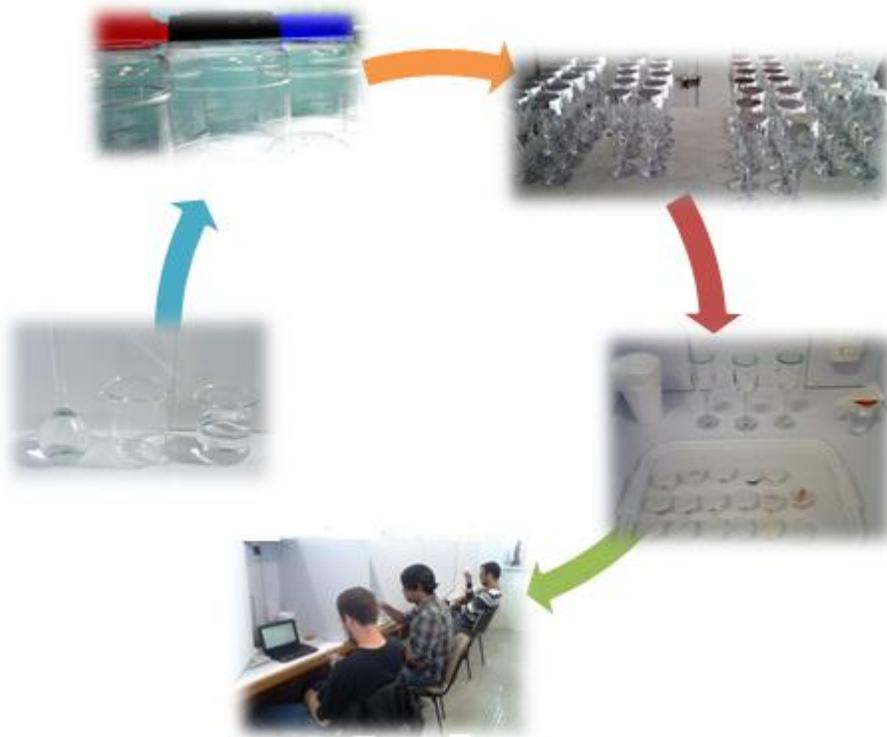


Figura 7.2.2.B. Descripción ilustrativa del proceso de evaluación sensorial.



7.2.3 SELECCIÓN DE JUECES

PRUEBAS OLFATORIAS

Para todas las pruebas siguientes se utilizaron tubos de vidrio de 13 x 100 Marca PYREX® forrados con papel aluminio, codificados y una tira de papel filtro impregnada con el olor a identificar.

Identificación y Reconocimiento de olores: Los olores empleados para esta prueba fueron los olores familiares en la población mexicana (Severiano et al., 2012, 2007) en las concentraciones indicadas en la Tabla 7.2.3.A.

A cada juez se le pidió que identificara el olor de cada tubo, en caso de que no fueran capaces de identificar el olor se les mostró una tarjeta con imágenes que incluían las de cada olor para facilitar la identificación de los mismos.

Se realizaron las pruebas para ambas fosas, para fosa izquierda (tapando la derecha con una torunda de algodón) y para fosa derecha (tapando la izquierda).

Tabla 7.2.3.A. Olores evaluados en la prueba de identificación

Olor	Concentración
Naranja	1×10^{-2}
Limón	1×10^{-2}
Rosas	6×10^{-5}
Canela	9×10^{-5}

Prueba discriminativa de olores: Es una prueba triangular donde dos tubos tienen el mismo olor y uno diferente. Se evaluaron dos niveles



de discriminación, siendo el primer nivel olores muy diferentes (guayaba/hierbabuena) y el segundo nivel olores semejantes (jazmín/nardo) (García, 2007).

Se realizaron las pruebas para ambas fosas, para fosa izquierda (tapando la derecha con una torunda de algodón) y para fosa derecha (tapando la izquierda).

En la Tabla 7.2.3.B. se muestran los olores y concentraciones utilizadas para esta prueba

Tabla 7.2.3.B. Olores evaluados en la prueba discriminativa

Olor	Concentración
Guayaba	1×10^{-2}
Hierbabuena	1×10^{-2}
Nardo	1×10^{-2}
Jazmín	1×10^{-2}

Prueba de umbral de olores: El objetivo de ésta prueba es conocer el umbral del grupo para lo cual se determina mediante la concentración en donde el 50% de los participantes el olor a café y también sirve para determinar el umbral de cada juez. Se evalúa una serie de cinco tubos ordenados en concentración ascendente (Méndez, 2010; García, 2007).

Se realizaron las pruebas para ambas fosas, para fosa izquierda (tapando la derecha con una torunda de algodón) y para fosa derecha (tapando la izquierda).

Memoria olfativa: Ésta prueba se realizó con el fin de detectar aquellos jueces que tuvieran una mejor capacidad para "memorizar" los



aromas. La muestra usada fue el olor a nardo y dicho tubo se le presentaba a lo largo de toda la evaluación olfatoria (García, 2007)

PRUEBA DE UMBRAL DE GUSTOS BÁSICOS

Se les aplicó la prueba de umbral de gustos básicos (ácido, amargo, salado y dulce) (León, 2011; Martínez, 2011).

El fundamento, hay personas que pueden percibir con mucha agudeza un determinado gusto, pero su capacidad para percibir los gustos básicos restantes es poco o nula. Por lo que es necesario determinar qué gustos básicos puede detectar cada juez para posteriormente hacer la selección en función de aquellos que tengan umbrales bajos para el gusto salado.

La prueba se realizó siguiendo un orden ascendente, es decir, en forma de Z, se ordenan y evalúan las muestras de menor a mayor concentración. (Figura 7.2.3 A.)

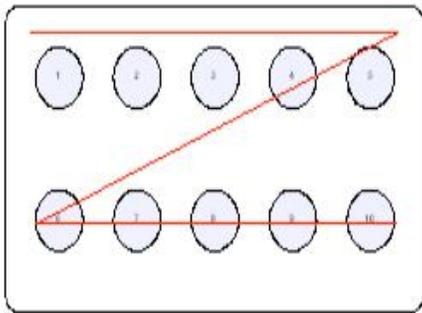


Figura 7.2.3.A. Prueba de umbral. Orden de presentación y evaluación de las muestras

Fuente: Martínez (2011)

Estas pruebas se realizaron con el propósito de saber si los jueces son capaces de detectar las muestras y relacionar estos resultados con las pruebas de olor para así seleccionar los jueces definitivos.

La selección de los jueces se realizó con base a los siguientes criterios:



1. Uso adecuado de los sentidos
2. Buena capacidad discriminante
3. Capacidad para expresar los estímulos percibidos
4. Disponibilidad para asistir a todas las sesiones de entrenamiento
5. Poseer un buen estado de salud
6. Gusto por las muestras a evaluar (Escobedo, 2010).

7.2.4 ENTRENAMIENTO EN EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO: Perfil convencional basado en el Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Éste entrenamiento tuvo varios objetivos:

- Generación de descriptores y revisión de éstos
- Evaluación de la terminología
- Determinación de estándares
- Fijar escalas de referencia y enseñarles el uso correcto de las escalas y unificar criterios de evaluación

Es importante mencionar que cumplió con las características del perfil convencional porque el panel entrenado fue más preciso en la manera de evaluar y tendió a discriminar las muestras con diferencias mínimas.

Generación de descriptores

Se realizó en cinco sesiones y los jueces deben de generar la mayor cantidad de atributos o descriptores para las diferentes muestras tradicionales de mezcal.

Mediante sesiones grupales todos los jueces deben estar de acuerdo con el lenguaje que se va a utilizar y el significado de los



descriptores. Se deben eliminar sinónimos, antónimos, terminología ambigua y terminología que no se puede aplicar a las muestras a evaluar, a continuación se proporcionan algunos ejemplos:

Líquido= fluído, acuoso
Transparente= cristalina, brillante, clara, incoloro
Viscoso= denso, espeso, con cuerpo

Los descriptores generados y seleccionados se agrupan en cuatro características sensoriales: Apariencia, Olor, Flavour y Otras sensaciones.

Anclaje de escalas

La intensidad de cada descriptor se evaluó por medio de una escala numérica de nueve puntos anclada según el descriptor evaluado. Se le asignó el número 1 para ausencia del atributo y 9 para la máxima percepción (mayor intensidad) Ver Figura 6.2.4.A.

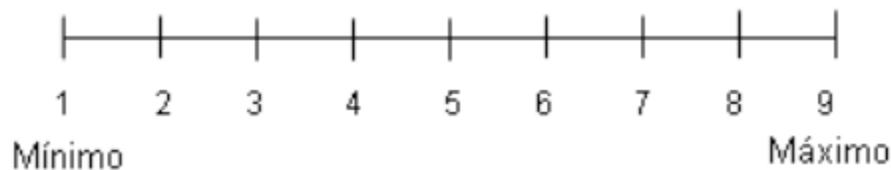


Figura 7.2.4.A. Escala de intensidad empleada para la evaluación sensorial de cada descriptor

Para cada atributo se emplearon referencias máximas, mínimas o intermedias para que los jueces tuvieran clara la escala de intensidad y pudieran evaluar de manera óptima la muestra de mezcal.



7.2.5 EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DEL MEZCAL

Para realizar el análisis instrumental del color, se midieron 10 mL de cada muestra de mezcal y se vertió en la celda de cuarzo. Se realizaron las mediciones por triplicado para cada muestra de mezcal

Equipo

El color del mezcal se evaluó de manera instrumental con el espectrofotómetro Konica Minolta CM-3600d (Figura 7.2.5.A.)



Figura 7.2.5.A. Espectrofotómetro Konica Minolta CM-3600d
Fuente: Escobedo (2010)

Utilizando las condiciones mostradas en la siguiente Tabla 6.2.5.A.

Tabla 7.2.5.A. Condiciones del colorímetro Minolta CM-3600d para determinar el color en las muestras de Mezcal

Parámetro	Condición y/o Valor
Forma de Calibración	Transmitancia
No. De disparos o flashes	1
Estándar	Nulo/ Muestra seleccionada
Energía UV	Incluida
Componente especular (SC)	Incluido
Lente o área de visión	Grande
Illuminante	D65 (Luz de día, natural 6,504 K)
Detector	12°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*



Preparación de las muestras

Se determinó el color de las seis muestras de mezcal. En general se requirió un volumen de 100 mL de cada mezcal.

El procedimiento de la evaluación instrumental de color fue:

1. Limpiar y secar perfectamente la celda de cuarzo usada para determinar el color
2. Vaciar el mezcal sin diluir a la celda hasta la línea marcada en la misma
3. Tomar por lo costados de la celda e introducirla en el área para evaluar líquidos.
4. Cerrar la abertura con que se cuenta esta área y determina el color, haciendo uso del programa ON color.
5. Vaciar el contenido de la muestra en un vaso de precipitados debidamente rotulado y enjuagar la celda con agua destilada.
6. Repetir a partir del paso 1, y se realizó por triplicado por muestra.

7.2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PRUEBAS SENSITIVAS

PRUEBA DE UMBRAL: Para su análisis se elaboró un gráfico de percepción en función de las concentraciones del estímulo y posteriormente se realizó una regresión lineal a dicho grafico para así calcular el umbral absoluto que es la concentración a la cual el 50% de los jueces reconoce el gusto básico del que se trata (Utrera, 2007).

Para evaluar los resultados del perfil sensorial se utilizaron escalas estructuradas con descriptores y estándares. Los resultados se evaluaron mediante el análisis ANOVA a una vía para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los atributos evaluados a un nivel de significancia de 95%. Para evaluar la correlación entre las variables se realizó un análisis de componentes principales



(PCA). Y para agrupar los mezcales con base en sus características sensoriales se utilizó el análisis de clúster.

Los cálculos se realizan empleando los programas StatGraphics for Windows 5.1, Professional Edition y el FIZZ Software Solutions for Sensory Analysis and Consumer Test (BIOSYSTEMES, version 2.30 c, país de origen Francia)

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generados desde la selección hasta la evaluación de las seis muestras de mezcal, se muestran a continuación.

PRIMERA ETAPA

8.1 SELECCIÓN DE JUECES

Se realizó una convocatoria a los alumnos de la Facultad de Química así como a los integrantes de la Logia de Mezcólatras la cual está conformada por Chefs, productores y consumidores de mezcal, que estuvieran interesados en formar parte de un panel de jueces entrenados, presentándose 32 candidatos, los cuales fueron sometidos a diferentes pruebas: Pruebas de Olor: pruebas de reconocimiento, pruebas discriminativas, pruebas de umbral y prueba de memoria (García, 2007). También se aplicó la prueba de gustos básicos (dulce, salado, ácido y amargo). Al término de estas pruebas se contabilizaron el número de aciertos de cada candidato para así seleccionar a las personas aptas para conformar el panel.



8.1.1 PRUEBAS OLFATORIAS

En la Tabla 8.1.1.A., se muestran los resultados de las pruebas de reconocimiento, discriminativas, umbral y de memoria. En ella se observa que en reconocimiento, la mayoría de las personas detectaron los aromas (naranja, fresa, limón y canela) solo 13 están por debajo de 50% y también se observa que los valores más bajos se encuentran en la prueba de memoria.

Tabla 8.1.1.A. Resultados Pruebas olfatorias [reconocimiento, discriminativas, umbral y memoria (%)]

Candidatos	Reconocimiento	Discriminativas		Umbral	Memoria
		Triada 1	Triada 2		
1	61.1	66.7	33.3	83.3	0.0
2	83.3	66.7	66.7	77.8	0.0
3	61.1	100.0	66.7	94.4	0.0
4	44.4	66.7	66.7	55.6	33.3
5	61.1	100.0	100.0	100.0	0.0
6	38.9	33.3	33.3	55.6	66.7
7	61.1	100.0	33.3	100.0	100.0
8	55.6	100.0	33.3	77.8	33.3
9	66.7	100.0	33.3	72.2	66.7
10	50.0	66.7	66.7	77.8	33.3
11	50.0	66.7	66.7	88.9	0.0
12	44.4	66.7	33.3	77.8	66.7
13	38.9	100.0	100.0	94.4	66.7
14	50.0	66.7	0.0	100.0	0.0
15	66.7	66.7	33.3	94.4	33.3
16	61.1	66.7	66.7	66.7	0.0
17	61.1	100.0	66.7	88.9	33.3
18	33.3	100.0	66.7	61.1	0.0
19	50.0	66.7	0.0	100.0	0.0
20	33.3	66.7	0.0	50.0	33.3



21	66.7	33.3	0.0	83.3	66.7
22	16.7	33.3	0.0	27.8	0.0
23	61.1	33.3	0.0	77.8	33.3
24	44.4	66.7	66.7	61.1	66.7
25	50.0	100.0	66.7	94.4	0.0
26	72.2	100.0	33.3	94.4	33.3
27	61.1	100.0	33.3	77.8	33.3
28	66.7	33.3	33.3	77.8	0.0
29	38.9	66.7	33.3	50.0	33.3
30	38.9	33.3	66.7	100.0	66.7
31	38.9	66.7	66.7	66.7	33.3
32	50.0	100.0	66.7	72.2	33.3

8.1.2. PRUEBA DE UMBRAL DE GUSTOS BÁSICOS

En la Tabla 8.1.2.A., se muestran los resultados de gustos básicos en donde se puede observar que el gusto que fue más difícil detectar fue el amargo, seguido de ácido y de dulce, el gusto que más detectaron fue el salado.

Con base en los resultados de las pruebas se seleccionaron 24 de las 32 personas participantes, ya que tuvieron 75% o más aciertos en las pruebas discriminativas, más del 60% en la identificación de olores, un umbral olfatorio y gustativo igual o mayor al umbral grupal (ver Tabla 8.1.2.B.) y buena capacidad para memorizar los olores. De las 24 personas seleccionadas, 67% son mujeres y 33% hombres con un intervalo de edad de 21 a 46 años.



Tabla 8.1.2.A. Resultados de detección de gustos básicos (%)

CANDIDATOS	GUSTOS BÁSICOS			
	Dulce	Salado	Ácido	Amargo
1	50.0	50.0	50.0	66.7
2	66.7	83.3	83.3	83.3
3	50.0	50.0	66.7	100.0
4	66.7	83.3	66.7	0.0
5	16.7	66.7	0.0	0.0
6	33.3	50.0	50.0	83.3
7	66.7	50.0	0.0	0.0
8	66.7	66.7	33.3	66.7
9	50.0	83.3	33.3	66.7
10	33.3	66.7	0.0	33.3
11	50.0	33.3	66.7	50.0
12	66.7	66.7	50.0	66.7
13	50.0	83.3	50.0	66.7
14	50.0	66.7	66.7	33.3
15	0.0	100.0	0.0	83.3
16	50.0	50.0	50.0	33.3
17	33.3	33.3	50.0	100.0
18	50.0	66.7	66.7	16.7
19	0.0	0.0	0.0	33.3
20	0.0	0.0	0.0	16.7
21	66.7	66.7	66.7	83.3
22	16.7	50.0	0.0	0.0
23	33.3	33.3	83.3	50.0
24	66.7	50.0	66.7	0.0
25	50.0	50.0	33.3	16.7
26	66.7	66.7	83.3	33.3
27	50.0	83.3	50.0	83.3
28	16.7	66.7	33.3	0.0
29	16.7	83.3	16.7	0.0
30	66.7	66.7	50.0	16.7
31	50.0	66.7	66.7	16.7
32	50.0	16.7	33.3	33.3
Promedio	44.5	58.6	43.9	42.4

Tabla 8.1.2.B. Umbrales de Gustos Básicos del Panel del Mezcal

Gustos Básicos	Umbral
Dulce	0.35
Salado	0.077
Ácido	0.017
Amargo	0.0038



8.1.3. PANEL DE JUECES SELECCIONADOS

En la Tabla 8.1.3.A., se muestra el porcentaje total de los aciertos en las pruebas de selección de las personas seleccionadas para el panel.

Tabla 8.1.3.A. Aciertos de los candidatos que conformarán el panel

Candidatos seleccionados	Aciertos (%)		
1	81.2	12	71.0
2	81.2	13	69.6
3	79.7	14	69.6
4	79.7	15	68.1
5	78.3	16	68.1
6	76.8	17	68.1
7	73.9	18	66.7
8	73.9	19	66.7
9	73.9	20	65.0
10	72.5	21	72.5
11	71.0	22	71.7
		23	64.5
		24	64.5

SEGUNDA ETAPA

8.2 ENTRENAMIENTO DEL PANEL

Para realizar la generación de descriptores se les pidió a los jueces que generarán todos los descriptores posibles de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones (Figura 8.2.A.) por lo que se dividió al panel en dos grupos; 12 jueces conforman el panel 1 y los 12 restantes el panel 2, esto con el fin de poder manejar mayor número de muestras de mezcal en una misma sesión, es decir, el panel 1 comenzó evaluando cinco muestras elegidas al azar de las 10 totales, al mismo tiempo que el panel 2 evaluaba las 5 muestras restantes de mezcal, aleatorizando las muestras hasta que cada juez evaluara los 10 mezcales a lo largo de



5 sesiones. Las 10 muestras tradicionales de mezcal fueron proporcionadas por Cornelio I. Pérez Ricárdez, Titular de la marca de Mezcal "La Venencia" del Distrito de Ejutla, Oaxaca y Coordinador de la Logia de los Mezcólatras.



Figura 8.2.A. Jueces en el momento de la generación de descriptores

8.2.1 PERFIL DE DILUCIÓN

De las primeras cinco sesiones realizadas se obtuvieron los siguientes resultados, en la Figura 8.2.1.A se muestra la cantidad de atributos generados para las características sensoriales valoradas en las 10 muestras tradicionales de mezcal, evaluadas a diferentes concentraciones. Esto se realizó debido a que las muestras tradicionales de mezcal presentan un porcentaje de alcohol de 45.2-55.4 por lo que fue necesario trabajar con perfil de dilución, buscando aquella que permitiera mantener las características del producto, por ello se evaluaron los mezcales sin diluir, al 30 y al 19% de alcohol v/v, ésta última, fue la mejor dilución reportada por Carmona, 2008; para la evaluación de tequila.



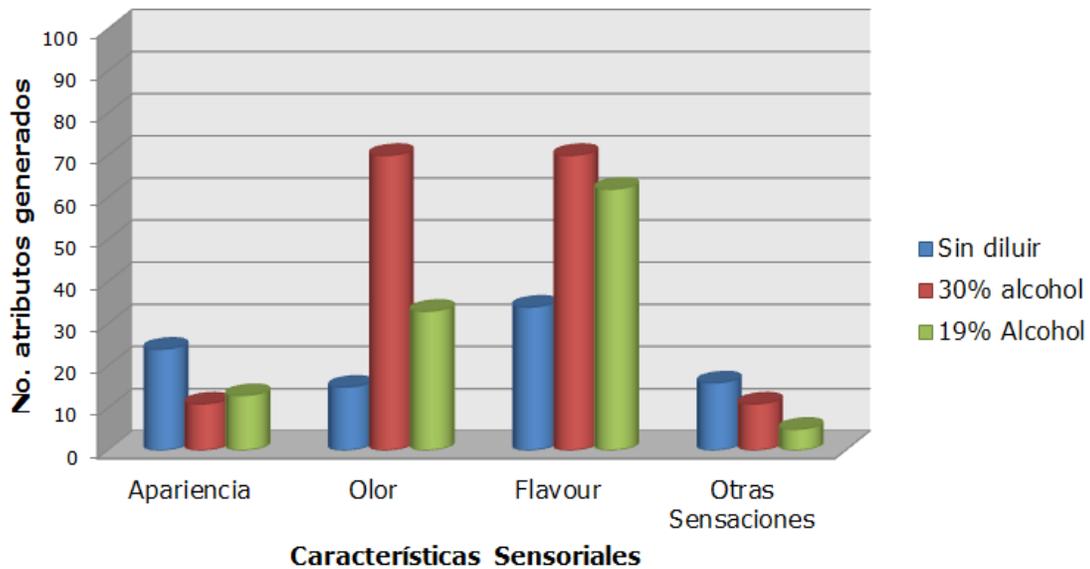


Figura 8.2.1.A. Resultados de las características sensoriales a diferentes concentraciones

En apariencia y otras sensaciones se vió favorecida la cantidad de atributos generados por las muestras sin diluir.

