



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**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.**

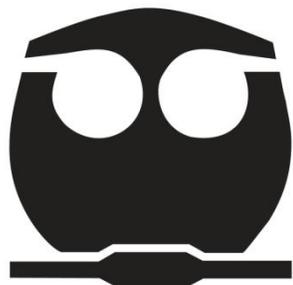
T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

P R E S E N T A

SARAI ESPINOSA ROMERO

ROSARIO REYES CORTINA



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado:

Presidente: Profesor: DULCE MARÍA GÓMEZ ANDRADE

Vocal: Profesor: PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

Secretario: Profesor: FRANCISCO RUIZ TERÁN

1er. Suplente: Profesor: RODOLFO FONSECA LARIOS

2º. Suplente: Profesor: ESMERALDA PAZ LEMUS

Sitio en donde se desarrolló el tema:

Anexo Laboratorio 4D. Laboratorio de Evaluación Sensorial, Edificio A,
Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. UNAM.

ASESOR DEL TEMA:

Dra. Patricia Severiano Pérez

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dra. Mari Carmen Serra Puche

SUSTENTANTE (S):

Sarai Espinosa Romero

Rosario Reyes Cortina

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE

		Página
1	Prólogo	1
2	Introducción	10
3	Objetivos generales	18
4	Objetivos particulares	18
5	Antecedentes	19
5.1	Historia y producción	21
5.2	Denominación de origen	23
5.3	Clasificación del mezcal	25
5.4	Proceso de elaboración general	26
5.4.1	Cultivo y cosecha del agave	27
5.4.2	Cocción	29
5.4.3	Molienda ó martajado del agave	30
5.4.4	Fermentación	31
5.4.5	Destilación	35
5.4.6	Añejamiento	38
5.4.6	Proceso de elaboración y “gusto histórico” de los mezcales tradicionales de Zapotitlán de vadillo, sur de Jalisco, y de la región occidental del distrito de Ejutla, valles centrales de Oaxaca.	39
5.5	Compuestos aromáticos del mezcal	41
5.6	Evaluación sensorial	44
5.6.1	Pruebas discriminativas	47
5.6.2	Pruebas descriptivas	47
5.7	Color en bebidas	49
5.8	Análisis de componentes principales	51
6	Hipótesis	53
7	Materiales y métodos	54
7.1	Preselección de jueces	57
7.2	Selección de jueces	58
7.3	Selección de muestras (24 mezcales tradicionales)	58
7.4	Metodología descriptiva	62
7.5	Análisis instrumental de color	65
7.5.1	Preparación de la muestra	67
7.6	Análisis estadístico	68
8	Resultados	69
8.1	Selección de jueces	70
8.1.1	Pruebas de olor	71
8.1.2	Pruebas de gustos básicos	72
8.1.3	Candidatos seleccionados	73
8.2	Metodología descriptiva	73

8.2.1	Perfil de dilución y generación de atributos	73
8.2.2	Preselección de atributos	79
8.2.3	Selección de atributos	80
8.2.4	Comprobación del entrenamiento del panel	82
8.3	Perfil sensorial de mezcales tradicionales	91
8.4	Método análisis de componentes principales (PCA) para apariencia, olor, flavour y otras sensaciones	105
8.5	Evaluación instrumental de color	118
8.6	Análisis de clúster	119
9	Análisis de resultados	120
9.1	Selección de Jueces	121
9.1.1	Pruebas de olor	121
9.1.2	Pruebas de gustos básicos	121
9.1.3	Candidatos seleccionados	121
9.2	Metodología descriptiva	121
9.2.1	Perfil de dilución y generación de atributos	121
9.2.2	Comprobación del entrenamiento del panel	123
9.3	Perfil sensorial de mezcales tradicionales	125
9.4	Método análisis de componentes principales (PCA) para apariencia, olor, flavour y otras sensaciones	135
9.5	Evaluación instrumental de color	139
9.6	Análisis de clúster	141
10	Conclusiones	143
11	Recomendaciones	145
12	Bibliografía	146
13	Anexos	155