En los atributos de olor y flavour, la dilución al 30% Alc. Vol., es la concentración en la que más atributos fueron percibidos mientras que en las muestras sin diluir, el alcohol enmascaró varias notas generando menos atributos.

Por el contrario, en los atributos de otras sensaciones la dilución al 19% disminuyó notoriamente la percepción de la mayoría de los atributos, por lo que la mejor alternativa de evaluación se identificó en la concentración al 30% de alcohol (v/v).



8.2.2. ENTRENAMIENTO EN EL USO DE LA METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

Los descriptores generados por los jueces después de evaluar las 10 muestras tradicionales de mezcal fueron los siguientes:

8.2.2.1 GENERACIÓN DE DESCRIPTORES

(LENGUAJE COMÚN)

Referente a las muestras evaluadas sin diluir, en los atributos de apariencia es en donde se generaron más descriptores, sin embargo, algunos de ellos hacen alusión al mismo concepto como adherencia a las paredes y formación de película así como cuerpo y viscoso, en comparación con las muestras al 30% y 19% de alcohol.

En los atributos de olor, la dilución al 30% de alcohol es la concentración a la que más atributos fueron percibidos, mientras que en las muestras sin diluir los jueces indicaron que predominó la nota alcohólica la cual enmascaró las demás notas generando menos atributos.

En la dilución al 19% de alcohol las muestras se percibieron diluidas, por lo cual los jueces no detectaron atributos como la nota a agave tanto para olor como para flavour, lo cual es muy importante en la caracterización de éste estudio.

Por el contrario, en los atributos de otras sensaciones la dilución al 19% modificó notoriamente la percepción de la mayoría de los atributos desapareciendo notas importantes como adormecimiento, caliente, quemante, astringente; por lo que la mejor alternativa de evaluación se identificó en la concentración al 30% de alcohol.



El número de atributos generados por los jueces de las 10 muestras tradicionales de mezcal evaluadas, de mayor a menor frecuencia, fueron los siguientes:

- 27 descriptores para apariencia: donde los últimos 6 descriptores tuvieron una frecuencia de 1

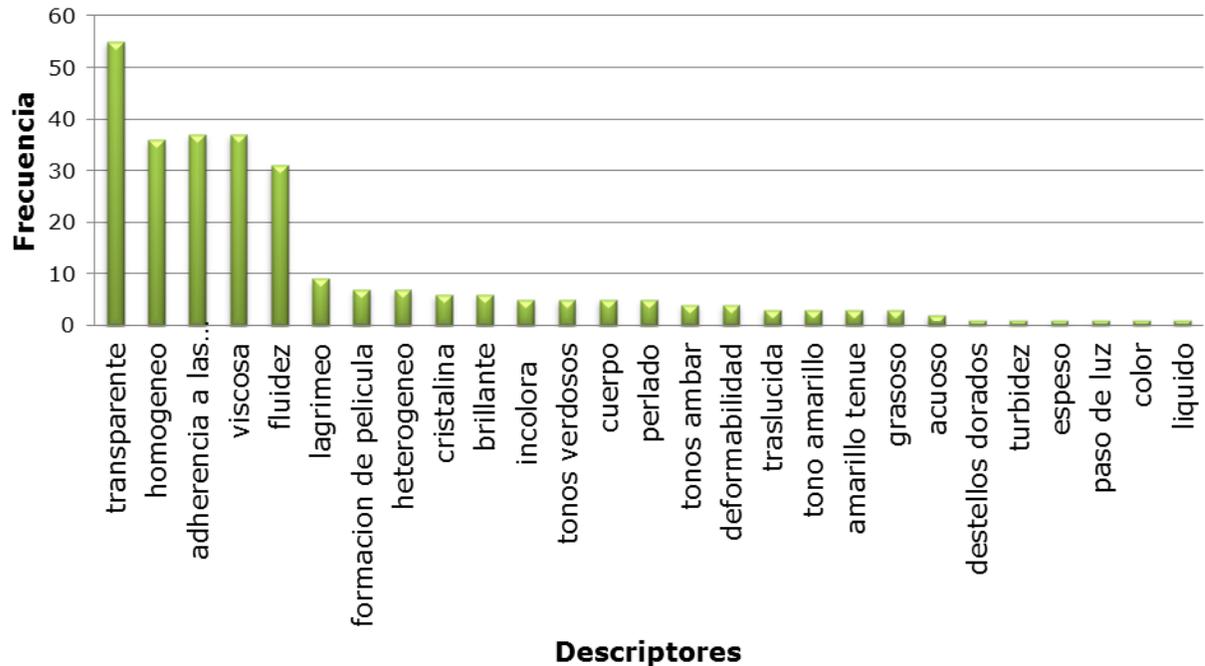


Figura 8.2.2.1.A. Descriptores generados con mayor frecuencia para apariencia

- 107 descriptores para olor: Solo se presentan en la Figura 7.2.2.1.B. los primeros 33 más frecuentes en las evaluaciones que realizaron los jueces



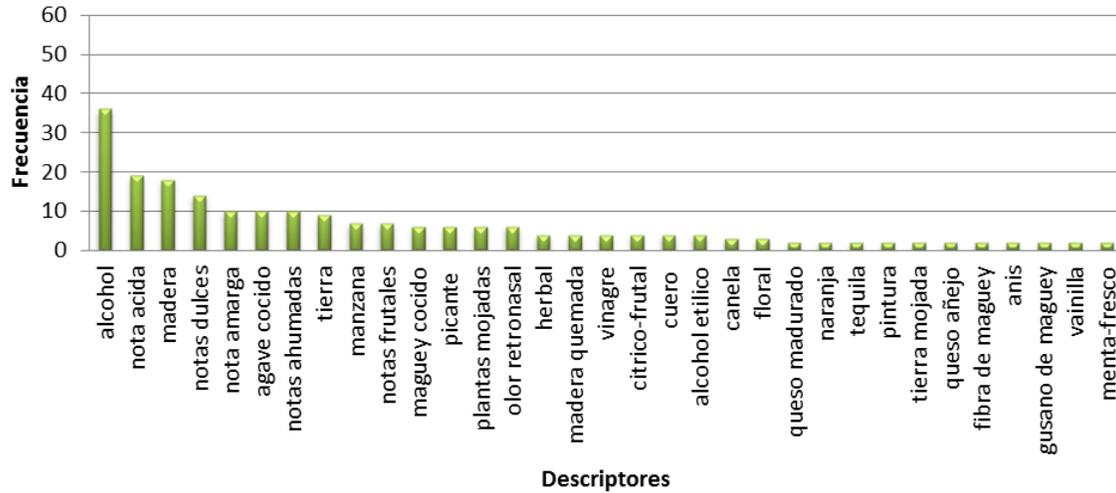


Figura 8.2.2.1.B. Descriptores generados con mayor frecuencia para olor

- 129 descriptores para flavour: Solo se representó en la Figura 7.2.2.1.C. los primeros 26 atributos más mencionados por los jueces.

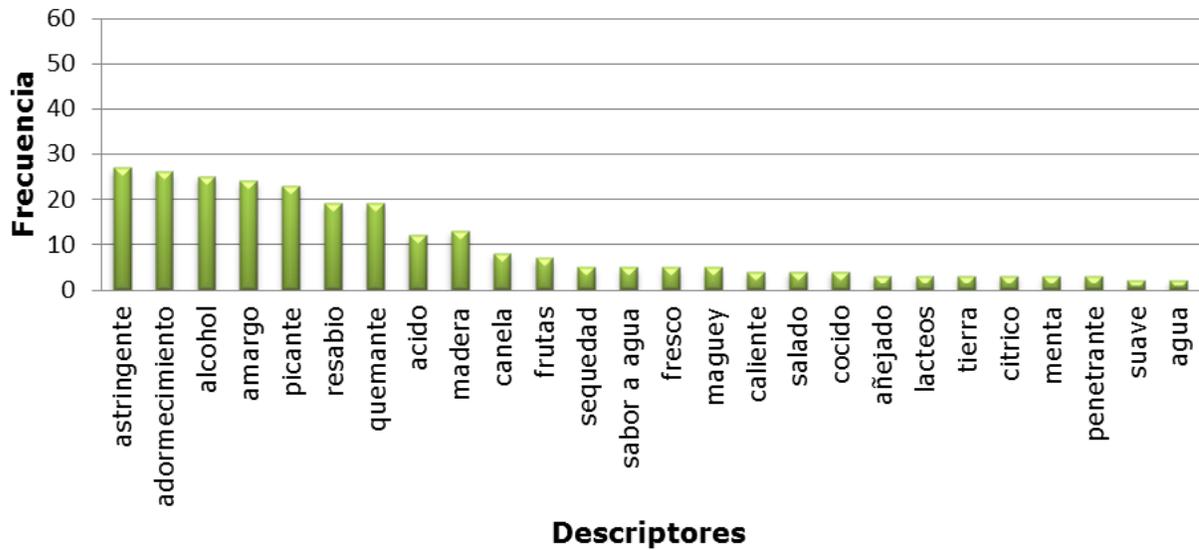


Figura 8.2.2.1.C. Descriptores generados con mayor frecuencia para flavour

- 27 descriptores para otras sensaciones



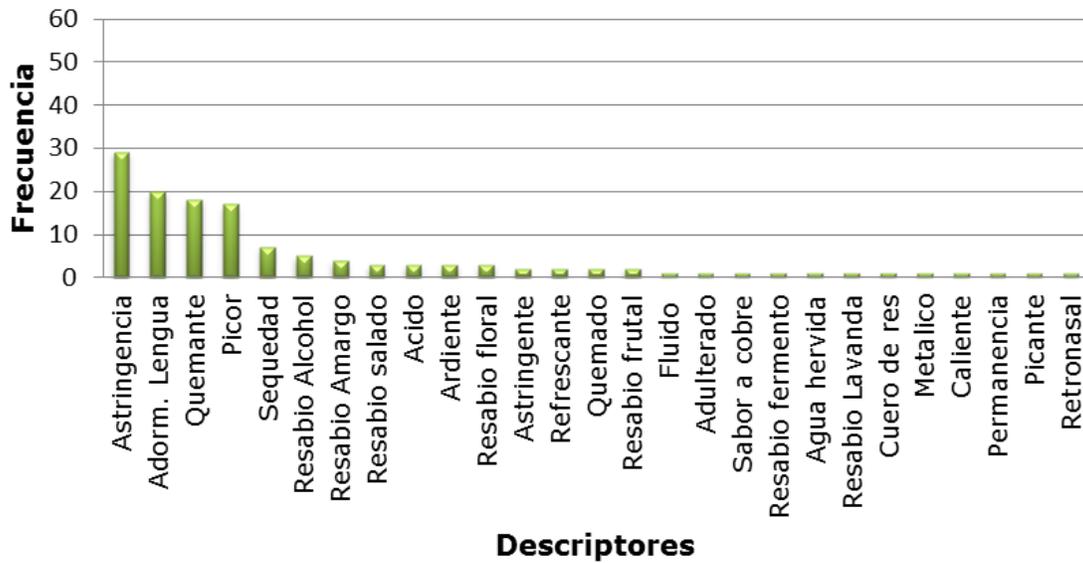


Figura 8.2.2.1.D. Descriptores generados con mayor frecuencia para otras sensaciones

8.2.2.2 SELECCIÓN DE DESCRIPTORES Y ESTÁNDARES

Posteriormente en sesión grupal se revisaron los atributos y se eliminaron aquellos que fueron sinónimos, ambiguos o que no describían adecuadamente las características del mezcal. Los atributos seleccionados se muestran en las tablas que se presentan a continuación.

Tabla 8.2.2.2.A. Descriptores de Apariencia que permanecieron después de la sesión grupal

Traslúcido	Paso de la luz	Formación de película
Transparente	Cuerpo	Perlado
Cristalino	Turbidez	Lagrimo



Tabla 8.2.2.2.B. Descriptores de Otras sensaciones que permanecieron después de la sesión grupal

Ardiente
Astringente
Permanencia
Picante
Retronasabilidad
Caliente
Refrescante
Acido
Adormecimiento
Resabio amargo

Los descriptores referentes al color se eliminaron momentáneamente ya que como se trabajó con perfil de dilución se afectaba notablemente la evaluación del atributo por lo que se decidió evaluarlos de manera instrumental utilizando el colorímetro Minolta CM-3600d y después realizar la correlación de la medición instrumental de color con los atributos sensoriales correspondientes a Apariencia.

En la sesión grupal no se eliminaron descriptores de Olor y Flavour, y se decidió que se comprobaría la presencia o ausencia de éstos cuando se evaluaran con estándares para tener la certeza de que estaban presentes.

Una vez seleccionados los atributos se prosiguió a buscar los estándares a emplear bajo la supervisión de la Dra. Patricia Severiano, para las características sensoriales de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones.



Nota: para el descriptor de perlado se dividió en 3 apartados, para una mejor evaluación:

- Tamaño de la perla (Grande-Chico)
- Homogeneidad del perlado (Homogéneo-Heterogéneo)
- Cantidad del perlado (Poco-Mucho)



Figura 8.2.2.2.A. Imágenes de apoyo que sirvieron como estándar para el descriptor de perlado. Fuente: www.mezcalpedia.com

8.2.2.3 DEFINICIONES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Al término de la búsqueda de estándares se procedió a generar las definiciones para cada una de las características sensoriales: Apariencia, Olor, Flavour y Otras sensaciones así como la forma de llevar a cabo la evaluación para que todos los panelistas evalúen de manera estandarizada.



Para evaluar los atributos de apariencia se generaron las definiciones y el modo de evaluación.

No fue necesario crear definiciones para las características sensoriales:

Olor. Sólo se basa en inhalar la muestra con ambas fosas nasales y comparar cada nota detectada con el estándar.

Flavour. El modo de evaluación para realizar esta prueba se llama endulzado de boca y es una técnica que permite encontrar las notas más profundas de cada muestra de mezcal aún en caso de saturación del sentido del gusto. La técnica de endulzado de boca consiste en formar una burbuja de saliva en la punta de los labios y sorber un poco de la muestra de mezcal dejando pasar el líquido por cada rincón de la boca para después deglutir la muestra, posteriormente con la lengua se generan unos golpeteos en la superficie de paladar y se inhala profundamente para encontrar las notas finales de la muestra de mezcal al terminar esta técnica se prueba el estándar esperando la presencia del atributo.

Otras sensaciones. Se bebe un sorbo de la muestra y enseguida se determinan las sensaciones percibidas durante y después de haber deglutido la muestra.

En las Figuras 8.2.2.3.A., B, C y D, se presentan las cabinas de evaluación con las charolas, estándares y manera de evaluar; utilizados para cada una de las características sensoriales a evaluar.





Figura 8.2.2.3.A. Cabina y Charola presentada a los jueces con los estándares correspondientes a Apariencia



Figura 8.2.2.3.B. Charola presentada a los jueces con los estándares en fresco correspondientes a Olor y Flavour





Figura 8.2.2.3.C. Charola presentada a los jueces con los estándares en saborizantes correspondientes a Olor y Flavour



Figura 8.2.2.3.D. Cabina y Charola presentada a los jueces con los estándares correspondientes a Otras sensaciones



8.2.2.4 PRESENCIA O AUSENCIA DE DESCRIPTORES

Para un mejor manejo de las muestras, éstas se dividieron en cuatro grupos con base en las notas perceptibles y sobresalientes que cada muestra mantenía (Tabla 8.2.2.4.A.). Por tal motivo, de las 10 muestras tradicionales solo se hará mención a los mezcales 1, 4, 5 y 8 ya que fueron las más representativos, debido a la cantidad de atributos que generaron (Figura 8.2.2.4.A.) y además cada uno de ellos, corresponde a muestras diferentes. El mezcal 1 fue elaborado con la especie de agave Espadín (8-11 años de edad), Ejutla, Oax., el mezcal 4 fue elaborado con agave espadín (8-11 años de edad), Madrecuishe (8 años de edad) y Sierra Negra (20 años de edad), Miahuatlán, Oax., el mezcal 5 fue elaborado con la especie de agave Papalomé (8-10 años de edad), Tepeojuma, Puebla, y el mezcal 8 fue elaborado con la especie de agave Verde (8-10 años de edad), Nombre de dios, Durango.

Tabla 8.2.2.4.A. División las muestras de mezcal tradicional para el entrenamiento

Grupo	Perfiles encontrados
1: mezcal 1, 2, 9	Nota empireumática, chorizo, embutido y curado
2: mezcal 6, 7, 8, 10	Notas frescas y verdes
3: mezcal 3 y 4	Notas dulces y frutales
4: mezcal 5	Notas de chorizo embutidos y ahumados.

○ Muestras tradicionales de mezcal que se tomaran en cuenta para presentar los resultados del entrenamiento del panel



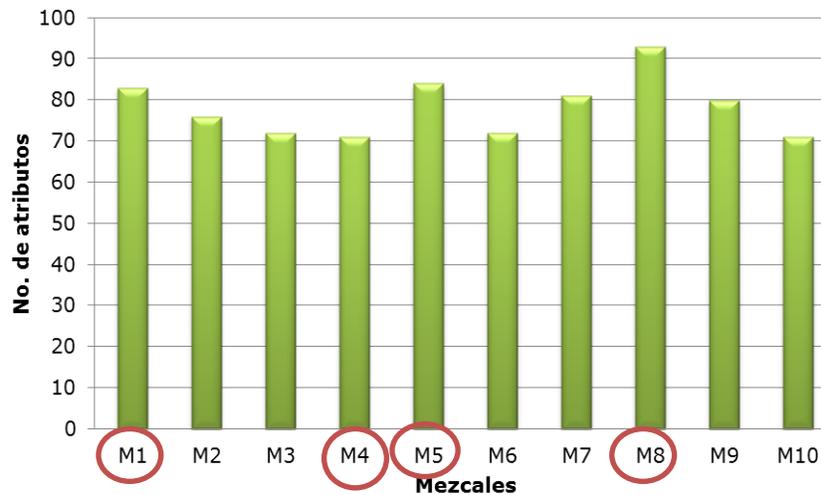


Figura 8.2.2.4.A. Número de atributos generados para cada muestra tradicional de mezcal evaluados al 30% Alc. Vol.

Ahora bien, para poder verificar la presencia o ausencia de los descriptores se utilizó una escala de intensidad de 9 puntos donde 1 representa ausencia del atributo y 9 la presencia extremadamente fuerte. Para anclar las escalas, se evaluaron las muestras utilizando los estándares para cada atributo.

Los jueces evaluaron las muestras de mezcal 1, 4, 5 y 8 con los estándares, para saber qué atributos generados se encontraban realmente presentes en las muestras, para después obtener los promedios; se puede observar en las Tablas 8.2.2.4 B, C, D y F que dichos promedios fueron muy bajos, debido a que se emplearon estándares muy intensos, por esta razón, se aceptaron promedios mayores o iguales a 2.5 (se acepta si de los 3 promedios de los mezcales uno tiene este valor).

Tabla 8.2.2.4.B. Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de apariencia

Mezcal	Transparente	Traslúcido	Cristalino	Cuerpo	Formación de película	Lagrimeo	Perlado	Perlado	Perlado
1	8.21	7.27	4.86	3.21	2.86	3.01	3.12	3.61	4.13
4	7.83	3.55	6.27	4.16	3.66	3.72	3.72	4.81	5.38
5	7.88	3.72	6.83	4.27	3.88	3.83	6.38	5.64	5.81
8	7.51	5.10	7.80	5.49	3.89	2.82	3.21	5.24	7.17



Tabla 8.2.2.4.C. Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de olor

Mezcal	Aceituna	Ácido	Ajonjolí	Apio	Barro	Brócoli	Cafeína	Chorizo
1	3.50	2.51	1.74	2.21	2.06	2.03	2.06	2.31
4	2.58	1.94	1.92	2.70	2.80	1.76	1.11	1.70
5	2.35	2.00	1.88	2.47	2.35	2.05	1.35	1.64
8	2.82	3.22	2.97	1.79	2.46	1.55	2.53	2.63
Mezcal	Cilantro seco	Cilantro seco	Dulce	Elote	Esparrago verde crudo	Esparrago verde cocido	Esparrago bco. cocido	Epazote
1	2.35	1.41	3.20	2.18	2.18	1.94	2.48	2.19
4	2.17	1.94	2.35	2.10	1.88	1.88	2.41	2.29
5	2.64	1.82	2.23	2.05	2.00	1.94	2.05	2.23
8	2.37	3.12	1.95	1.58	1.16	1.03	1.81	2.06
Mezcal	Manzanilla	Pimienta negra	Pasas	Pan tostado	Pápalo	Pimiento rojo	Pimiento verde	Tabaco
1	2.25	3.37	1.40	1.70	1.98	2.87	2.59	3.07
4	2.82	2.23	1.82	2.41	2.17	1.88	1.76	2.35
5	2.52	2.41	1.41	1.76	2.23	2.76	2.29	3.11
8	3.72	2.89	2.05	2.68	2.15	2.12	2.01	2.51
Mezcal	Agave	Ajo	Almendra	Anís	Avellana	Azahar	Humo	Cereza
1	2.55	1.13	1.72	2.63	2.33	1.63	3.10	2.10
4	4.70	2.70	2.00	1.50	1.50	1.55	1.90	2.90
5	2.00	1.80	1.80	1.60	2.40	1.45	1.65	1.40
8	3.68	1.50	2.06	1.20	1.34	1.42	2.65	1.20
Mezcal	Chile	C. abuelita	C. amargo	Crema	Clavo	Agave cocido	Durazno	Fresa
1	1.88	2.08	1.72	2.04	2.56	2.65	1.45	1.17
4	1.10	1.70	1.00	2.15	1.65	2.20	1.35	1.65
5	3.35	1.30	1.10	1.35	1.30	2.60	1.35	1.75
8	2.79	1.77	1.65	2.00	1.23	2.62	1.22	1.10
Mezcal	Guanábana	Guayaba	Lavanda	Leche	Limón	Madera	Manchego	Mango
1	1.02	1.32	2.15	2.44	1.01	2.54	2.04	1.33
4	2.20	1.20	2.05	3.80	1.75	1.45	1.65	1.60
5	2.40	1.80	1.25	1.55	1.60	1.60	1.55	1.40
8	1.57	1.45	1.17	2.56	1.01	2.57	2.59	1.00
Mezcal	Mantequilla	Maple	Manzana	Miel	Naranja	Nuez	Orégano	Pasto
1	2.01	1.00	1.01	1.06	1.02	2.03	1.00	2.41
4	1.40	1.70	1.30	1.90	2.30	2.30	1.50	1.40
5	2.15	2.00	1.85	1.15	2.00	1.60	1.80	2.01
8	1.55	1.65	1.04	1.01	1.32	1.30	1.25	2.65
Mezcal	Piña	Plátano	Roble	Romero	Uva	Vainilla	Agave crudo	
1	1.21	2.01	2.68	2.65	1.08	2.68	2.78	
4	2.20	1.80	2.15	1.70	4.90	3.20	2.30	
5	1.45	3.85	2.35	1.75	1.55	1.50	1.45	
8	1.05	1.14	2.64	2.71	1.02	1.64	2.83	



Tabla 8.2.2.4.D. Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de flavour

Mezcal	Aceituna	Ácido	Barro	Café	Chorizo	Dulce	Epazote	Esquites
1	4.21	2.19	1.98	3.36	2.66	2.20	2.29	2.25
4	3.23	2.17	2.82	3.64	1.80	2.23	1.70	1.76
5	3.40	3.21	2.10	3.65	3.13	2.95	2.35	2.04
8	5.16	2.03	1.81	2.06	3.72	2.89	2.05	2.68
Mezcal	Huitlacoche	Jitomate	Jugo de arándano	Laurel	Manzanilla	Pimienta negra	Pasas	Pan tostado
1	2.47	2.09	2.78	2.50	2.02	3.11	2.39	2.29
4	2.23	1.58	2.11	2.00	2.82	1.88	2.17	2.76
5	3.33	2.02	1.17	1.45	2.41	4.41	2.25	1.21
8	3.12	2.15	2.17	1.90	2.73	4.06	2.24	1.97
Mezcal	Pimiento rojo	Pimiento verde	Tabaco	Té jengibre	Umami	Zanahoria	Pápalo	Resina
1	3.02	1.37	1.63	2.33	2.73	2.33	2.08	2.60
4	2.35	2.11	3.17	3.47	2.17	1.82	2.17	3.00
5	2.79	2.82	3.22	2.97	2.46	1.79	1.55	2.73
8	2.76	2.20	2.76	1.11	3.65	2.00	1.18	2.95
Mezcal	Agave cocido	Tabaco	Agave	Ajo	Almendra	Anís	Avellana	Azahar
1	2.60	1.36	2.81	2.09	1.36	1.70	2.02	1.01
4	3.25	2.00	1.35	1.90	1.15	1.30	1.25	1.90
5	2.63	3.37	3.12	1.01	1.58	1.81	2.06	1.32
8	3.68	2.50	2.56	1.20	1.79	2.97	1.32	2.00
Mezcal	Humo	Cereza	Chile	Chocolate abuelita	Chocolate amargo	Crema	Clavo	Durazno
1	2.45	2.86	4.21	2.25	2.28	3.32	1.73	2.01
4	1.30	1.05	1.65	1.15	1.60	3.05	2.75	1.15
5	2.89	2.05	2.15	1.68	2.12	3.11	1.65	1.66
8	3.32	2.00	1.65	1.23	2.32	1.47	2.55	1.05
Mezcal	Fresa	Guanábana	Guayaba	Lavanda	Leche	Limón	Madera	Manchego
1	1.32	1.11	1.94	2.47	2.30	1.50	2.82	2.29
4	1.30	1.25	1.65	1.25	1.60	1.20	1.95	2.20
5	1.66	1.41	1.35	2.43	3.05	1.03	2.87	1.72
8	1.90	1.73	1.97	2.24	4.06	2.23	2.20	1.76
Mezcal	Mantequilla	Maple	Manzanilla	Miel	Naranja	Nuez	Orégano	Pasto
1	2.68	2.30	2.60	1.86	2.74	2.38	2.18	2.96
4	1.90	1.55	1.30	2.40	2.30	2.35	2.25	4.10
5	1.72	1.31	2.05	1.07	2.23	1.56	1.34	2.74
8	3.65	1.11	2.00	1.18	1.95	1.92	1.94	3.02
Mezcal	Piña	Plátano	Roble	Romero	Uva	Vainilla		
1	2.21	2.15	2.99	1.92	1.88	2.55		
4	2.65	1.95	1.90	1.30	2.57	1.90		
5	1.58	2.58	2.96	2.82	2.16	3.10		
8	1.63	2.37	2.08	2.58	2.98	3.40		



Tabla 8.2.2.4.E. Promedios obtenidos de los mezcales 1, 4, 5 y 8 para los atributos de otras sensaciones

Mezcal	Ácido	Adormecimiento en lengua	Ardiente	Astringente	Caliente	Permanencia	Picante	Refrescante
1	3.58	3.44	4.42	4.85	5.50	5.07	3.85	3.27
4	3.47	3.15	2.90	3.52	3.10	3.05	3.42	4.31
5	3.68	3.73	3.42	4.47	3.57	3.68	3.10	4.36
8	3.01	2.24	2.64	2.61	3.58	1.98	3.45	2.29
Mezcal	Resabio amargo	Retronasal						
1	3.67	3.44						
4	4.26	4.78						
5	4.42	5.57						
8	3.30	4.24						

8.2.2.5 ANCLAJE DE ESCALAS

Después de seleccionar los atributos a evaluar, el siguiente paso fue el anclaje de escalas que consiste en enseñar a los panelistas utilizando los estándares apropiados para cada atributo y asignándoles un valor dentro de la escala de intensidad antes mencionada

Los atributos para desarrollar el perfil se muestran en las tablas anteriores (8.2.2.4.A., B, C y D). Para esta etapa fue necesario introducir en el programa FIZZ, un cuestionario que desplegara la escala de intensidad de 9 puntos para cada atributo (Tabla 8.2.2.5.A)

Tabla 8.2.2.5.A. Escala de Intensidad.

1	Ausencia	6	Medianamente Moderado
2	Medianamente Ligero	7	Fuerte
3	Muy Ligero	8	Medianamente Fuerte
4	Ligero	9	Extremadamente Fuerte
5	Moderado		



De esta forma se asignó a cada estándar proporcionado un valor dentro de la escala para que cada panelista lo tomara como referencia para la evaluación individual de cada atributo, por ejemplo, para el atributo de olor a huitlacoche se le proporcionó el estándar con un valor de 9 dentro de la escala de intensidad, por lo se toma este parámetro de referencia para predecir la intensidad del atributo en la muestra de mezcal. En las Tablas 8.2.2.5.B., C, D y E, aparece un número (del lado derecho) que equivale a la intensidad en la que se proporcionó el estándar a los jueces.

Posteriormente los jueces evaluaron nuevamente las muestras tradicionales de mezcal, ahora con los atributos ya reducidos que son los que realmente se perciben en las muestras y así obtener el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de cada uno de ellos.

Tabla 8.2.2.5.B. Atributos de Apariencia

Transparente	9	Turbidez	9	Paso de la luz	9	Lagrimo	9
Traslucido	7	Cuerpo	9	Formación de película	9	Perlado	9

Nota aclaratoria: Cabe señalar que en el caso de perlado se dividió en 3 parámetros para la evaluación: 1ro corresponde a perlado (homogéneo-heterogéneo), 2do. Corresponde al tamaño de la perla (pequeño-grande) y el 3ro corresponde a la cantidad del perlado (poco-mucho).

Nota aclaratoria: para el caso de los estándares de olor y flavour en saborizantes se decidió agrupar términos similares en una sola nota, por ejemplo: **nota láctea** comprende leche, crema y mantequilla; **nota**



frutal comprende guanábana, naranja, plátano y uva; **nota dulce** corresponde a dulce, miel y maple.

Tabla 8.2.2.5.C. Atributos de Otras Sensaciones.

Astringente	9	Retronasabilidad	4	Resabio amargo	9
Refrescante	4	Permanencia	9	Ardiente	9
Acido	9	Adormecimiento	9	Caliente	9
Picante	9				

De cada sesión realizada se calcularon los coeficientes de variación hasta obtener para cada atributo un valor menor o igual al 35%, que se mantuviera a lo largo de 3 sesiones además se comprobó el entrenamiento del panel al no observarse diferencias estadísticamente significativas entre los jueces.

8.2.2.6 Calibración y Comprobación del Entrenamiento del Panel de Jueces

En la Figura 8.2.2.6.A, se puede observar que uno de los atributos con mayor coeficiente de variación es traslúcido con aproximadamente el 80% CV, seguido de lagrimeo y formación de película, mientras que para transparente y cristalino, los coeficientes están por debajo del 35% CV para las 4 muestras tradicionales de mezcal.



PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES 100% AGAVE,
COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y CERTIFICADOS POR COMERCAM

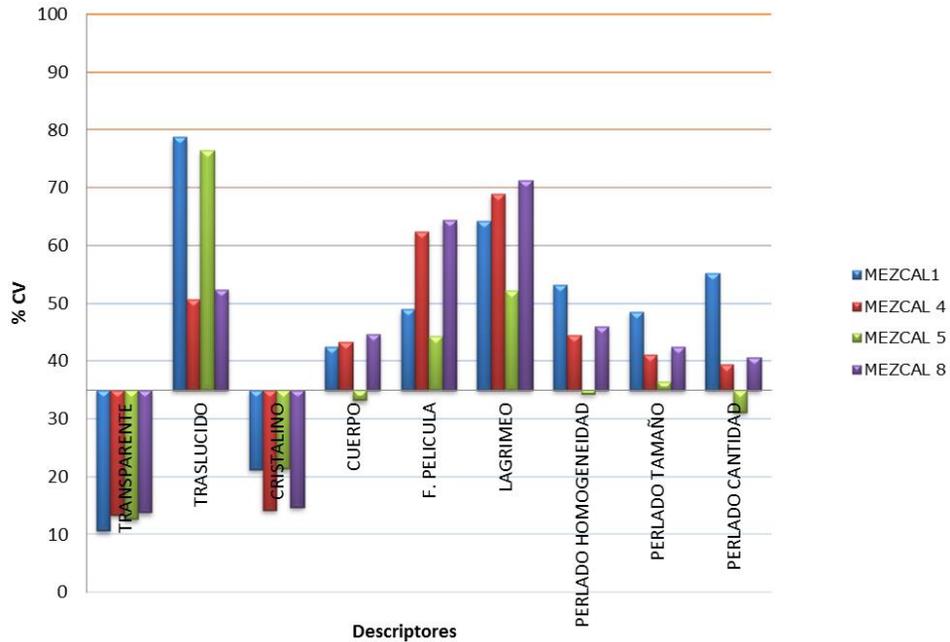


Figura 8.2.2.6.A. Diferencias de los CV de los atributos de apariencia durante las evaluaciones realizadas

En la siguiente Figura se muestran los atributos de los estándares de olor en fresco y se observa que todos están por arriba de 35%CV excepto el descriptor de arándano correspondiente al mezcal 8 con 32% de coeficiente de variación.

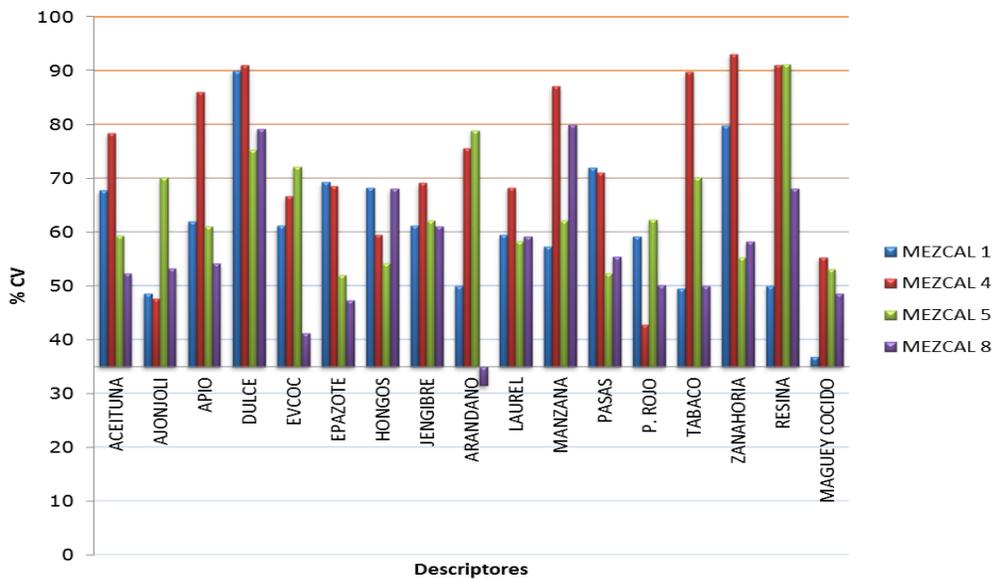


Figura 8.2.2.6.B. Diferencias de los CV de los atributos de olor (en fresco) durante las evaluaciones realizadas



En Figura 8.2.2.6.B., se muestran los descriptores correspondientes a olor presentando elevados coeficientes de variación, por ejemplo, naranja con un 98% sin embargo Chile correspondiente al mezcal 1 tiene el 29% de CV

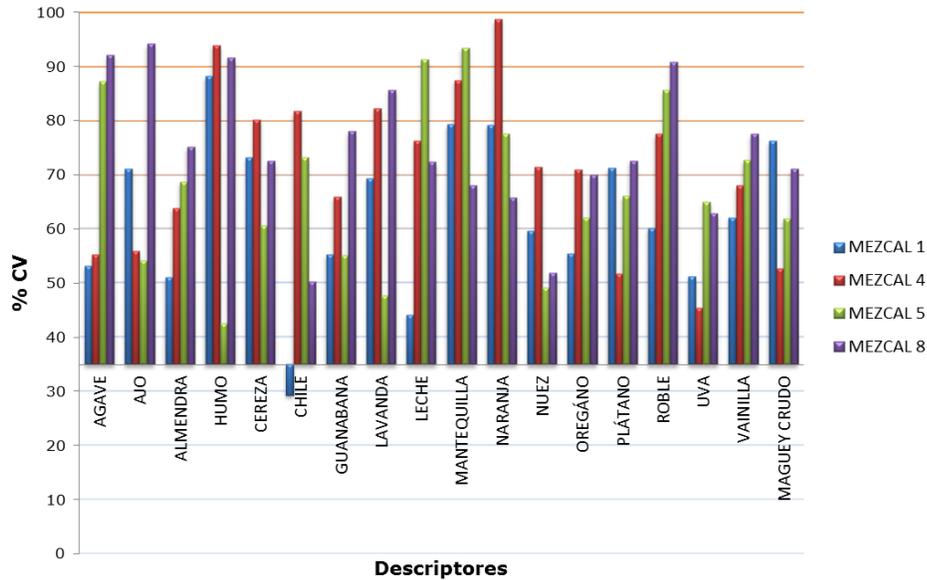


Figura 8.2.2.6.C. Diferencias de los CV de los atributos de olor (estándares saborizantes) durante las evaluaciones realizadas

En la siguiente Figura se muestran los descriptores de flavour en los que se utilizaron estándares frescos encontrándose que la mayoría presentaron valores altos de coeficientes de variación. En la Figura 8.2.2.6.E., se muestran los descriptores de flavour en los que se utilizaron presentando también coeficientes de variación altos, por lo que se debe seguir entrenando y evaluando la intensidad de los estándares, ya que en las muestras se detectan en baja intensidad.



PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES 100% AGAVE,
COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y CERTIFICADOS POR COMERCAM

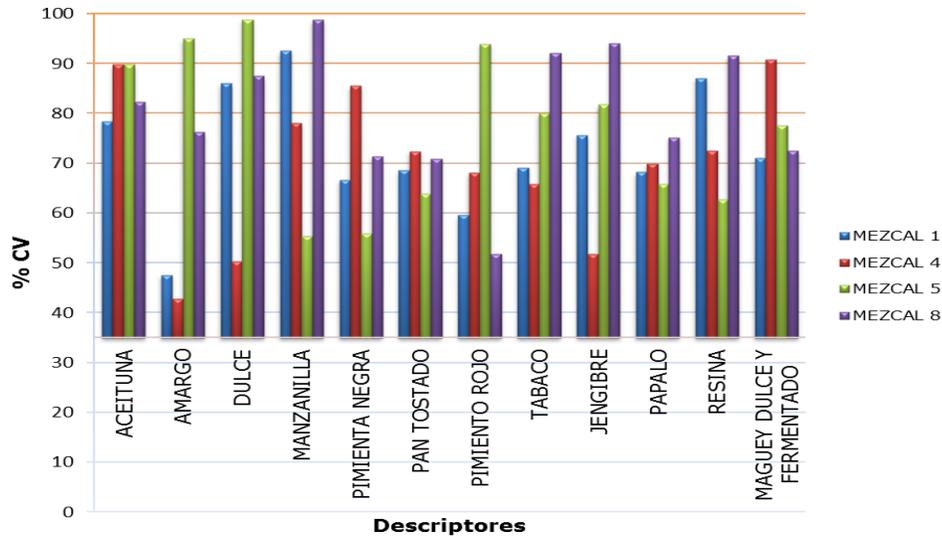


Figura 8.2.2.6.D. Diferencias de los CV de los atributos de flavour (estándares en fresco) durante las evaluaciones realizadas

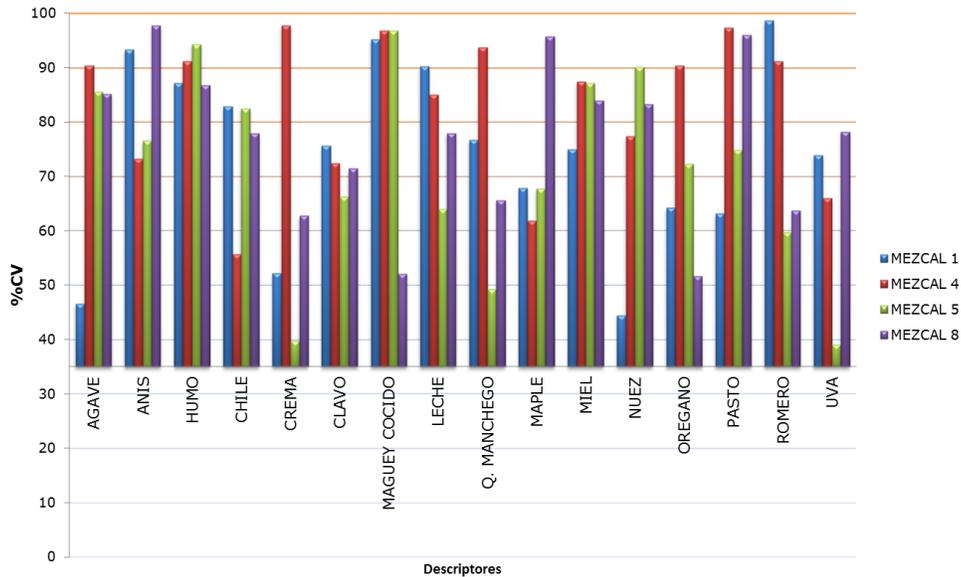


Figura 8.2.2.6.E. Diferencias de los CV de los atributos de flavour (estándares saborizantes) durante las evaluaciones realizadas

En la siguiente Figura se observa que los atributos correspondientes a astringente (mezcal 4 y 5) y permanencia (mezcal 5 y 8) presentan coeficientes de variación menores a 35% mientras que el



resto todavía presenta valores altos, por lo que se debe seguir evaluando y entrenando.

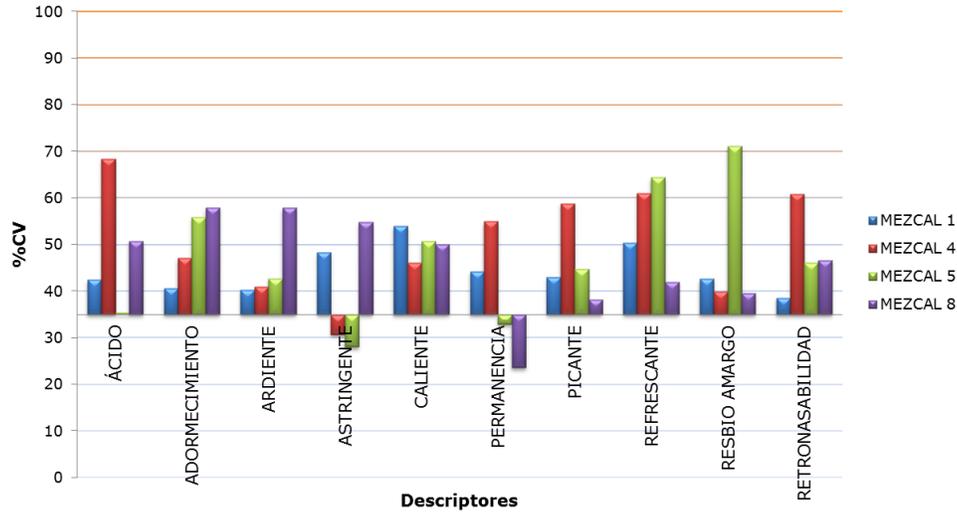


Figura 8.2.2.6.F. Diferencias de los CV de los atributos de otras sensaciones durante las evaluaciones realizadas

Después de haber evaluado los atributos se modificó la escala de intensidad a 10 puntos ya que las concentraciones de las notas correspondientes a cada una de las características sensoriales se encuentran en menor concentración o en ocasiones la nota está totalmente ausente de la muestra de mezcal por tal motivo se acordó que la escala fuera de 0-9, en donde 0 significa ausencia del atributo y 9 extremadamente fuerte. Se seleccionaron aquellos que sí estuvieron presentes en el mezcal con un valor mayor o igual a 2 en la escala y se evaluaron al 30% Alc. Vol.