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Microorganismos detectados en los mostos empleados para la producción de la bebida alcohólica mezcal en distintos estados de la República Mexicana	33
Tabla 2	Compuestos volátiles de mezcales comerciales	43
Tabla 3	Tipos de pruebas que conforman las pruebas analíticas y afectivas	46
Tabla 4	Características de producción de las muestras de mezcal tradicional empleados	58
Tabla 5	Escala hedónica utilizada en el entrenamiento	64
Tabla 6	Condiciones del colorímetro Minolta 3600 para determinar color en mezcal	67
Tabla 7	Lista de Candidatos para formar parte del panel entrenado	70
Tabla 8	Resultados de pruebas de olor (reconocimiento, discriminativas, umbral y memoria)	71
Tabla 9	Resultados de detección de gustos básicos (dulce, salado, ácido, amargo)	72
Tabla 10	Aciertos de los candidatos (jueces)	73
Tabla 11	Atributos de apariencia generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal	74
Tabla 12	Atributos de olor generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal	74
Tabla 13	Atributos de flavour generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal	75
Tabla 14	Atributos de otras sensaciones generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal	76
Tabla 15	Atributos desarrollo de apariencia	80
Tabla 16	Atributos desarrollados de olor	80
Tabla 17	Atributos desarrollados de flavour	81
Tabla 18	Atributos desarrollados de otras sensaciones	81
Tabla 19	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de apariencia de los mezcales tradicionales (A1-A14)	93
Tabla 20	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de apariencia de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	93

Tabla 21	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14)	96
Tabla 22	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	96
Tabla 23	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14) Continuación	97
Tabla 24	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	98
Tabla 25	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14)	100
Tabla 26	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	100
Tabla 27	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	101
Tabla 28	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	102
Tabla 29	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de otras sensaciones de los mezcales tradicionales (A1-A14)	104
Tabla 30	Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de otras sensaciones de los mezcales tradicionales (A1-A14) (Continuación)	104
Tabla 31	Correlación entre atributos de apariencia de mezcales tradicionales	107
Tabla 32	Correlación entre atributos de olor de mezcales tradicionales	109
Tabla 33	Correlación entre atributos de olor de mezcales tradicionales (Continuación)	110
Tabla 34	Correlación entre atributos de olor de mezcales tradicionales (Continuación)	110
Tabla 35	Matriz de correlación de atributos de flavour para PCA	112
Tabla 36	Matriz de correlación de atributos de flavour para PCA (Continuación)	113

Tabla 37	Matriz de correlación de atributos de flavour para PCA. (Continuación)	113
Tabla 38	Matriz de correlación de atributos de otras sensaciones para PCA	115
Tabla 39	Atributos predominantes en los mezcales tradicionales (A1-A14)	115
Tabla 40	Promedio y desviación estándar presentados en el atributo de color de los mezcales tradicionales (A1-A14)	118
Tabla 41	Análisis de clúster	119

ÍNDICE DE GRÁFICAS

		Página
Gráfica 1	Atributos generados para cada uno de los perfiles de dilución empleados.	77
Gráfica 2	Número de atributos generados para cada muestra de mezcal tradicional evaluados al 30% de alcohol.	77
Gráfica 3	Frecuencia acumulada de atributos de apariencia de los mezcales tradicionales (1-10) evaluados al 30% de alcohol.	78
Gráfica 4	Frecuencia acumulada de atributos de olor generados en los mezcales tradicionales (1-10) evaluados al 30% de alcohol.	78
Gráfica 5	Frecuencia acumulada de atributos de flavour generados en los mezcales tradicionales (1-10) evaluados al 30% de alcohol.	79
Gráfica 6	Atributos frecuentes de otras sensaciones de mezcales tradicionales (1-10) evaluados al 30% de alcohol.	79
Gráfica 7	Coeficientes de variación de los atributos de apariencia generados antes del entrenamiento	83
Gráfica 8	Coeficientes de variación de los atributos de apariencia generados después del entrenamiento.	84
Gráfica 9	Coeficientes de variación de los atributos de olor generados antes del entrenamiento.	85
Gráfica 10	Coeficientes de variación de los atributos de olor generados después del entrenamiento.	86
Gráfica 11	Coeficientes de variación de los atributos de flavour generados antes del entrenamiento.	87
Gráfica 12	Coeficientes de variación de los atributos de flavour generados después del entrenamiento.	88
Gráfica 13	Coeficientes de variación de los atributos de otras sensaciones generados antes del entrenamiento.	89
Gráfica 14	Coeficientes de variación de los atributos de otras sensaciones generados después del entrenamiento.	90
Gráfica 15	Atributos de apariencia en mezcales tradicionales.	92
Gráfica 16	Atributos de olor en mezcales tradicionales	95
Gráfica 17	Atributos de flavour en mezcales tradicionales	99
Gráfica 18	Atributos de otras sensaciones en mezcales tradicionales	103