Para Apariencia se generaron 10 atributos (Ver Tabla 8.2.2.6.A., al 30% Alc. Vol.), después de aplicar el criterio se seleccionaron 9 atributos desglosando perlado en tres parámetros, como ya se había mencionado anteriormente.



Tabla 8.2.2.6.A. Atributos definitivos para evaluación de apariencia

Transparente	Cuerpo	Perlado (homogeneidad de la perla)
Traslúcido	Formación de película	Perlado (tamaño de la perla)
Cristalino	Lagrimeo	Perlado (cantidad de la perla)

En la primera etapa se generaron 70 atributos de Olor (Ver Tabla al 30% de alcohol), después de aplicar el criterio de selección quedaron 20 atributos (Tabla 8.2.2.6.B).

Tabla 8.2.2.6.B. Atributos definitivos para la evaluación de Olor

Ácido	Manzanilla	Resina	Chile	Roble
Barro	Pimienta negra	Agave dulce y fermentado	Cereza	Vainilla
Nota Dulce	Pimiento rojo	Agave	Lavada	Nota frutal
Huitlacoche	Pimiento verde	Ajo	Madera	Nota Láctea
Jengibre	Tabaco	Humo	Orégano	Agave crudo

Para flavour se generaron 63 atributos (Ver Tabla al 30% de alcohol), después de aplicar el criterio de selección quedaron 24 atributos (Tabla 8.2.2.6.C.).

Tabla 8.2.2.6.C. Atributos definitivos para la evaluación de Flavour.

Amargo	Agave dulce y fermentado	Pasto
Nota dulce	Agave	Romero
Huitlacoche	Anís	Nota frutal
Manzanilla	Humo	Nota láctea
Pimienta negra	Chile	Agave cocido



Pimiento Rojo	Clavo	Madera
Tabaco	Nuez	Umami
Te de jengibre	Orégano	Resina

En la Tabla 8.2.2.6.D., se muestran los atributos para otras sensaciones que definen al mezcal, en un principio se generaron 11 atributos (Ver Tabla al 30% de alcohol), después de aplicar el criterio de selección quedaron 10 atributos.

Tabla 8.2.2.6.D. Atributos definitivos para la evaluación de Otras Sensaciones.

Astringente	Retronasabilidad	Resabio amargo
Refrescante	Permanencia	Ácido
Adormecimiento	Ardiente	Caliente
Picante		

Los descriptores presentados en las Tablas anteriores fueron los definitivos para seguir evaluando las muestras de mezcal y después de 54 sesiones de evaluación se logró calibrar y entrenar al panel de jueces ya que se logró que los coeficientes de variación disminuyeran hasta 35% o menos, esto indica que hay mayor homogeneidad en los valores de cada variable, en este caso de cada atributo sensorial.

A continuación, se presentan las diferencias de los coeficientes de variación (CV) de las características sensoriales evaluadas.



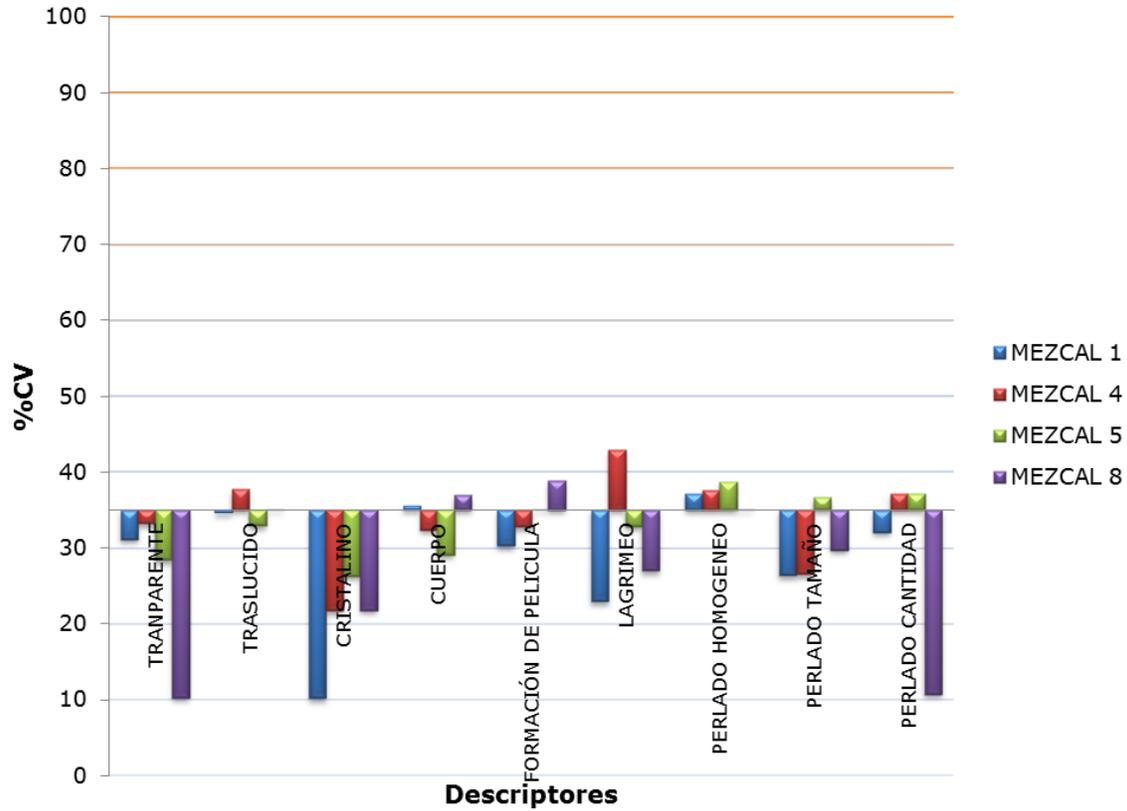


Figura 8.2.2.6.G. Diferencias de los CV de los atributos de apariencia después de las 54 sesiones de evaluación

En la Figura siguiente se observa notablemente la disminución de los valores de coeficientes de variación (CV), indicando que el panel ya está entrenado para los atributos correspondientes a olor exceptuando a agave crudo que presenta el CV más alto pero solo para el mezcal 8.



PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES 100% AGAVE,
COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y CERTIFICADOS POR COMERCAM

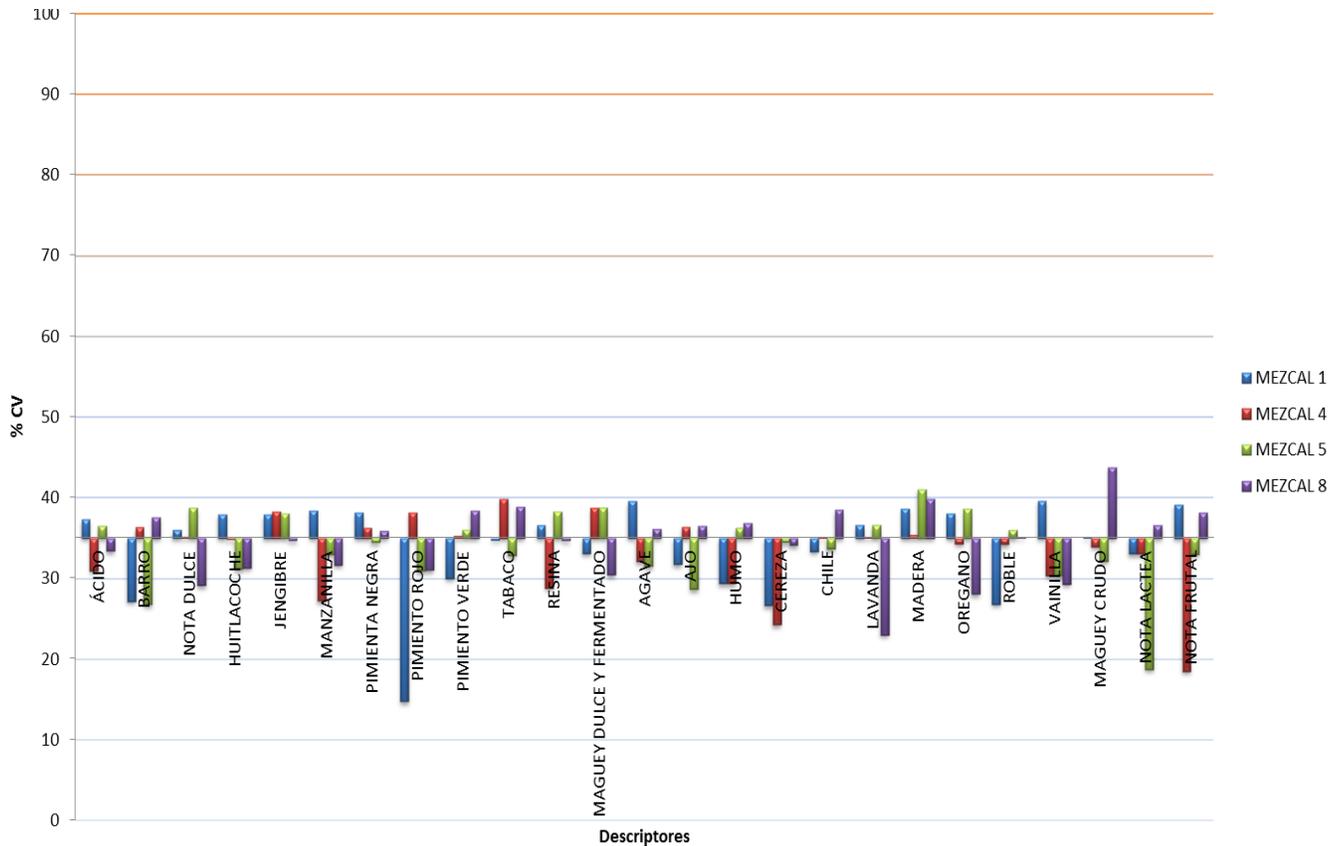


Figura 8.2.2.6.H. Diferencias de los CV de los atributos de olor después de las 54 sesiones de evaluación

A continuación se muestran en la Figura 8.2.2.6.G., los atributos correspondientes a flavour presentando los CV más altos para Chile, Romero, Nota frutal y Nota láctea mientras que el resto ya están en 35% CV o por debajo de este valor.



PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES 100% AGAVE,
COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y CERTIFICADOS POR COMERCAM

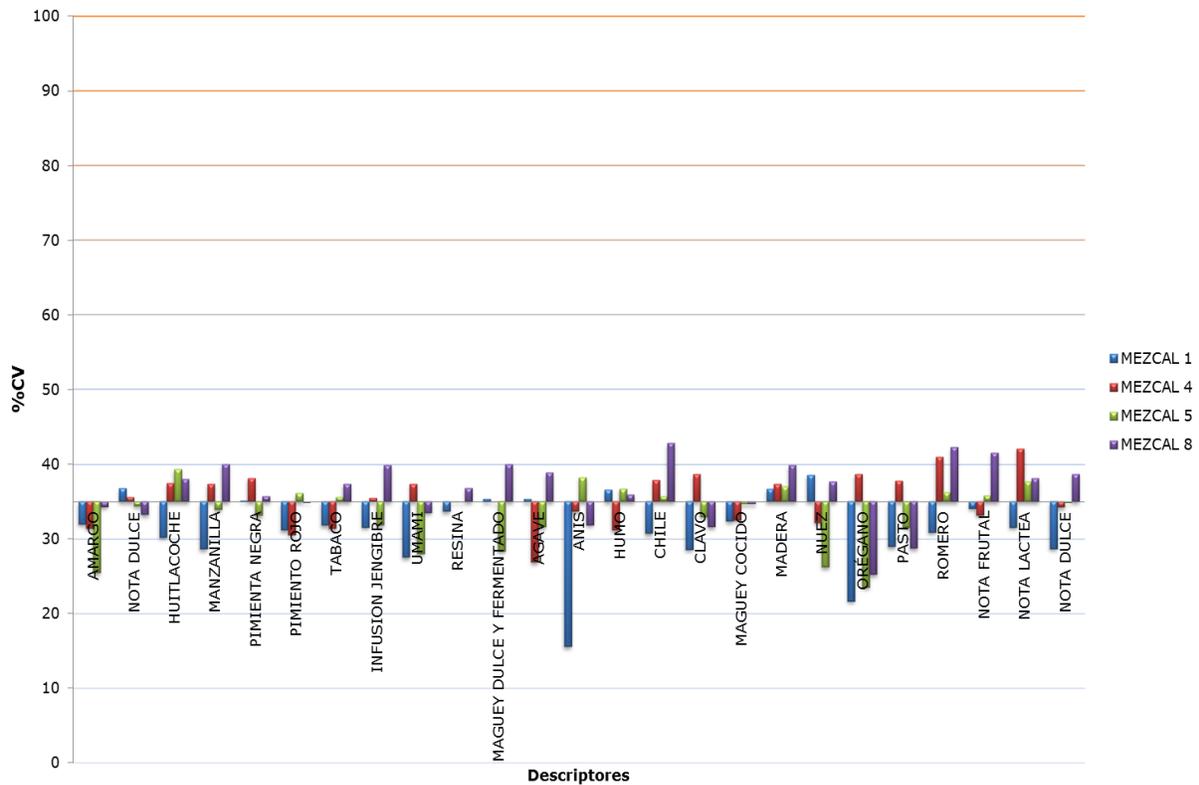


Figura 8.2.2.6.I. Diferencias de los CV de los atributos de flavour después de las 54 sesiones de evaluación

Referente a otras sensaciones, el atributo correspondiente a permanencia resultó con el valor más alto en 3 de las 4 muestras tradicionales de mezcal presentadas, mientras que en el resto de los atributos, los valores disminuyeron considerablemente.



PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES 100% AGAVE,
COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y CERTIFICADOS POR COMERCAM

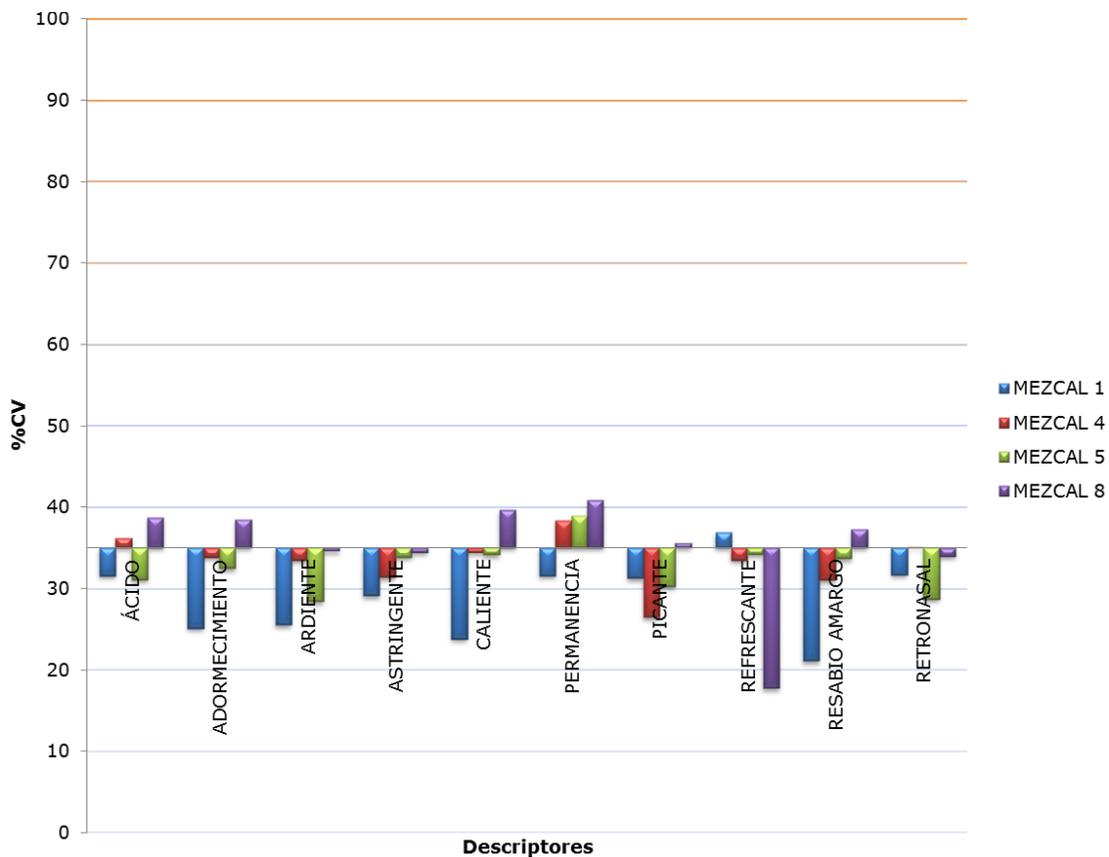


Figura 8.2.2.6.J. Diferencias de los CV de los atributos de otras sensaciones después de las 54 sesiones de evaluación

En este momento se consideró que el panel está entrenado y es capaz de generar un perfil sensorial, por lo que ahora son aptos para evaluar muestras de mezcal.

Para el análisis de resultados se empleó el programa FIZZ, software que permite optimizar el tiempo y el espacio utilizados en la Evaluación Sensorial con jueces, ya que ayuda a organizar la administración de pruebas haciendo la colecta de datos de manera automática y asiste en la elección del análisis de los datos; se obtuvieron promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación así como ANOVA a dos vías (muestras y jueces), gráficas de radar (diagrama de araña) con diferencias significativas y Análisis de componentes principales (PCA).



Para determinar que el grupo de jueces estaba entrenado, se analizaron los resultados con una ANOVA a dos vías (muestras y jueces) no encontrándose diferencia significativa entre los jueces en todos los atributos, en ese momento se determinó que los jueces se encontraban entrenados.

TERCERA ETAPA

8.3 EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MEZCAL

En la Figura 8.3.B., se muestran los resultados de la evaluación de los mezcales (B1 a B6) de los atributos sensoriales de apariencia, donde se encontró diferencia significativa en el atributo de traslúcido, siendo las muestras B4 y B6 las que presentaron mayor intensidad ya que son muestras que dejan pasar la luz pero no permiten ver con nitidez a través del líquido y en el caso de lagrimeo también se presentó diferencia significativa ($P < 0.0001$), éste atributo se refiere a la densidad presente en el mezcal, son gotas o lágrimas que se aprecian como la disgregación del cordón de líquido que se crea en la copa luego de suaves agitaciones circulares y una vez que el mezcal vuelve a su posición de reposo. El número de éstas, su tamaño, la rapidez de formación y deslizamiento es proporcional al contenido de glicerol y azúcar presente en la bebida alcohólica éste fenómeno se conoce como Efecto Gibbs-Marangoni (Figura 8.3.A.) que es la transferencia de masa en una interfase entre dos fluidos debido a un gradiente de tensión superficial, al agitar la copa una delgada capa del líquido compuesto mayoritariamente por agua y alcohol sube por las paredes por el



Figura 8.3.A. Lagrimeo en la copa (Efecto Gibbs-Marangoni)
Fuente: <http://gourmmelier.com/efeito-marangoni-os-arquetes-do-vinhos/>



efecto de capilaridad donde una evaporación preferencial del alcohol etílico causa que la película sea más rica en agua, la evaporación es más rápida en el borde superior por lo tanto mayor concentración en agua y tensión superficial, en tanto que la parte inferior de la película hay menor evaporación y menor tensión superficial. Como la base de la película tiene menor tensión superficial, la misma tiende a alcanzar la parte superior, la película sigue creciendo hasta que se viene abajo cuando el factor gravedad pasa a ser preponderante. Los responsables principales de las lágrimas o también llamadas piernas son el agua y el alcohol pero también interviene otros compuestos los cuales otorgan viscosidad y robustez a la lágrima, como por ejemplo el glicerol, sustancias minerales y azúcares residuales, en otras palabras, al ser el alcohol más volátil que el agua, en la copa mojada se forma una pequeña capa de líquido más acuoso y, por consiguiente, de una tensión superficial más fuerte. El efecto de capilaridad hace subir al líquido a través de las paredes de la copa y la elevación de esta tensión superficial tiende a formar gotas. Por lo tanto, es el alcohol, y solo éste, el que influye en la formación de estas lágrimas. Una bebida con más contenido alcohólico tendrá más lágrimas. Una observación más: la formación de lágrimas también depende de que tan limpia estaba la copa, de si quedaron o no restos de detergente, la calidad del cristal y la temperatura de la bebida. Entonces se puede tener un mezcal de mala calidad con lágrimas consistentes y un excelente mezcal que tenga lágrimas inconsistentes.

Por lo que, de acuerdo a los resultados presentados, la muestra B6 presentó la mayor intensidad de dicho atributo, a pesar de que ésta muestra presenta el mismo porcentaje alcohólico (38% Alc. Vol.) que el resto exceptuando la muestra B4 que presenta 40% Alc. Vol.



Otro atributo importante para evaluar el grado alcohólico de la bebida es el perlado, B3 es la muestra con el perlado más heterogéneo, mientras que B4 es el mezcal con el perlado más homogéneo de todos, mientras que B1, B2, B5 y B6 presentaron intensidades intermedias del atributo.

Los mezcales con el perlado más pequeño fueron B1 y B6, aunque en la intensidad no presentaron diferencia estadísticamente significativa

El mezcal con mayor cantidad de perlado se reportó en las muestras B2, B3 y B4, el mezcal con menor cantidad de perlado es la muestra B6; entre mayor cantidad de perlas se formen mayor será el grado alcohólico presente.

En comparación con el tequila; el mezcal presenta 3 atributos más; cuerpo, cristalino y transparente (Carmona, 2008).

En la Tabla 8.3.A., se empleó el método de mínimos cuadrados siendo los atributos correspondientes a transparente (TNP), cristalino (CRY), cuerpo (BOD) y el tamaño de la perla (PET) similares entre todas las muestras comerciales de mezcal mientras que en el atributo de translúcido las muestras B4 Y B6 son similares entre sí presentando mayor translucidez que el resto de las muestras ya que la cantidad de luz que incide en la muestra la refleja mientras que en el resto de las muestras no presentan ese efecto o lo presentan en menor puntuación.

En formación de película (FFO), la muestra B5 presenta la mayor intensidad del atributo mientras que el resto son similares entre sí; en el caso de lagrimeo (TEA) la muestra B6 contiene mayor cantidad de lágrimas o gotas en la copa al momento de realizar la evaluación que el resto de las muestras, en perlado correspondiente a la homogeneidad



de las perlas (PEH), la muestra B3 presentó perlas de tamaño similar u homogéneo mientras que las demás muestras presentaron un perlado heterogéneo; y finalmente en la cantidad de perlado (PEC) de la muestra B4 (40% Alc. Vol.) fue mayor que el resto, esto es debido a la riqueza alcohólica presente, entre mayor sea la formación de perlado mayor será el grado alcohólico de la bebida.

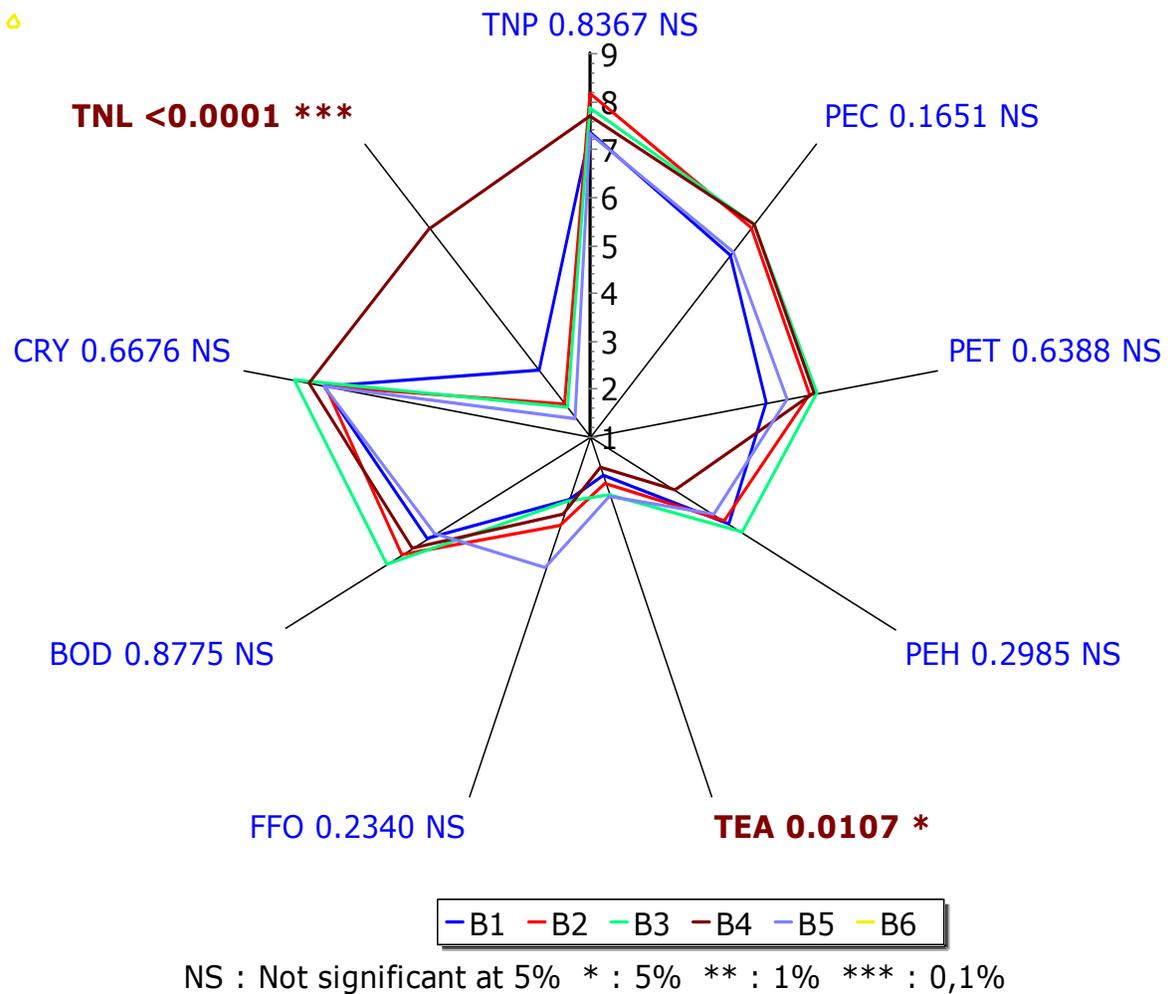


Figura 8.3.B. Atributos de Apariencia en las seis muestras de mezcal

TNP: transparente, TNL: traslúcido, CRY: cristalino, BOD: cuerpo, FFO: formación de película, TEA: lagrimeo, PEH: perlado homogéneo, PET: tamaño de perlado, PEC: cantidad de perlado



Tabla 8.3.A. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de apariencia de las muestras de mezcal B1-B6

MUESTRAS	TNP	TNL	CRY	BOD	FFO	TEA	PEH	PET	PEC
B1	7.3±1.5 ^a	2.7±1.1 ^a	7.1± 0.9 ^a	5.2± 2.0 ^a	2.4± 1.0 ^a	1.9± 0.7 ^a	4.6±1.9 ^{ab}	5.0±1.7 ^a	5.9± 2.1 ^{ab}
B2	8.1± 0.7 ^a	1.9± 0.8 ^a	7.1±2.4 ^a	5.9±3.1 ^a	3.0±1.2 ^{ab}	2.0±0.7 ^a	4.2±1.5 ^{ab}	6.0±1.8 ^a	6.7±1.5 ^b
B3	7.9± 0.6 ^a	1.8±0.6 ^a	7.8± 0.8 ^a	6.3± 2.3 ^a	2.4± 1.0 ^a	2.3± 0.9 ^a	5.0± 1.5 ^b	6.2±1.8 ^a	6.8±2.0 ^b
B4	7.7±2.6 ^a	6.7± 1.9 ^b	7.4±1.5 ^a	5.6±1.9 ^a	2.7±1.4 ^{ab}	1.7±0.6 ^a	3.2±1.2 ^a	6.1±2.2 ^a	6.7± 2.3 ^b
B5	7.3±1.8 ^a	1.5±0.5 ^a	7.1± 1.3 ^a	5.0± 1.7 ^a	3.9±2.1 ^b	2.3± 0.9 ^a	4.2±1.9 ^{ab}	5.5±1.7 ^a	6.1±2.4 ^{ab}
B6	7.9± 0.9 ^a	6.1± 2.5 ^b	6.7±1.7 ^a	5.5± 2.5 ^a	3.4±1.8 ^{ab}	3.2±1.3 ^b	4.5±1.7 ^{ab}	5.1±2.2 ^a	4.5±1.7 ^a

En la Figura 8.3.C., se muestra que de los 25 descriptores sensoriales correspondientes a olor, se observó que no hay diferencia significativa en el atributo de roble (ROB) mientras que el resto presentan diferencia estadísticamente significativa. Al comparar los resultados con los encontrados para tequila blanco (Carmona, 2008), se observó coincidencias en los atributos de agave, dulce, y madera, sin embargo el mezcal resultó tener 10 atributos más que el tequila.

En la Tabla 8.3.B., se presentan los primeros 12 de los 25 de los atributos correspondientes a olor en todas las muestras las intensidades fueron de medias a bajas, observándose que las muestras más ácidas fueron B1, B3, B4 y B5, esto se debe a la presencia de ácidos orgánicos naturales que llegan a contener las piñas o que suelen agregarse conforme al proceso de fabricación, éstos ácidos (Ac. acético, Ac. Cítrico, Ac. Tartárico Ac. Málico, Ac. Oxálico, principalmente) forman parte del mosto por lo que la acidez total de la bebida alcohólica es la consecuencia de todos sus ácidos, volátiles y no volátiles.

Mientras que para el olor a barro (MUD) la muestra B4 presentó mayor intensidad esto se debe a varios factores: El lugar de procedencia de los mezcales ya que B4 proviene del distrito de Ejutla, Oax., que posee un tipo de suelo Regosol Eútrico que es rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K y Na) en los primeros 50 cm de profundidad y al tener un



perfil A-C indica que está formado por partículas muy pequeñas de minerales y abundante humus o materia orgánica. Su color es oscuro. Es la parte de la Litosfera apta para el cultivo mientras que en Tlacolula, Oax., el tipo de suelo es Litosol, los cuales son suelos someros, sin desarrollo del perfil. La profundidad media de este tipo de suelo es menor de 10 cm de espesor, otro factor que realza este atributo es que durante la cocción de las piñas son cubiertas con tierra en donde se absorben estos sabores.

Para el atributo dulce (SWE) y manzanilla (CHA) la muestra B4 presento mayor intensidad para ambos atributos; en cambio en las muestras B4, B5 y B6 fueron más intensas en el olor a jengibre, aunque la nota de pimienta negra (BPE) y pimiento verde (GPE) están muy acentuadas en las muestras B4 y B5. Siendo esta última, la que predomina la intensidad a olor a tabaco (SNU) mientras que el resto de las muestras se mantienen de forma similar en si para este atributo.

En general partiendo solo de estos primeros 12 atributos de olor, la muestra que más riqueza en intensidad de aromas presento fue la B4



PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES 100% AGAVE,
COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y CERTIFICADOS POR COMERCAM

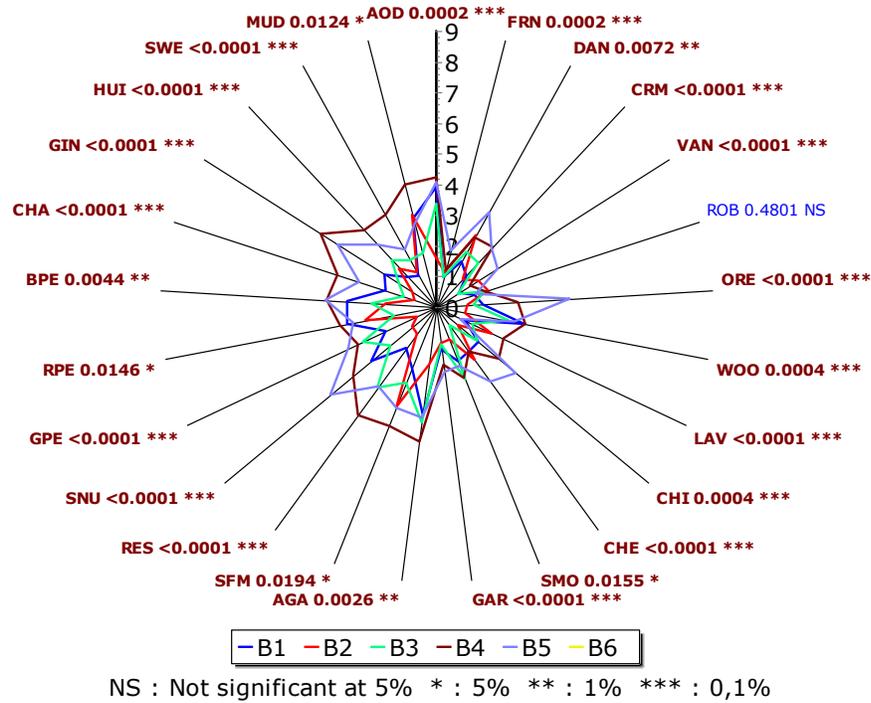


Figura 8.3.C. Atributos de Olor en las seis muestras de mezcal

AOD: ácido, MUD: barro, SWE: nota dulce, HUI: huitlacoche, GIN: jengibre, CHA: manzanilla, BPE: pimienta negra, RPE: pimiento rojo, GPE: pimienta verde, SNU: tabaco, RES: resina, SFM: agave dulce y fermentado, AGA: agave, GAR: ajo, SMO: humo, CHE: cereza, CHI: chile, LAV: lavanda, WOO: madera, ORE: orégano, ROB: roble, VAN: vainilla, CRM: agave crudo, DAN: nota láctea, FRN: nota frutal

Tabla 8.3.B. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de olor de las muestras de mezcal B1-B6

MUESTRAS	AOD	MUD	SWE	HUI	GIN	CHA	BPE	RPE	GPE	SNU	RES	SFN
B1	3.9±1.5 ^b	3.0±1.0 ^{bc}	1.2±0.4 ^a	1.4±0.5 ^a	2.0±1.0 ^a	1.7±1.0 ^b	3.0±0.9 ^{bc}	2.9±1.0 ^b	1.8±0.6 ^b	2.8±1.0 ^{bc}	1.6±0.4 ^a	2.2±0.8 ^a
B2	1.6±0.7 ^a	3.1±1.2 ^{bc}	1.3±0.3 ^a	1.7±0.5 ^a	1.0±0.3 ^a	0.7±0.3 ^a	1.6±0.8 ^a	2.3±1.2 ^a	0.7±0.3 ^a	1.0±0.3 ^a	1.0±0.3 ^a	3.5±1.4 ^{bc}
B3	3.4±1.2 ^b	1.8±0.8 ^a	1.7±0.7 ^a	2.1±0.4 ^{ab}	1.4±0.4 ^a	1.1±1.0 ^a	2.1±0.8 ^{ab}	1.4±0.4 ^a	2.6±0.9 ^{bc}	1.9±0.7 ^{ab}	3.2±1.3 ^b	2.6±0.9 ^{ab}
B4	4.2±1.8 ^b	4.1±1.5 ^c	3.4±1.4 ^b	3.4±1.1 ^c	4.4±1.5 ^b	3.4±1.3 ^c	3.5±1.5 ^c	3.2±1.1 ^b	2.8±1.1 ^c	3.5±1.3 ^{cd}	4.3±1.6 ^c	4.2±1.6 ^c
B5	4.1±1.8 ^b	2.8±1.1 ^{ab}	2.1±1.0 ^a	2.8±1.1 ^{bc}	3.8±1.8 ^b	2.6±1.1 ^{bc}	3.6±1.6 ^c	2.7±1.2 ^b	3.1±1.5 ^c	4.4±1.3 ^d	3.2±1.0 ^b	3.5±1.3 ^{bc}
B6	1.9±0.9 ^a	2.8±1.4 ^{ab}	3.5±1.8 ^b	3.0±1.3 ^{bc}	3.8±1.5 ^b	3.0±1.5 ^c	2.9±1.2 ^{bc}	2.6±1.2 ^b	2.5±1.1 ^{bc}	2.7±0.9 ^{bc}	2.9±1.3 ^b	3.8±1.6 ^{bc}



Siguiendo con los 13 atributos restantes de olor presentados en la Tabla 8.3.C., se observa que la nota agave es intensa y similar entre la mayoría de las muestras excepto en la B2, en donde el aroma se percibió en menor intensidad, cabe señalar que este atributo es el más importante para la caracterización de mezcales, como un producto de origen y alta calidad por lo que su presencia en cada muestra es fundamental. El atributo correspondiente a ajo (GAR), orégano (ORE) y agave crudo (CRM) estuvieron presentes en mayor intensidad en la muestra B6 que el resto de las muestras ya que fueron similares entre sí. La muestra B2 y B4 fueron similares entre sí en el olor a lavanda siendo las notas aromáticas de mayor intensidad.

Mientras que en aroma a cereza (CHE), chile (CHI), Vainilla (VAN), Frutal (FRN) y láctea (DAN) predominan en la muestra B5 siendo para el resto de las muestras muy similar entre sí. Para el olor a Humo (SMO) fue similar e intenso en las muestras de la B3 a la B6 mientras que para el olor a madera (WOO) todas las muestras fueron similares entre si excepto la muestra B2 y finalmente en el aroma a roble (ROB) todas sin excepción fueron similares entre sí.

Tabla 8.3.C. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de olor de las muestras de mezcal B1-B6.

MUESTRAS	AGA	GAR	SMO	CHE	CHI	LAV	WOO	ORE	ROB	VAN	CRM	DAN	FRN
B1	3.6±1.3 ^b	1.4±0.6 ^a	1.9±0.8 ^b	1.8±0.7 ^b	1.8±1.0 ^b	1.0±0.4 ^a	2.9±1.1 ^b	1.5±0.5 ^b	1.3±0.5 ^a	0.9±0.2 ^a	1.4±0.4 ^a	1.7±0.6 ^a	1.0±0.3 ^a
B2	1.9±0.7 ^a	1.2±0.3 ^a	1.1±0.1 ^a	2.1±0.7 ^{bc}	0.9±0.5 ^a	2.0±0.3 ^b	0.9±0.4 ^a	1.0±0.4 ^a	1.7±0.7 ^a	1.6±0.6 ^{bc}	1.2±0.3 ^a	2.7±0.9 ^{bc}	1.2±0.2 ^a
B3	3.8±0.9 ^b	1.2±0.2 ^a	2.5±1.0 ^b	0.7±0.2 ^a	1.7±1.0 ^b	1.3±0.4 ^a	2.4±0.9 ^b	1.2±0.2 ^a	1.6±0.5 ^a	0.8±0.3 ^a	2.0±0.4 ^b	2.0±0.7 ^{ab}	1.0±0.0 ^a
B4	4.4±1.6 ^b	1.9±0.8 ^b	2.5±1.2 ^b	1.8±0.8 ^b	2.6±1.2 ^{bc}	2.4±0.9 ^b	2.9±1.1 ^b	2.7±1.5 ^{bc}	1.7±0.6 ^a	1.3±0.4 ^b	2.7±1.1 ^b	2.6±0.9 ^{bc}	1.2±0.4 ^b
B5	3.6±1.2 ^b	2.1±0.8 ^b	2.1±0.8 ^b	3.0±1.2 ^d	3.3±1.5 ^c	0.9±0.3 ^a	2.6±1.0 ^b	4.3±2.3 ^d	1.4±0.6 ^a	2.3±1.1 ^d	2.6±1.1 ^b	3.5±1.5 ^c	1.9±0.7 ^c
B6	4.0±1.6 ^b	3.1±1.2 ^c	2.1±0.8 ^b	2.8±1.1 ^d	2.4±1.0 ^{bc}	1.3±0.4 ^a	2.7±1.1 ^b	3.1±1.6 ^c	1.7±0.5 ^a	2.0±0.8 ^{cd}	3.6±1.2 ^c	2.3±1.0 ^{ab}	1.6±0.5 ^{bc}

En la Figura 8.3.C., se muestra que para el perfil de flavour de las muestras de mezcal no presentaron diferencia estadísticamente significativa para los atributos de anís, agave cocido y nuez mientras que en los 22 atributos restantes si presentan diferencia



estadísticamente significativa, siendo la muestra B4 y B5 las que presentan mayor intensidad en los atributos de infusión de jengibre (GIT) y pimienta negra (BPF), respectivamente. Mientras que la muestra B2 presentan los valores mas bajos de intensidad en los atributos como pimienta roja (RPF) y chile (CHFL)

Comparando con el perfil del tequila blanco (Carmona 2008), se observa que coincidieron los atributos como: dulce, ácido, agave cocido (agave).

En la Tabla 8.3.D., se presentan parte de los atributos de flavour, en donde se hace mención a 13 de los 25 atributos que conforman esta característica sensorial, el atributo amargo (BIT) resultó predominante en las muestras B1, B3, B4 y B5 siendo la B2 y B4 destacables también en la nota dulce, en cuanto al huitlacoche (HUF) y resina (REF) se acentuaron en la muestra B4 al igual que la infusión de jengibre (GIT) mientras que en anís (ANI) todas las muestras se perciben de manera similar entre sí y en muy baja intensidad.

En la muestra B3 predominó el atributo de tabaco (SNF), agave dulce y fermentado (SFF) mientras que la muestra B5, los atributos con mayor intensidad fueron pimienta negra (BPF), chile (CHF), pimienta roja (RPF) y Umami (UMA).