Gráfica 19	PCA para atributos de apariencia en mezcales con proceso de elaboración tradicional	106
Gráfica 20	PCA para atributos de olor en mezcales con proceso de elaboración tradicional	108
Gráfica 21	PCA para atributos de flavour en mezcales con proceso de elaboración tradicional	111
Gráfica 22	PCA para atributos de otras sensaciones en mezcales con proceso de elaboración tradicional	114

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Estados de la República Mexicana protegidos por la Denominación de Origen.	24
Figura 2	Agaves silvestres	27
Figura 3	Proceso de jimado o labrado del agave con coa	28
Figura 4	Preparación del horno de tierra para la cocción del agave	30
Figura 5	Molienda o martajado del agave con rueda de piedra	31
Figura 6	Fermentación del mosto en tinaja de metal	32
Figura 7	Alambique rústico Michoacano	37
Figura 8	Barricas de madera para añejamiento del mezcal	38
Figura 9	Diagrama de espacios de color (L^* , a^* , b^*)	50
Figura 10	Metodología que se siguió para la elaboración del perfil sensorial de mezcales.	55
Figura 11	Evaluación del mezcal en cabinas individuales	63
Figura 12	Charola de estándares presentada a los jueces	64
Figura 13	Colorímetro Minolta CM-3600D	66
Figura 14	Área del colorímetro donde se evalúan los líquidos	66
Figura 15	Vista lateral de la celda en el colorímetro	68
Figura 16	Representación gráfica del análisis de Clúster	119
Figura 17	Sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad.	139
Figura 18	Croma o Saturación	140

1

PRÓLOGO

1. PRÓLOGO

En mayo de 2011 tuve oportunidad de conversar sobre fermentación de mezcales con el Dr. Francisco Ruiz Terán. Al terminar la sustanciosa charla, me sugirió buscar a la Dra. Patricia Severiano Pérez, responsable del Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Facultad de Química de la UNAM, ya que ella podría interesarse en trabajar con mezcal. A los pocos días, me concedió una cita que aproveché para entregarle algunas muestras de *mezcales tradicionales*.

Durante la conversación con la Dra. Severiano, manifesté mi preocupación por construir una metodología que permitiese describir, caracterizar, dar seguimiento y evaluar cada una de las producciones de *mezcales tradicionales* que se hacen en las poblaciones mezcaleras de México; metodología que, al consolidarse, podría enseñarse de manera gratuita a los maestros mezcalilleros que estuviesen interesados en sumar a su enorme conocimiento tradicional, una herramienta de evaluación generada desde la perspectiva de la ciencia Química y de los Alimentos, lo que les ayudaría a comercializar mejor sus mezcales. Añadí que me parecía muy relevante que la UNAM, contando ya con importantes investigaciones sobre mezcal en distintas disciplinas (botánica, ecología, genética, biotecnología, química, antropología, economía, geografía, estudios culturales, historia social, propiedad intelectual, etc.) desarrollara esta metodología y consolidase dichas líneas de investigación.