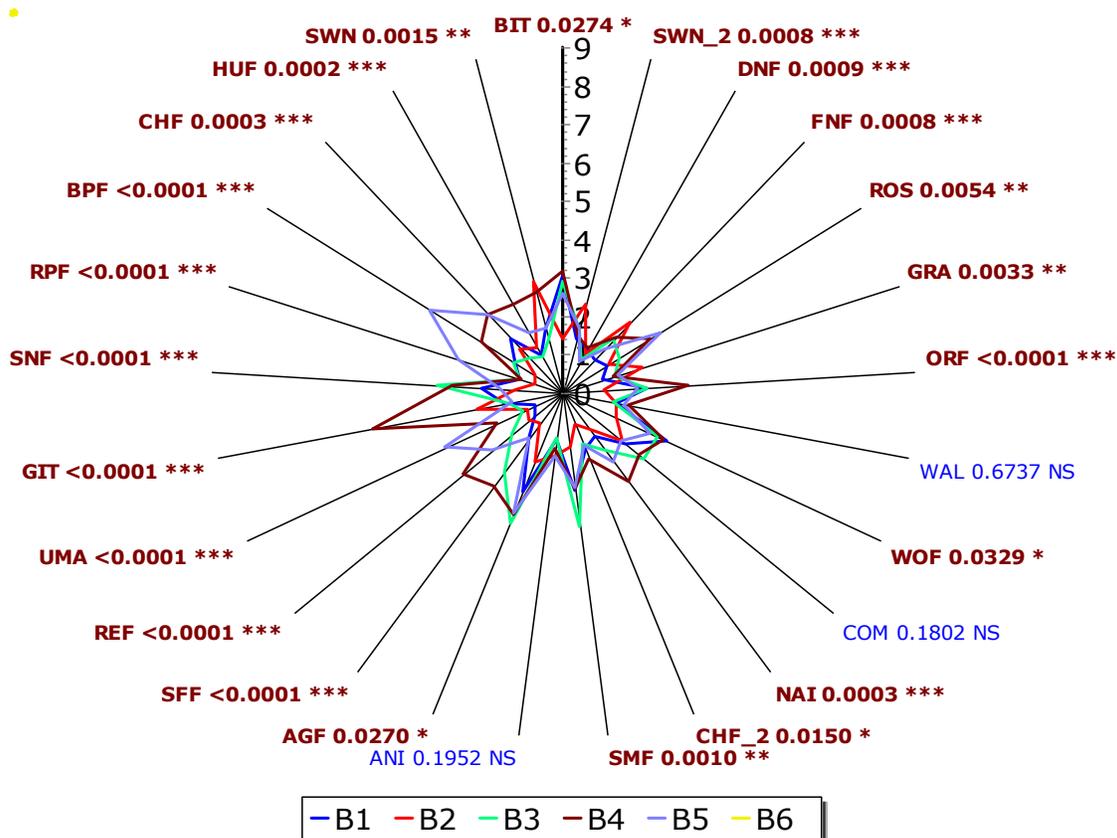
El atributo agave (AGF) es fundamental ya que el mezcal debe presentar olor y sabor a agave especialmente a agave cocido, materia prima con la que se elabora el mezcal. Pero detrás de este olor y sabor fundamental, que son parte de la riqueza sensorial también se deben considerar tres aspectos: El tipo y procedencia del agave usado y el entorno ecológico donde creció, las prácticas culturales y tecnológicas



empleadas en su elaboración y el gusto histórico de la región de procedencia.

Las muestras B3, B4, B5 y B6 (muestras de diferentes regiones de Oaxaca, ver pág. 65 Tabla 7.2.1.B) fueron muy similares entre sí, mientras que la B1 (muestra de Zacatecas, ver pág. 65 Tabla 7.2.1.B) la menos favorecida en este atributo tan importante dentro de la evaluación sensorial.

En cuanto al descriptor de anís (ANI) las muestras no presentaron diferencia estadísticamente significativa.



NS : Not significant at 5% * : 5% ** : 1% *** : 0,1%

Figura 8.3.D. Atributos de flavour en las seis muestras de mezcal

BIT: amargo, SWN: nota dulce, HUF: huitlacoche, CHF: chile, CHF: manzanilla, BPF: pimienta negra, RPF: pimiento rojo, SNF: tabaco, GIT: infusión de jengibre, UMA: Umami, REF: resina, SFF: agave dulce y fermentado, AGF: agave, ANI: anís, SMF: humo, CHF_2: chile, NAI: clavo, COM: agave cocido, WOF: madera, WAL: nuez, ORF: orégano, GRA: pasto, ROS: romero, FNF: nota frutal, DNF: nota láctea, SWN_2: nota dulce



Tabla 8.3.D. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de flavour de las muestras de mezcal B1-B6.

MUESTRAS	BIT	SWN	HUF	CHF	BPF	RPF	SNF	GIT	UMA	REF	SFF	AGF	ANI
B1	3.1±1.8 ^b	1.7±0.7 ^a	1.1±0.6 ^a	1.9±0.8 ^a	1.4±0.9 ^{ab}	1.1±0.3 ^a	2.1±0.8 ^{bc}	1.5±0.5 ^{ab}	0.8±0.3 ^a	0.9±0.3 ^a	1.4±0.4 ^a	2.7±0.8 ^{ab}	1.2±0.4 ^a
B2	1.4±0.8 ^a	3.0±1.1 ^b	1.3±0.8 ^{ab}	1.6±0.6 ^a	0.8±0.4 ^a	0.7±0.3 ^a	1.2±0.6 ^a	2.2±1.0 ^b	1.0±0.5 ^a	1.1±0.4 ^a	1.0±0.4 ^a	1.9±0.7 ^a	1.6±0.6 ^a
B3	2.9±1.2 ^b	1.5±0.5 ^a	1.1±0.5 ^a	1.2±0.4 ^a	1.5±0.8 ^{ab}	1.2±0.4 ^a	3.2±1.2 ^d	1.4±0.5 ^{ab}	1.1±0.4 ^{ab}	1.6±0.5 ^{ab}	2.5±0.6 ^b	3.7±0.8 ^b	1.2±0.4 ^a
B4	3.2±1.3 ^b	2.7±1.3 ^b	2.6±0.9 ^c	2.8±1.0 ^b	2.5±1.4 ^{bc}	1.1±0.6 ^a	2.8±1.1 ^{cd}	4.9±1.5 ^e	1.8±0.6 ^b	3.3±1.3 ^c	3.0±1.2 ^b	3.4±1.3 ^b	1.5±0.4 ^a
B5	2.6±0.9 ^b	1.7±0.6 ^a	1.8±0.7 ^b	2.8±1.0 ^b	4.0±2.0 ^d	2.8±1.2 ^b	1.6±0.7 ^{ab}	1.3±0.4 ^a	3.3±1.2 ^c	2.3±1.0 ^b	1.4±0.4 ^a	3.4±1.3 ^b	1.6±0.6 ^a
B6	2.3±0.7 ^{ab}	1.8±0.7 ^a	1.6±0.5 ^{ab}	1.9±0.7 ^a	3.1±1.8 ^{cd}	2.2±1.2 ^b	1.6±0.6 ^{ab}	1.7±0.7 ^{ab}	3.2±1.2 ^c	3.4±1.6 ^c	1.5±0.7 ^a	3.2±1.5 ^b	1.7±0.8 ^a

A continuación en la Tabla 8.3.E., se observan los 12 atributos restantes y correspondientes a flavour, en donde se observa que al descriptor de Nuez fue similar entre todas las muestras, en cambio para madera (WOF) y chile (CHFL), en todas las muestras se percibieron ambos atributos excepto en la B2. La muestra B4 tiene mayor predominio sobre las otras muestras en los atributos de clavo (NAI), orégano (ORF) y nota láctea (DNF), mientras que agave cocido (COM) y las notas dulce (SWN) y frutal (FRN) están presentes predominantemente en la muestra B6. Los descriptores de pasto (GRA) y romero (ROS) están presentes en las muestras B2 y B5, respectivamente

Sin embargo, la nota a humo (SMF) predominó en la muestra B3 siendo la B2 la que menos intensidad presentó. Esto se debe a la cocción de las piñas en horno de tierra (el horneado) que en algunos casos el proceso tradicional lleva unos 4 días para que las piñas se ahúmen y adquieran su mayor dulzura.

Tabla No. 8.3.E. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de flavour de las muestras de mezcal B1-B6.

MUESTRAS	SMF	CHFL	NAI	COM	WOF	WAL	ORF	GRA	ROS	FNF	DNF	SWN1
B1	2.6±0.7 ^b	1.5±0.6 ^b	1.4±0.5 ^{ab}	2.1±0.7 ^{abc}	3.0±1.1 ^b	1.4±0.5 ^a	2.1±0.9 ^b	1.1±0.2 ^a	1.3±0.5 ^a	1.2±0.4 ^a	1.3±0.3 ^c	1.5±0.6 ^a
B2	1.4±0.4 ^a	0.9±0.4 ^a	1.1±0.5 ^a	1.6±0.7 ^a	1.5±0.4 ^a	1.4±0.6 ^a	1.1±0.5 ^a	2.1±0.8 ^c	1.4±0.5 ^a	2.5±0.9 ^{cd}	1.2±0.2 ^{bc}	2.4±1.0 ^{bc}
B3	3.5±1.3 ^c	1.4±0.4 ^b	1.8±0.8 ^{abc}	2.7±0.9 ^{5bc}	2.7±1.1 ^b	1.3±0.4 ^a	2.1±0.7 ^b	1.4±0.4 ^{ab}	1.7±0.5 ^{ab}	1.9±0.7 ^{abc}	1.0±0.3 ^{ab}	1.7±0.6 ^{ab}
B4	2.5±1.0 ^b	1.8±0.7 ^b	2.9±1.1 ^d	2.5±1.4 ^{abc}	3.0±1.2 ^b	1.7±0.7 ^a	3.2±1.1 ^c	1.3±0.3 ^{ab}	2.6±1.4 ^{bc}	2.0±0.9 ^{bc}	1.3±0.3 ^c	1.5±0.6 ^a
B5	2.5±0.8 ^b	1.5±0.4 ^b	2.2±0.6 ^{cd}	1.9±0.8 ^{ab}	2.5±1.0 ^b	1.6±0.6 ^a	1.9±0.7 ^{ab}	1.5±0.5 ^{ab}	2.9±1.4 ^c	1.6±0.4 ^{ab}	0.9±0.3 ^{ab}	1.7±0.6 ^{ab}
B6	2.0±1.0 ^{ab}	1.6±0.8 ^b	2.0±0.8 ^{bc}	3.0±1.6 ^c	2.3±0.8 ^{ab}	1.6±0.6 ^a	3.2±1.3 ^c	1.8±0.8 ^{bc}	2.5±1.4 ^{bc}	2.8±1.1 ^d	0.7±0.4 ^a	3.1±1.2 ^c



En la Figura 8.3.E., se muestran los resultados para otras sensaciones, en ella se observa que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestras excepto en el descriptor de picante (SPI) que es la sensación en garganta después de tragar la muestra, presentando mayor intensidad los mezcales B1 y B2, mientras que B4 y B5 presentaron menor intensidad.

En la Tabla 8.3.F., se observan los atributos correspondientes a otras sensaciones, en donde se aprecia que en la sensación ácida (AOS), ardiente (BUR) y resabio amargo (BIA) todas las muestras fueron similares entre sí. Mientras que en adormecimiento (NUM) y astringencia (AST), la muestra B3 fue ligeramente mayor que el resto. El descriptor caliente (HOT) fue más intenso en la muestra B6 y menor en la B1, no encontrándose diferencia en el resto de las muestras. La permanencia (PER) de "otras sensaciones" se mantuvo mayor tiempo la muestra B3 (mezcal de doble destilación)

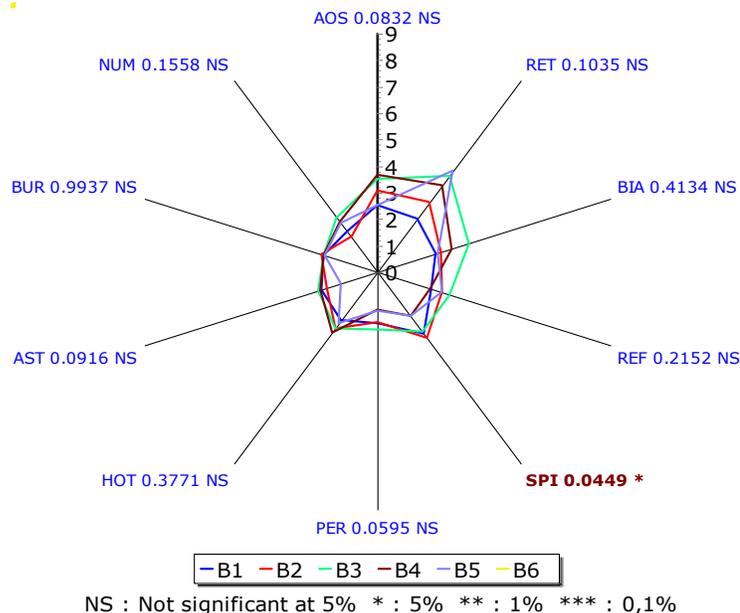


Figura 8.3.E. Atributos de otras sensaciones en las seis muestras de mezcal

AOS: ácido, NUM: adormecimiento, BUR: ardiente, AST: astringente, HOT: caliente, PER: permanencia, SPI: picante, REF: refrescante, BIA: resabio amargo, RET: retronasabilidad



Tabla 8.3.F. Promedio y desviación estándar de los valores dados a los atributos sensoriales de otras sensaciones de las muestras de mezcal B1-B6.

MUESTRAS	AOS	NUM	BUR	AST	HOT	PER	SPI	REFL	BIA	RET
B1	5.4±8.9 ^a	1.9±0.7 ^{ab}	2.1±0.5 ^a	2.1±0.9 ^b	2.3±0.8 ^a	1.9±0.6 ^{ab}	2.9±0.8 ^b	2.0±0.6 ^{ab}	2.2±1.2 ^a	2.5±0.9 ^a
B2	3.1±1.1 ^a	1.6±0.4 ^a	2.2±0.8 ^a	2.0±0.5 ^{ab}	2.6±1.2 ^{ab}	1.9±0.6 ^{ab}	3.1±0.8 ^b	2.5±0.8 ^{ab}	2.4±1.4 ^a	3.2±1.2 ^{ab}
B3	3.5±1.3 ^a	2.5±0.9 ^b	2.1±0.7 ^a	2.3±0.8 ^b	2.6±0.9 ^{ab}	2.1±0.7 ^b	2.8±0.6 ^{ab}	2.8±0.9 ^b	3.5±1.7 ^a	4.5±1.7 ^b
B4	3.7±1.4 ^a	2.3±0.9 ^{ab}	2.1±1.0 ^a	2.2±1.0 ^b	2.8±1.0 ^{ab}	1.4±0.6 ^a	2.1±0.6 ^a	2.0±0.7 ^{ab}	2.8±1.6 ^a	4.0±2.2 ^{ab}
B5	2.5±1.0 ^a	2.3±0.6 ^{ab}	2.0±1.2 ^a	1.4±0.4 ^a	2.5±0.9 ^{ab}	1.5±0.6 ^a	2.1±1.0 ^a	2.5±0.9 ^{ab}	2.3±1.2 ^a	4.7±2.1 ^b
B6	2.5±1.0 ^a	2.1±0.8 ^{ab}	2.3±1.3 ^a	1.6±0.5 ^{ab}	3.3±1.1 ^b	1.5±0.6 ^a	2.6±0.9 ^{ab}	2.0±0.6 ^a	2.6±1.0 ^a	4.2±2.3 ^b

Para continuar analizando los datos se prosiguió a emplear una técnica estadística, el análisis de componentes principales (en español ACP, en inglés, PCA) que es una técnica de síntesis de la información o reducción de la dimensión (número de variables) y sirve para hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia, permitiendo conocer los atributos que más influyen para diferenciar a las muestras de mezcal.

El análisis de componentes principales se dividió en cuatro grupos: Apariencia, Olor, Flavour y Otras sensaciones. Los descriptores que aparecen en el mismo cuadrante tienen una correlación positiva y los que se encuentran en cuadrantes opuestos se correlacionan negativamente, de igual manera, las muestras que están ubicadas en el mismo cuadrante son similares entre sí y los descriptores sensoriales cercanos a las muestras son los que mejor las describen.

En la Figura 8.3.F., se muestra el PCA para los atributos de apariencia, en ella se observa que el componente 1 y 2, explican que el 89.1% de la variabilidad. Siendo Traslúcido (TNL) y Cantidad de perlado (PEC) los dos atributos de mayor peso.

Se observó que los atributos de lagrimeo (TEA), perlado heterogéneo (PEH) y formación de película (FFO) presentan valores



altos de percepción para las muestra B1 y B5 baja percepción para el descriptor correspondiente a Traslucido (TNL).

Para las muestras B2 y B3 presentan valores altos y similares entre sí en la percepción de los atributos habiendo una correlación positiva entre los descriptores de perlado (PEH) y perlado (PEC); presentando ambos descriptores una correlación negativa con el atributo de traslúcido (TNL), otra correlación negativa importante se presentó entre el lagrimeo (TEA) y la cantidad de perlado (PEC), lo cual es posible ya que una bebida con más contenido alcohólico tendrá más lágrimas y la perla se utiliza para medir la graduación alcohólica de la bebida de manera empírica, mediante la observación. De acuerdo al tamaño de la perla, los productores y consumidores pueden conocer la graduación alcohólica del producto. Cuanto más grande sea la perla, mayor es la graduación alcohólica del mezcal. Sin embargo, los mezcales con un volumen de alcohol menor a 42% no presentan perlas consistentes. Por otra parte según la forma de la perla, la manera en que se abre y acomoda el "collar" así como la cantidad del perlado y el tiempo de permanencia de éste indican otras cualidades del mezcal como el tipo de agave utilizado, la cantidad de aceites y hasta la región donde se produjo el destilado.

Referente a la muestra B4 y B6 presentaron mayor traslucidez que el resto de las muestras mientras que la muestra B4 presentó los valores más bajos para los descriptores de lagrimeo (TEA), formación de película (FFO) y perlado (PEH)



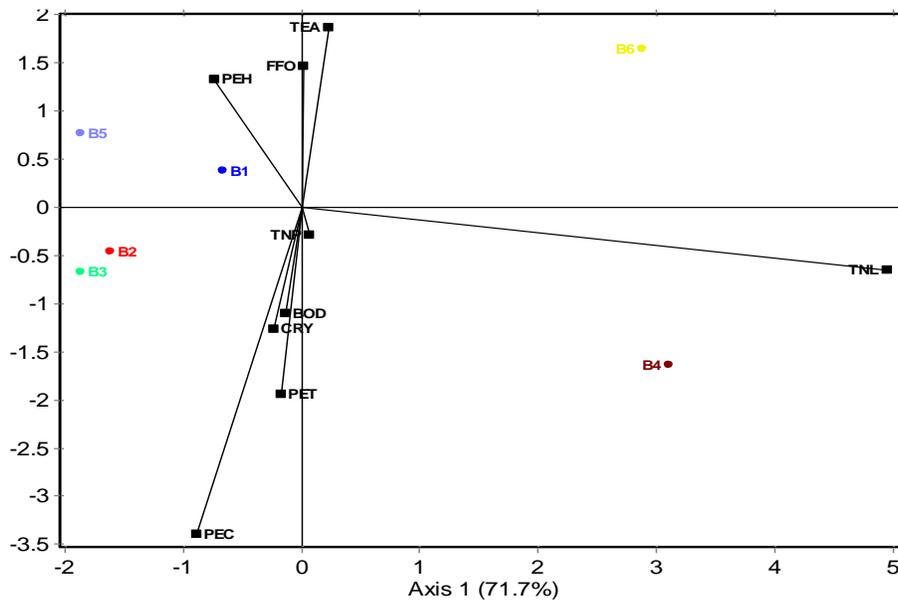


Figura 8.3.F. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de apariencia y las seis muestras de mezcal.

TNP: transparente, TNL: traslúcido, CRY: cristalino, BOD: cuerpo, FFO: formación de película, TEA: lagrimeo, PEH: perlado homogéneo, PET: tamaño de perlado, PEC: cantidad de perlado

En la Figura 8.3.G., se presentan los atributos de olor con las seis muestras de mezcal y se observa que el 78.2% de la variabilidad de las muestras se condensó en los primeros dos componentes principales de los cinco que generó el análisis; observándose que las muestras B4 y B5 presentaron similitud en la mayoría de los atributos; siendo B4 rica en los atributos de humo (SMO) madera (WOO), agave (AGA), pimienta verde (GPE), resina (RES), tabaco (SNU), pimienta roja (BPE) y ácido (AOD) mientras que B5 está definida por los atributos de chile (CHI), jengibre (GIN), pimienta negra (BPE), cereza (CHE), vainilla (VAN), Nota láctea (DAN) y nota frutal (FRN). Por otro lado, a las muestras B1, B2 y B3 presentaron similitud entre sí, siendo muestras pobres en calidad olfativa. De los 25 descriptores sensoriales evaluados solo 9 de ellos (Ver página 141, Figura 7.3.G, cuadrante I) presentan correlación positiva ya que dichos atributos aumentan simultáneamente, destacando el vector del descriptor correspondiente a ácido (AOD)



siendo éste el más largo lo cual indica que presenta mayor influencia en las muestras principalmente en el mezcal B4,. Y el vector correspondiente a roble (ROB) fue el que menos influyó en las muestras de mezcal debido a que gráficamente es el recta más corta haciendo que ésta aseveración coincida con la gráfica de araña (ver Figura 8.3.C página) en donde fue el único descriptor que no presentó diferencia estadísticamente significativa.

Se observó una correlación negativa entre el descriptor de ácido (AOD) y el atributo de cereza (CHE) donde las muestras B4, B1 y B3 presentan valores altos de intensidad del atributo de olor a ácido y valores bajos de intensidad del descriptor de olor a cereza (CHE) mientras que las muestras B5, B6 y B2 presentan valores altos en el descriptor de cereza (CHE) y valores bajos de intensidad del atributo sensorial de olor a ácido (AOD), con esto se ejemplifica dicha correlación



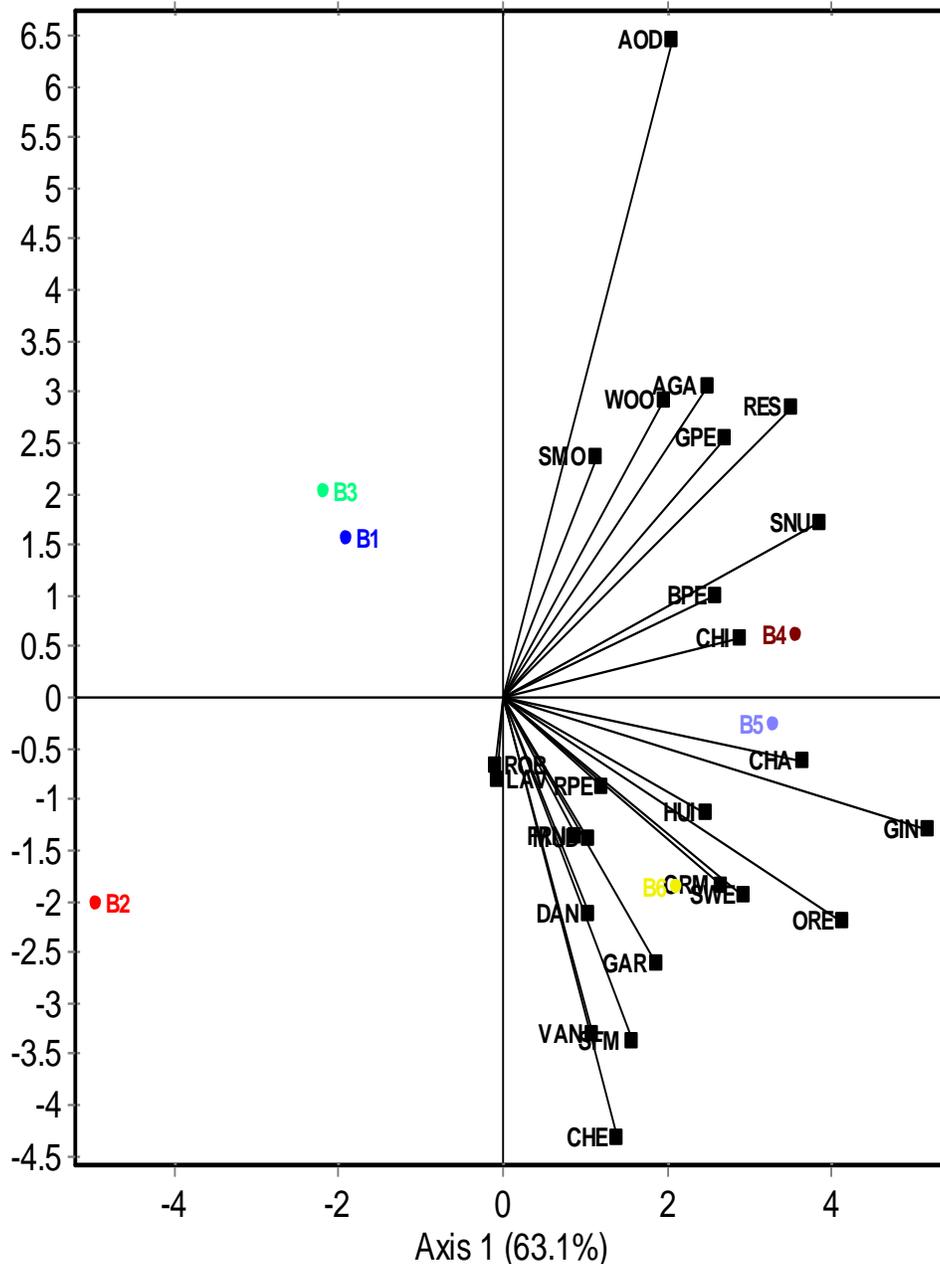


Figura 8.3.G. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de olor y las seis muestras de mezcal.

AOD: ácido, MUD: barro, SWE: nota dulce, HUI: huitlacoche, GIN: jengibre, CHA: manzanilla, BPE: pimienta negra, RPE: pimiento rojo, GPE: pimiento verde, SNU: tabaco, RES: resina, SFM: agave dulce y fermentado, AGA: agave, GAR: ajo, SMO: humo, CHE: cereza, CHI: chile, LAV: lavanda, WOO: madera, ORE: orégano, ROB: roble, VAN: vainilla, CRM: agave crudo, DAN: nota láctea, FRN: nota frutal

Como se puede observar en la Figura 8.3.H. El 70.3% de la variabilidad de las muestras, está explicado en los componentes 1 y 2,



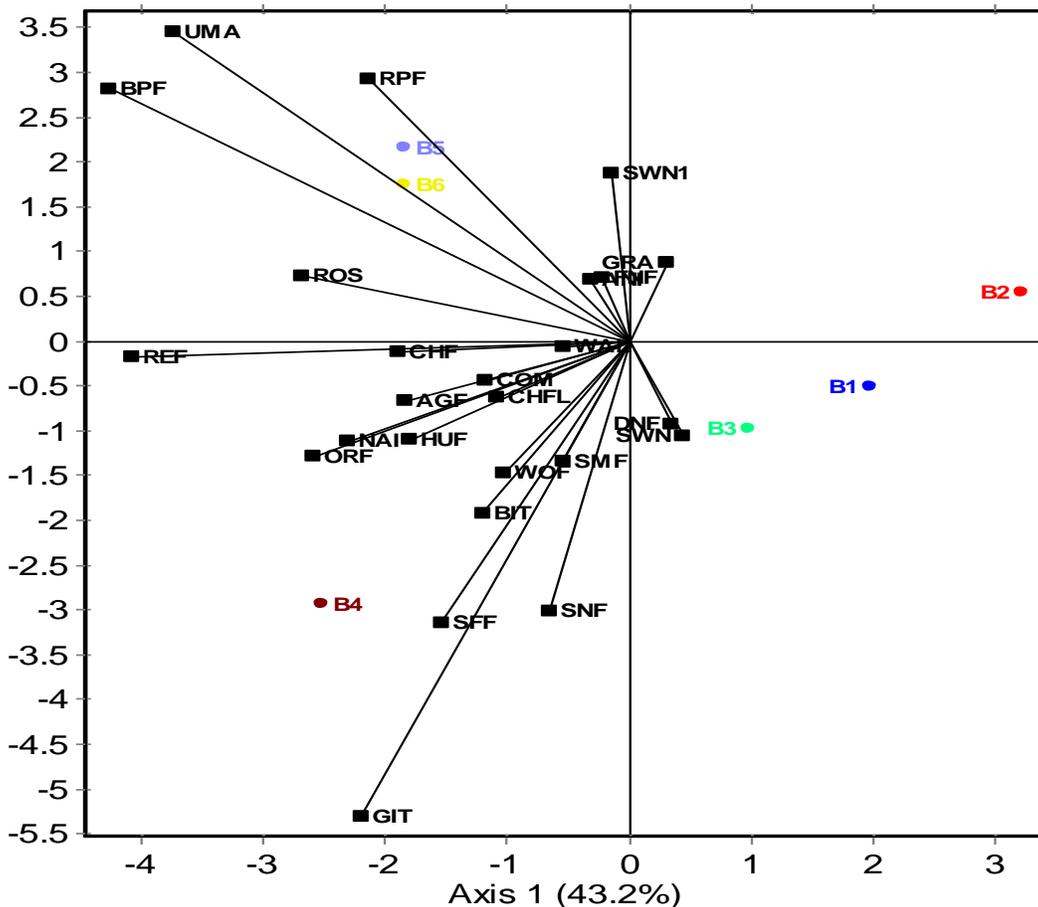
quedando definido el componente 1 por los atributos de Pimienta negra (BPF), Pimiento rojo (RPF), infusión de jengibre (GIT) umami (UMA), resina (REF) y clavo (NAI) mientras que en el segundo componente contribuyen los descriptores de amargo (BIT), pimiento rojo (RPF), tabaco (SNF), infusión de jengibre (GIT), umami (UMA) y agave dulce y fermentado (SFF). Los descriptores de flavour de nuez (WAL), anís (ANI) y nota láctea (DNF) no contribuyen a ninguno de los dos componentes principales, por lo que no participan en la discriminación de las muestra y podrían no tomarse en cuenta en la evaluación de los mezcales.

Las muestras B1, B2 y B3 mostraron similitud ya que presentan baja calidad aromática y gustativa. La muestra B2 está definida por los atributos de nota dulce (SWN), pasto (GRA) y nota láctea (DNF) debido a la posición que presentan en la Figura 8.3.H., poseen una alta correlación positiva.

Por otro lado, las muestras B1 Y B3 presentaron similitud entre ellas en la mayoría de los atributos excepto para tabaco (SNF), agave dulce y fermentado (SFF) y humo (SMF) que presentan mayor intensidad en la muestra B3 mientras que para la muestra B1 la nota láctea (DNF) está ligeramente más acentuada.



En el caso de la muestra B4 nuevamente se corrobora la riqueza en el flavour ya que están presentes la nota a huitlacoche (HUF), manzanilla (CHF), infusión de jengibre (GIT), resina (REF), agave dulce y fermentado (SFF), agave (AGF) y anís (NAI). En cambio, las muestra B5 y B6 prevalecen cinco atributos en ambas muestras, pimienta roja (RPF), umami (UMA), pimienta negra (BPF), romero (ROS) y nota dulce (SWN1).



BIT: amargo, SWN: nota dulce, HUF: huitlacoche, CHF: chile, CHF: manzanilla, BPF: pimienta negra, RPF: pimienta roja, SNF: tabaco, GIT: infusión de jengibre, UMA: Umami, REF: resina, SFF: agave dulce y fermentado, AGF: agave, ANI: anís, SMF: humo, CHF_2: chile, NAI: clavo, COM: agave cocido, WOF: madera, WAL: nuez, ORF: orégano, GRA: pasto, ROS: romero, FNF: nota frutal, DNF: nota láctea, SWN_2: nota dulce

Figura 8.3.H. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de flavour y las seis muestras de mezcal.



Referente a la cuarta característica sensorial evaluada: Otras Sensaciones (Figura 8.3.I.), se apreció que para las muestras B1 y B2, sobresale el descriptor ácido (AOD) mientras que adormecimiento (NUM) poseen valores bajos de percepción por parte de los jueces por lo tanto son bebidas ácidas que no presentan adormecimiento en labios, boca y/o garganta.

En cambio las muestras B3-B6 son bebidas alcohólicas que presentan adormecimiento (NUM) pero en el caso de las muestras B3, B4 y B6 son poco ardientes (BUR) mientras que la B5 es poco astringente.

El descriptor que más influyó sobre las muestras fue retronasabilidad (RET) debido a que el vector presenta mayor magnitud que el resto mientras que ardiente (BUR) fue el que menos intervino en la diferenciación de las muestras, haciendo que las muestras se dividieran en 3 grupos de similitud muy marcados, B1 y B2 presentados en el primer cuadrante son similares entre si mientras que B3 y B4 se agruparon en el segundo cuadrante y finalmente B5 y B6 ubicadas en el tercer cuadrante, haciendo que el 78.7% de la variabilidad de las muestras recaiga en los primeros dos componentes principales.

Se encontró correlación negativa refrescante (REF) y ardiente (BUR), por ejemplo la muestra B5 presentó valores altos de intensidad en refrescante (REF) mientras que en ardiente (BUR) mostró la más baja percepción que el resto de las muestras. Por otro lado, se encontró correlación positiva entre los descriptores de picante (SPI), astringente (AST) y permanencia (PER) y al mismo tiempo presentan correlación negativa con los descriptores de retronasabilidad (RET) y caliente (HOT) debido a que conforme éstos disminuyen los otros tres atributos mencionados anteriormente aumentan.



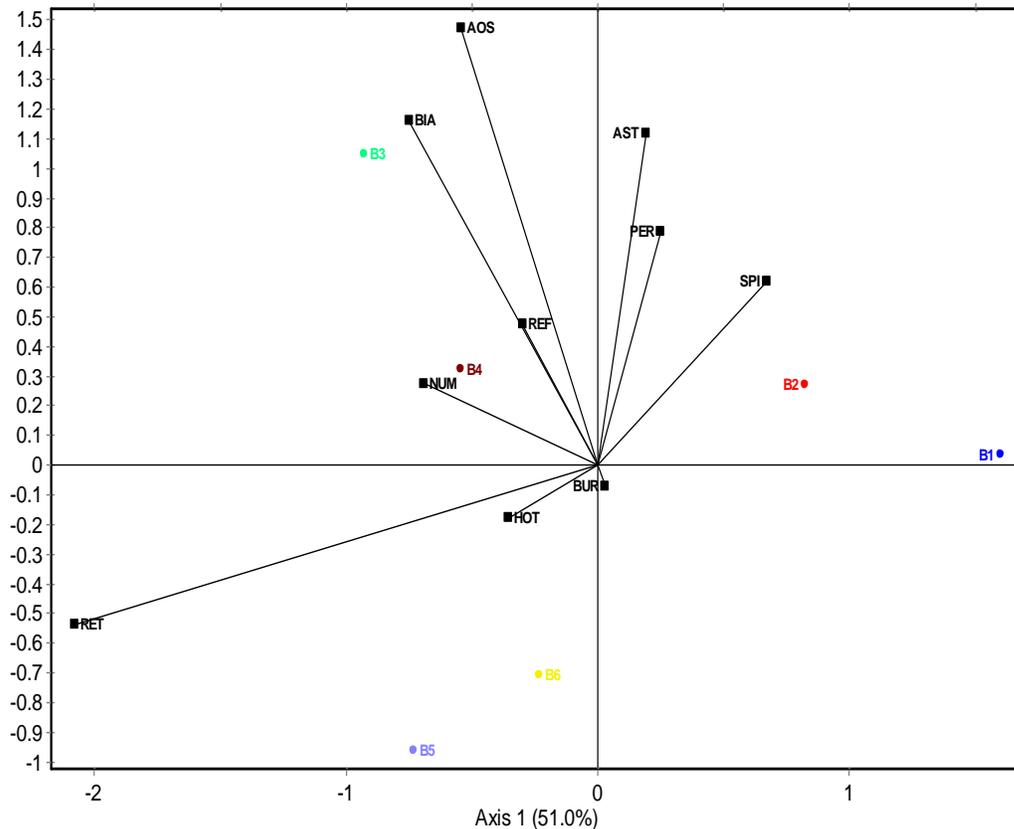


Figura 8.3.I. Representación BiPlot (PCA) de los atributos de otras sensaciones y las seis muestras de mezcal

AOS: ácido, NUM: adormecimiento, BUR: ardiente, AST: astringente, HOT: caliente, PER: permanencia, SPI: picante, REF: refrescante, BIA: resabio amargo, RET: retronasabilidad

En general los resultados arrojados, confirmaron que los distintos tipos de agaves empleados de acuerdo a la normativa vigente así como la región geográfica presentan una total influencia en el perfil sensorial de cada muestra de mezcal analizada para completar el estudio se debe de realizar el análisis instrumental para comparar el perfil sensorial obtenido con los compuestos químicos que los generan y así demostrar que un análisis sensorial fundamentado en análisis fisicoquímico es útil para llevar a cabo el control en la calidad de los mezcales que actualmente se encuentran clasificados en la normatividad vigente: NOM-070-SCFI-2016.



8.4 PERFIL SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE MEZCAL

De las seis muestras de mezcal la que presentó mayor riqueza e intensidad de los atributos correspondientes a las cuatro características sensoriales evaluadas (Apariencia, Olor, Flavour y Otras sensaciones) fue la muestra B4.

Las seis muestras son transparentes, cristalinas, presentan cuerpo y el tamaño de la perla es grande mientras que la B4 destaca por su translucidez, la B5 por la buena formación de película en tanto que las muestras B2 y B3, el perlado fue una de sus características principales ya que es homogéneo y se presenta en mayor cantidad. En olor y flavour, la muestra B1 presenta mayor acidez mientras que B4 y B5 son ricas en olor a jengibre, pimienta negra, pimienta roja y verde, tabaco y manzanilla en flavour son ricas en chile, agave, clavo, romero, nota láctea y resina; cabe mencionar que la muestra B4 también presenta aromas a barro, nota dulce, huitlacoche, agave dulce y fermentado y lavanda y en flavour presenta mayor riqueza en huitlacoche, chile, infusión de jengibre, resina, agave dulce y fermentado, agave, clavo, orégano y nota láctea; la muestra B3 es rica en tabaco, agave dulce y fermentado, agave y humo y la muestra B2 predominan aromas a barro, tabaco, lavanda y manzanilla siendo que en flavour se favorece con notas dulces, pasto, barro y huitlacoche, todas sin excepción presentan aroma a roble y son de flavour amargo, anís, chile, madera y nuez. Presentan adormecimiento las muestras B3, B4, B5 y B6 siendo las más astringentes las dos primeras.



Tabla 8.4.A. Perfil Sensorial de las Muestras de Mezcal

Muestras	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Región Geográfica	Huitzila, Zac.	Tlacolula de Matamoros Oax.	Santiago Matatlán Oax.	San Agustín Amatengo Oax.	San Dionisio Ocoteppec Oax.	Santiago Matatlán Oax.
Apariencia	Son transparentes, cristalinas, presentan cuerpo y el tamaño de la perla es grande					
		Presentan perlado homogéneo y en mayor cantidad		Traslúcida y buen lagrimeo	Buena formación de película y lagrimeo	Lagrimeo
Olor	Ácida, pimienta negra, pimiento rojo, tabaco, roble, agave y madera	Acida, pimiento rojo y lavanda	Acida, barro y orégano	Jengibre, pimienta negra, pimiento rojo y verde, tabaco, manzanilla, resina, agave, chile, madera y agave crudo		Barro, jengibre, manzanilla, agave
	Roble					
	Agave dulce y fermentado					
				Ácida, Barro, nota dulce, huitlacoche, humo y lavanda	Tabaco, orégano, vainilla y nota láctea	Agave crudo y madera
Flavour	Tabaco, agave, humo y madera	Nota dulce, jengibre y pasto	Tabaco, humo y agave dulce y fermentado	Nota dulce, huitlacoche, tabaco, jengibre, agave dulce y fermentado, agave, clavo, agave cocido, orégano	Umami	Umami, orégano
				Pimienta negra, resina, amargo, humo y romero		



Otras sensaciones		Ardiente y picante	Refrescante resabio amargo, retronasabilidad	Ardiente		Caliente
		Ácidas y adormecimiento			Retronasabilidad	

8.5 ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR PARA LAS SEIS MUESTRAS DE MEZCAL

En la Tabla 8.5.A., se observa que la muestra de mezcal B6 presentó mayor luminosidad (L^*), mientras que la muestra B3 presentó la menor intensidad en esta característica y el resto de las muestras presentaron valores muy similares y se encuentran cercanos a la tonalidad blanca ($100 = \text{blanco}$). Todas las muestras presentaron valores negativos en el atributo a^* lo que indica que los mezcales tenían los tonos verdes ($-a^*$). Y para b^* predominaron los tonos amarillos ($+b^*$) siendo las muestras B3 y B4 las que presentaron mayor intensidad en dicho tono. Para la magnitud C^* , la muestra B1 presentó el menor valor y B2 el valor más alto y en el caso de h° todas las muestras presentaron diferencia estadísticamente significativa, lo que representa que las seis muestras comerciales de mezcal presentan variaciones cualitativas en el color.

El ángulo representativo de h° (Figura 8.5.A.) se encuentra entre 100° y 116° ubicado en el segundo cuadrante lo que indica que las muestras presentaron tonos ligeramente amarillos como las muestras B3, B4 y B2 (100° , 104° y 107° , respectivamente), tonos verdes como la muestra B1 (116°) seguida de las muestras B6 y B5 (114° y 112° , respectivamente).



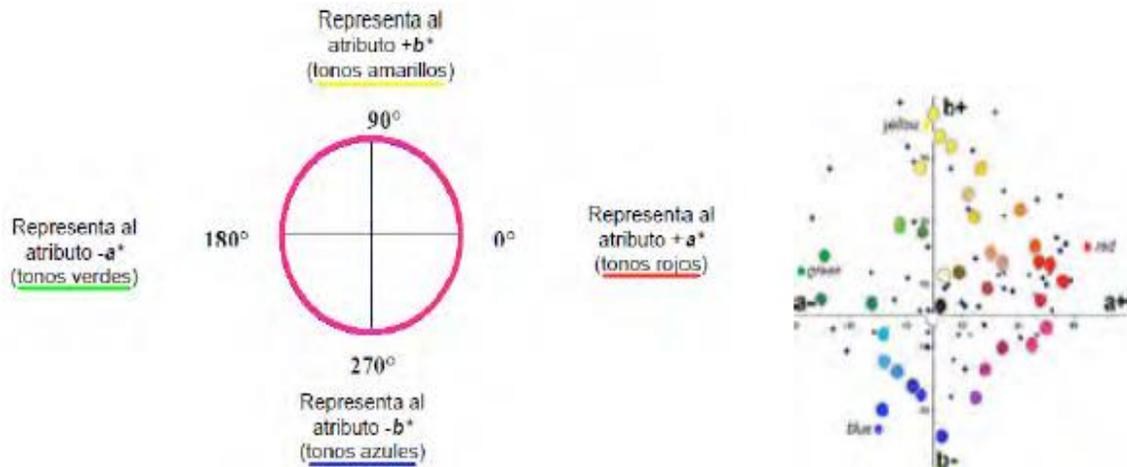


Figura 8.5.A. Ángulos representativos de los parámetros de color
Fuente: Escamilla (2006)

Tabla 8.5.A. Promedios y desviaciones estándar de las magnitudes evaluadas en el colorímetro de las seis muestras de mezcal de acuerdo al componente especular incluido (SCI)

MUESTRAS	L*	a*	b*	C*	h°
B1	96.6±0.06 ^c	-0.15±0.04 ^f	0.3±0.1 ^a	0.4±0.1 ^a	116.9±3.8 ^d
B2	96.2±0.02 ^b	-0.5±0.001 ^b	1.5±0.04 ^c	1.6±0.04 ^c	107.5±0.5 ^b
B3	95.8±0.01 ^a	-0.4±0.01 ^c	2.2±0.04 ^d	2.2±0.03 ^d	100.3±0.4 ^a
B4	96.2±0.01 ^b	-0.6±0.009 ^a	2.1±0.01 ^d	2.2±0.01 ^d	104.8±0.1 ^b
B5	96.6±0.01 ^c	-0.2±0.002 ^e	0.5±0.01 ^b	0.6±0.01 ^b	112.9±0.6 ^c
B6	96.7±0.09 ^d	-0.3±0.005 ^d	0.6±0.008 ^b	0.6±0.006 ^b	114.3±0.7 ^{cd}

^{abcdef} Distinta letra en una misma columna indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0.01$ entre los valores de color obtenidos.