Le comenté también a la Dra. la urgencia de construir este método por cinco razones básicas: 1) la enorme complejidad y riqueza que los mezcales tradicionales tienen tras de sí; 2) complejidad y riqueza que se ignoran por el nulo interés en conocer a fondo la bebida; 3) el gran valor, cultural y económico que poseen los mezcales tradicionales dada su enorme e infinita riqueza de aromas y sabores; 4) el proceso de comercialización que comienza a presionar para destruir la calidad de los mezcales tradicionales; 5) la parte normativa (Denominación de Origen Mezcal y Norma Oficial del mezcal), que también induce a la destrucción del mezcal, pues excluye de la Denominación de Origen amplias zonas productoras del mismo y, además permite la adición de azúcares diferentes a los

del agave (destruyendo la originalidad de la bebida), propicia la sustitución del proceso de tatemación del maguey en horno de tierra (tecnología de cocción que define al mezcal como tal, incluso a nivel etimológico) y fuerza a realizar cambios en el proceso de elaboración, lo que acarrea inevitablemente cambios en los sabores y aromas de los mezcales.

Para apuntalar mis argumentos, le expliqué en detalle a la Dra. Paty los criterios con los que podrían definirse los *mezcales tradicionales*, y lo que significan como Patrimonio Cultural de México, explicación que transcribo enseguida:

Mezcal es un vocablo náhuatl que proviene de *metl* (maguey) e *ixcalli* (cocido en horno de tierra), de donde surge *mexcalli*, que podría traducirse como *maguey cocido en horno de tierra*. Esta acepción del vocablo aún es vigente para el maguey cocido, dulcísimo y exquisito, que se vende en los mercados de México y al que también se le llama *mezontle*, de color café como el del piloncillo. Mezcal, además, sirve para referirse (como en Jalisco) al maguey mezcalero vivo en el campo, sea silvestre o cultivado.

También se usa la palabra mezcal para nombrar a la bebida destilada de maguey cocido en horno de tierra, que se elabora de manera tradicional en, al menos, 21 estados de México, y que resume miles de años de civilización y de desarrollo de exquisitos sabores y aromas, con reglas precisas construidas colectivamente para evaluar sus calidades.

Cada pueblo mezcalero, en su lengua y conforme a su espiritualidad y carácter, nombró a los magueyes y a los mezcales destilados con diferentes palabras que aún conservan. Mezcal fue la que, al paso del tiempo, se adoptó para todos esos maravillosos destilados, que conforman un riquísimo filón de la identidad y el Patrimonio Cultural de México.

Los mezcales son parte esencial de las gastronomías regionales de México, por lo que están sujetos a reglas de calidad estrictas que cada región y cada población productora ha construido colectivamente durante siglos. Estos son los *Mezcales Tradicionales* que, al serlo, cumplen los siguientes requisitos:

1. Se hacen exclusivamente de maguey mezcalero, ya sea silvestre o cultivado.
2. Se usan en su elaboración sólo magueyes maduros.
3. Sus procesos de elaboración son estrictamente naturales; es decir, sin hacer uso de ningún producto químico que acelere su proceso normal, particularmente durante la fermentación, pues esto altera sus sabores y aromas.
4. Su elaboración se apega estrictamente al proceso cultural, tecnológico y al *gusto histórico* que cada región, comunidad y población han construido a través de su historia.
5. Se destila exclusivamente en aparatos de *destilación discontinua*, que pueden estar fabricados, o incluir componentes, de los siguientes materiales: barro, cobre, maguey, carrizo, troncos, madera e incluso piedra, entre otros.
6. Se consume en graduaciones, como mínimo, de 45 grados o más, según el *gusto histórico* de cada región y población; son ellas quienes han establecido los intervalos de graduación en los que es aceptable consumir su mezcal, pero nunca menor a los 45 grados.
7. Existe un control social sobre su producción, pues son las propias poblaciones mezcaleras y sus *Maestros Mezcalilleros* quienes evalúan y controlan la calidad de sus mezcales de acuerdo a gustos históricamente conformados que se verifican con pruebas de calidad socialmente construidas y aceptadas por todos; quien no las cumple, no puede vender el mezcal en su población de origen.
8. Una forma de evaluar su calidad es la *perla*, concha o burbuja, que se genera al vaciar el destilado en un recipiente que puede ser una jícara, un carrizo o un cuerno, entre otros de gran tradición. Esta prueba indica el grado alcohólico, los tipos de maguey empleados y su procedencia, así como el proceso de elaboración por el que pasó el mezcal. Por tanto, el *perlado* es la huella digital del mezcal que un *Maestro Mezcalillero* o experto regional sabe interpretar. Otra prueba de calidad es frotar el mezcal entre las manos hasta

que se seque para percibir el aroma, su consistencia, grado alcohólico y proceso de elaboración.