8.5.1 CORRELACIÓN ENTRE LOS ATRIBUTOS DE APARIENCIA (ATRIBUTO SENSORIAL) Y EL ATRIBUTO DE COLOR (ATRIBUTO INSTRUMENTAL)

En la Tabla 8.5.1.A., se muestra la matriz de correlación entre los 9 atributos de apariencia y color de las muestras de mezcal. De acuerdo a la tabla, existe una correlación de más del 70% entre los atributos de apariencia y color (valores marcados en azul).

El atributo de apariencia cristalino CRY se correlacionó positivamente con el atributo de cantidad de perlado PEC (0.84) y con pureza del color C* (0.80). Los valores positivos indican que la relación es directa por tanto los jueces percibieron que al aumentar la cristalinidad, también aumentaba la cantidad de perlado y la pureza del color. El atributo instrumental de luminosidad L* tuvo un valor de correlación negativa lo que indica que al aumentar el atributo sensorial de cristalino el atributo L* disminuye. Este atributo está relacionado con la luminosidad, así que los mezcales, a mayor luminosidad presentaron menor cristalinidad en apariencia. El lagrimeo CRY se correlaciono con la cantidad de perlado PEC (-0.83). El atributo de tamaño de la perla apareció en correlación con cantidad de perlado PEC (0.82). Incluso en la evaluación instrumental de color se encontraron correlaciones entre los atributos de L* y b* (-0.86), L* y C* (-0.90) y L* con h° (0.95), a* y C* (-0.87) y finalmente C* y h° (-0.96).



Tabla 8.5.1.A. Matriz de correlación entre los atributos de apariencia y de color de las muestras de mezcal

	TNP	TNL	CRY	BOD	FFO	TEA	PEH	PET	PEC	L*	a*	b*	C*	h°
TNP	1													
TNL	0.10	1												
CRY	-0.02	-0.28	1											
BOD	0.76	-0.09	0.59	1										
FFO	-0.18	-0.04	-0.56	-0.56	1									
TEA	0.24	0.15	-0.59	-0.07	0.50	1								
PEH	0.18	-0.70	0.01	0.29	-0.18	0.36	1							
PET	0.48	-0.10	0.75	0.75	-0.27	-0.45	-0.21	1						
PEC	0.09	-0.39	0.84	0.49	-0.44	-0.83	-0.12	0.82	1					
L*	0.05	0.17	-0.89	-0.59	0.77	0.41	-0.22	-0.47	-0.57	1				
a*	0.37	-0.54	-0.42	-0.01	0.61	0.42	0.43	-0.03	-0.15	0.60	1			
b*	-0.14	-0.33	0.60	0.41	-0.66	-0.06	0.60	0.04	0.19	-0.86	-0.41	1		
C*	-0.18	0.22	0.80	0.40	-0.73	-0.50	-0.20	0.41	0.48	-0.90	-0.87	0.65	1	
h°	0.22	-0.05	-0.84	-0.42	0.66	0.37	0.00	-0.39	-0.45	0.95	0.76	-0.78	-0.96	1

8.6 ANÁLISIS DE CLUSTER

Se realizó un análisis de clúster que permitió descubrir las similitudes de las muestras que no son evidentes a priori pero que son útiles para definir los grupos de muestras que son análogas en sus atributos sensoriales. La representación gráfica de este análisis se encuentra en la Figura 8.6.A.

Cabe señalar que el presente proyecto de tesis forma parte de otro más amplio en donde evaluaron muestras de mezcales tradicionales por lo que a continuación se presenta la Tabla 8.6.A de las 14 muestras de mezcal evaluadas en ese estudio (Espinoza y Reyes, 2014).



Tabla 8.6.A. Características de producción de las muestras de mezcales tradicionales (Espinosa S.; Reyes R., 2014)

Mezcal	Maestro mezcalillero	Población	Agave empleado y edad	Tipo de destilador	No. de destilaciones	Fecha de destilación	% Alc. Vol.
A1	Francisco Alonso	Yogana, Ejutla, Oaxaca	Espadín	Cobre con platillos	1	mar-11	58.60
			(8-11 años), Mexicano (10-13), San Martinero (13)				
A2	Gregorio Hernández	La Compañía, Ejutla, Oaxaca	San Martinero (13 años)	Cobre con platillos	1	sep-08	54.40
A3	José García	Yogana, Ejutla, Oaxaca	Espadín	Cobre con platillos	1	jun-05	52.60
			(8-11 años),				
A4	José García	Yogana, Ejutla, Oaxaca	Espadín	Cobre con platillos	1	may-10	55.40
			(8-11 años), Mexicano (10-13)				
A5	Gonzalo Hernández	La Compañía, Ejutla, Oaxaca	Espadín	Cobre con platillos	1	sep-08	61.10
			(8-11 años), San Martinero (13 años) y Tosalá (10 años)				
A6	Faustino García	El Sauz, Ejutla, Oaxaca	Espadín	Cobre con platillos	1	mar-11	62.30
			(8-11 años) y Mexicano (10-13 años)				
A7	Gonzalo Hernández	La Compañía, Ejutla, Oaxaca	Tosalá (10 años)	Cobre con platillos	1	mar-11	49
A8	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y Choncuéllar (10 años)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	mar-11	50.60



A9	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y	cobre con tronco higuera ahuecada	2	ene-12	49.80
			Azúl Telcruz (9)				
A10	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Limeño (6)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	oct-08	49.40
A11	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y	cobre con tronco higuera ahuecada	2	abr-11	53.40
			Limeño (6)				
A12	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Azul Telcruz (9)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	ene-12	50.20
A13	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y	cobre con tronco higuera ahuecada	2	jul-11	47.70
			Azul Telcruz (9)				
A14	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Ago-12	50.60

Se puede observar que en la Tabla 8.6.A., la agrupación de mezcales (artesanal y mezcal, de acuerdo a la clasificación de la normativa vigente) en cinco clústers diferentes, los mezcales más parecidos son aquellos que se encuentran en el mismo clúster. La representación gráfica de éste análisis se encuentra en la Figura 8.6.A.

En el clúster 5, los mezcales B1 y B2 comparten características, al ser elaborados con procesos totalmente tecnificados y estandarizados utilizando alambiques de acero inoxidable para el proceso de producción y las especies de agave empleadas son Agave salmiana y Agave angustifolia, respectivamente; dando notas aromáticas frutales y sabores a agave y tierra con los valores más bajos de intensidad



aromática y gustativa. Por lo que no produjeron diferencias sensorialmente perceptibles en ambos mezcales.

Mientras que en el clúster 4, se presentaron similitudes en tres mezcales (uno corresponde a mezcal tradicional, A7) y los dos restantes (B5 y B6) a mezcales, indicando que comparten características sensoriales: aroma fuerte a barro y tierra, sabor dulce y madera; utilizan proceso en alambique de cobre y los tres mezcales pertenecen al estado de Oaxaca, A7 es de la región de la compañía de Ejutla y B5 y B6 pertenecen a la región de Tlacolula, Oax., presentando variedad en especies de agave ya que el mezcal A7 se elaboró con *Agave potatorum* (Tobalá) mientras que B5 es una mezcla de *Agave angustifolia*, *Agave karwinskii* y *Agave macrocantha* y B6 solo se usó en la elaboración al *Agave angustifolia*.

En el clúster 3, se puede observar que el mezcal A5 se encontró diferente a todas las muestras de mezcal, esto se debe a que además de que el proceso de elaboración es tradicional, también presentó el uso de tres especies diferentes de agave: *angustifolia*, *potatorum* y *karwinskii* y es uno de los mezcales con mayor contenido alcohólico (61.10% Alc. Vol.)

En el clúster 2, se utilizó en el proceso de elaboración alambiques de cobre con tronco de higuera para los mezcales tradicionales y el mezcal B4 sigue un proceso de elaboración similar, dando lugar a notas aromáticas a barro, huitlacoche y dulce.

Continuando con el análisis de conglomerados, se destacó el cluster 1 con la mayor cantidad de mezcales ancestrales y uno correspondiente a la clasificación de: mezcal; siendo tres regiones geográficas de producción: Ejutla y Tlacolula Oaxaca y Zapotitlán, Jal., utilizando proceso de destilación en alambique de cobre y una variedad de agaves empleados lo que hace que la riqueza aromática y gustativa



sea mayor. Destacando la nota a agave crudo y cocido, así como notas aromáticas a madera, roble y humo.

Tabla 8.6.A. Análisis de Clúster

CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4	CLUSTER 5
A1	A4	A5	A7	B1
A2	A6		B5	B2
A3	A12		B6	
A8	A13			
A9	A14			
A10	B4			
A11				
B3				

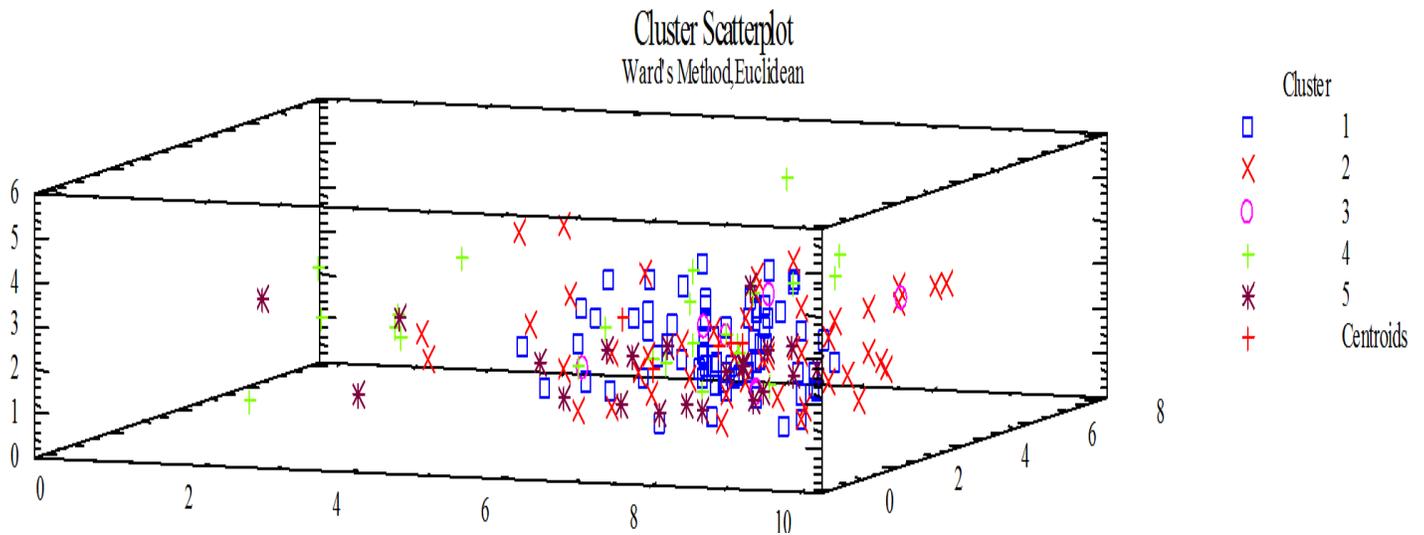


Figura 8.6.A. Representación gráfica del análisis de clúster



9. CONCLUSIONES

- Se logró conformar un panel entrenado en el uso de metodologías descriptivas, perfil convencional y análisis descriptivo cuantitativo (QDA), el cual fue conformado por 18 personas con edades comprendidas entre 21 a 46 años donde el 67% lo conforman mujeres y el 33% fueron hombres.
- Se generaron un total de 290 atributos en los mezcales consiguiéndose reducir a 67 atributos siendo que el mezcal es una bebida alcohólica compleja en cuanto a aromas y sabores, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera:
 - 9 atributos de Apariencia
 - 24 de Olor
 - 24 de Flavour
 - 10 de Otras sensaciones
- El perfil sensorial de los mezcales analizados de acuerdo a la clasificación señalada en la NOM-070-SCFI-2016: Mezcal, presentó diferencias significativas tanto por región geográfica como por proceso de elaboración, siendo los que presentaron mayor riqueza aromática y gustativo los elaborados en Oaxaca, con proceso de elaboración artesanal y con el empleo de mezclas de dos o más agaves.



- En los mezcales jóvenes con proceso totalmente estandarizado usando alambique de acero inoxidable, presentaron la menor cantidad de atributos sensoriales ya que estos se percibieron en menor intensidad, excepto en apariencia ya que presentan un perlado grande, con cuerpo y son muestras transparentes y cristalinas. Presentaron diferencia estadística en traslúcido y lagrimeo, siendo el mezcal B4 la muestra más traslúcida y el mezcal B6 con el mayor lagrimeo.
- En los atributos correspondientes a olor, los mezcales analizados en la clasificación: Mezcal, no presentaron diferencia significativa en el atributo Roble, ya que los mezcales B3 y B6 son fermentados en tinas de madera de ocote y roble blanco, respectivamente. El mezcal B1, B2, B4 y B5 la presentación comercial está diseñada con un tapón de madera con corcho y está en contacto directo con la bebida.
- En cuanto a la característica sensorial de Flavour, hubo diferencia significativa en veintidós de veinticinco atributos, siendo la excepción anís, agave cocido y nuez.
- Las sensaciones generadas en los mezcales comerciales fue: picante, sobre todo en los mezcales B1 y B2 que pertenecen al proceso de elaboración industrial.



En general los atributos donde permanecieron constantes en las seis muestras de mezcal fueron: sabor a tierra, madera, dulce, frutal, agave cocido y ligeramente ahumado. Cabe señalar que la intensidad en la que se presentaron estos atributos fue menor a 5 dentro de la escala, es decir se presentaron en baja intensidad.

10. RECOMENDACIONES

- Determinar los compuestos volátiles y semivolátiles en mezcal por micro extracción en fase sólida-cromatografía de gases-espectrometría de masas y realizar el análisis de correlación del perfil cromatográfico y sensorial.
- Realizar pruebas afectivas a mezcales con base a las categorías que señala la normativa vigente: mezcal, artesanal y ancestral; para conocer los atributos que prefieren los consumidores.
- Ampliar el número de muestras evaluadas abarcando todas las regiones con denominación de origen.



11. BIBLIOGRAFIA

1. Arrazola, D.F. de M. (1969). Estudio del contenido de azúcares en la piña de Agave Tequilana. Tesis de licenciatura. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Puebla, México, pp.4 y 5
2. Ávila, J. (2010). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del mezcal de Durango para el desarrollo de un índice de calidad. Tesis que presenta para obtener el título de doctor en ciencias en bioprocesos del Instituto Politécnico Nacional de la Unidad profesional interdisciplinario de biotecnología.
3. Bancomext. (1997). Mezcal, elixir de larga vida, Distrito Federal, México, pp. 3
4. Bárcenas, P., Pérez, F. J., Albisu M. (2000). Análisis sensorial de un alimento: Desarrollo del vocabulario descriptivo y uso de referencia específica, Alimentaria, No. 314, pp. 23-29
5. Benn, S. M., & Peppard, T. L. (1996). Characterization of tequila Flavour by Instrumental and Sensory Analysis. Journal of Agriculture Food Chemistry, 44, pp. 557-556
6. Blomberg L. (2001). *Tequila, Mezcal y Pulque*, Editorial Diana, México, 2001. pp. 243 y 244.
7. Brant M. A., Skinner E. Z., Coleman J.A. (1963). Texture profile method, Journal of Food Science, No. 28, pp. 404-409



8. Cadena A. (2007). Estudio de familiaridad de olores en población mexicana y evaluación de procesos olfativos, Tesis UNAM, pp. 70-72
9. Cairncross, S. & Sjöstrom, L. (1950). Flavour profiles a new approach to flavour problems. *Food Technology* 4, pp. 308-311
10. Carmona, R. P. E. (2008). Perfil Sensorial y Círculo Aromático del Tequila, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D. F.
11. Cedeño, M. (1995). Tequila production. *Critical Reviews in Biotechnology* 15, pp. 1-11.
12. Escalante-Minataka P., Barba de la Rosa, A., Santos L., De León-Rodríguez A. (2012) Aspectos Químicos y Moleculares del Proceso de Producción del Mezcal, *BioTecnología*, Vol. 16 No. 1, pp. 57-66
13. Escobedo, I. H. G. (2010). Percepción gustativa salina provocada por NaCl y otras sales en bebidas no alcohólicas y queso panela, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D. F., pp. 21-22.
14. Espinosa, S., Reyes, R., (2014) Desarrollo del perfil sensorial de mezcales tradicionales de dos regiones productoras: Zapotitlán de Vadillo, sur de Jalisco, y la región occidental del distrito de Ejutla, valles centrales de Oaxaca. Tesis de Licenciatura,



Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química,
México, D. F.

15. Gácula M. C. (1997). Descriptive sensory analysis in practice. Trum-bull, CT: Food and Nutritional Press.
16. García, A. (2002) Distribution of Agave (Agavaceae) in Mexico. Cactus and Succulent Journal, USA, Vol. 74, No. 4, pp.177-187
17. García, A. (2007). Desarrollo de la metodología de evaluación de procesos olfativos, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D.F.
18. García, A., 2007. Los agaves de México. Revista Ciencias, 87. PP. 14-15. 61.
19. González, M. L., y Díaz R. F. (1994) Caracterización de los compuestos olorosos del aroma de vinos de Tenerife mediante la técnica sensorial "sniffing", Alimentaria, No. 253, pp. 53-61.
20. Granados, S.D. (1993). Los Agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 112 y 113
21. Lanchenmeier, D., Sohnius-Rainer, E., y López, M. (2006). Quantification of Select Volatile Constituents and Anions in Mexican Agave Spirits. (Tequila, Mezcal, Sotol, Bacanora), Journal of Agricultural and Food Chemistry 54, 3911-3915.



22. León, J. (2011) Evaluación clínica, sensorial y antropométrica de pacientes con diagnóstico de esquizofrenia. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D.F.
23. Martínez, S., (2011) Evaluación clínica, sensorial y antropométrica de pacientes con diagnóstico de trastorno depresivo mayor. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D.F.
24. Méndez, N., (2011). Evaluación olfatoria uni y birinal en pacientes con epilepsia del lóbulo temporal. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D.F.
25. Murray J, Delahunty C, Baxter I. Descriptive sensory analysis: past, present and future. Food Research International; 2001. 34(6):461-471.
26. Pérez, C. (2007). Mezcales tradicionales de los pueblos de México, herencia cultural y biodiversidad. Revista Ciencias, 87. PP.55-56.
27. Pérez C., Boletín BiblioMezcalofilo N°1, Enero 2009: Año de los pueblos Mezcaleros de México, pp. 36. 62.
28. Pérez C., Boletín BiblioMezcalofilo N°2, Febrero 2009: Año de los pueblos Mezcaleros de México, pp. 36.



29. Pérez C., Boletín BiblioMezcalófilo N°3, Diciembre 2009: Año de los pueblos Mezcaleros de México, pp. 16.
30. Pérez C., 2014, Los mezcales y sus tradiciones: complejidad, gastronomía, control social y gusto histórico. pp. 15.
31. Pérez C. (2010). Maravillas de los Mezcales Tradicionales de México. Revista de la Universidad Iberoamericana, 9, pp. 42-44.
32. Pujchakarn, T., Suwonsichon, S., Suwonsichon, T. Development of a sensory lexicon for a specific subcategory of soy sauce: Seasoning soy sauce. Journal of Sensory Studies; 2016.31:443-452.
33. Severiano-Pérez, P., (2019) ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? Interdisciplina 7, No. 19 (septiembre-diciembre 2019): 47-68.
34. Stone, H., Sidel, S. Oliver, A. Woolsey, R.C. Singleton (1974). Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technology. 28 (11) p.24-34.
35. Somera, G. (1952). Fabricación de Mezcal. Tesis que presenta para obtener el título de Químico Farmacéutico de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas De la UNAM.
36. Tesevic, V., Nikisevic, N., Jovanovic, A., Djocovic D., Vijisic, L., Vuckovic, I., y Bonic, M. (2005). "Volatile Components from old Plum Bradies. Food Technology and Biotechnology 43 (4), 367-372.



37. Utrera, M., (2007) Queso Cotija auténtico: Estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color. Tesis de Licenciatura. UNAM- Facultad de Química, pp. 37.
38. Villavicencio, E., (2021) Entrenamiento de panel y análisis descriptivo convencional de tostadas de maíz criollo de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. UNAM- Facultad de Química, pp. 6

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Mozqueda. R. (2011). Evaluación Sensorial del Mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero. [En línea] (Actualizado 5 Mayo 2012).
Disponible en:
<https://revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1249> [Último acceso 29 de marzo de 2022].
2. Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones. Disponible en:
<http://www.dof.gob.mx/> [Último acceso 29 de marzo de 2022]
3. Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016. Bebidas Alcohólicas. Mezcal. Especificaciones.
Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/> [Último acceso 29 de marzo de 2022]
4. Pérez, C. (2012). Los Mezcales y sus tradiciones: complejidad, gastronomía, control social y gusto histórico. [En línea] (Actualizado 10 Febrero 2012). Disponible en:
<http://www.mezcalpedia.com> [Último acceso 29 de marzo de 2022].