9. Detrás de cada mezcal hay un *Maestro Mezcalillero* con nombre y apellido, pues son producciones limitadas, únicas e irrepetibles que representan la sensibilidad exquisita de las distintas culturas y poblaciones de México.

10. Tiene una función social en sus comunidades de origen, pues es parte esencial de sus fiestas familiares, patronales, cívicas y funerarias y de sus gastronomías, por lo que una parte sustancial de su producción es consumida necesariamente en dichas comunidades o regiones de influencia cultural.

11. Detrás del Mezcal Tradicional existe una compleja y variadísima biodiversidad (magueyes —más de 100—, árboles, microorganismos, bacterias, aves, insectos, murciélagos, etcétera) que ha sido preservada, recreada y modificada por las comunidades mezcaleras.

12. Para su elaboración existen innumerables y riquísimas tecnologías y procedimientos, desarrollados localmente y transmitidos de generación en generación por vía oral. Una de ellas -herencia milenaria-, es la ***cocción del Maguey en horno de tierra***, utilizada, sin excepción alguna, en todos los Mezcales Tradicionales. Estas tecnologías, por tanto, son constituyentes esenciales de las características y personalidad de cada uno de los Mezcales de los Pueblos de México.

13. Huele y sabe intensamente a maguey; además, posee gran carácter y una sutil, profunda y elegante delicadeza en sus complejos y múltiples sabores y aromas, que están determinados por tres aspectos:

a) el tipo y procedencia del maguey usado y el entorno ecológico donde creció, así como de las otras materias primas utilizadas, parte de la biodiversidad mencionada antes;

b) las prácticas culturales y tecnológicas empleadas en la elaboración del mezcal, y

c) el *gusto histórico* de la región donde se elaboró y del *maestro mezcalillero* que lo procesó.

Cuando el Mezcal Tradicional se elabora con magueyes silvestres generalmente tiene aromas y sabores florales, y mayor variedad y profundidad, a diferencia del que se hace con magueyes cultivados cuya riqueza e intensidad es menor. Pueden encontrarse además -sin ser exhaustivo- aromas y sabores a: tierra (barro); lácteos (leche, queso, nata, mantequilla); fruta (membrillo, melón, arándano, chabacano, mango, guanábana, fresa, frambuesa, nanche, plátano, guayaba, tejocote, membrillo, manzana, cereza); chile (pimiento, manzano, serrano); especias (clavo, canela, pimienta, vainilla, anís); chocolate; jengibre; almendra; nuez; flores (manzanilla, violeta, gardenia, nardo, azucena, azahar, jazmín); hierbas (quintonil, berro, laurel, ajeno, pápalo, hierbabuena, apio, epazote); hongos (huitlacoche); cítricos (naranja, toronja, lima, piña); carne (venado, chivo, tocino); resina (copal); pulque; yodo; bosque (eucalipto, pino, pirú) y lavanda.

14. Es una prueba extraordinaria del refinamiento que puede tener la experiencia humana en su vertiente gastronómica, la cual puede ofrecerse en su verdadera autenticidad, tanto a mexicanos como a extranjeros, siempre y cuando conserve su originalidad y tradición.

Estos criterios son válidos para todos los Mezcales Tradicionales sin excepción, llámense bacanora, tuxca, raicilla, quitupan, tequila o, simplemente, mezcal.

Ahora bien, el gusto histórico puede definirse como la construcción colectiva de los gustos gastronómicos regionales a través del tiempo, que genera reglas de cómo deben saber y oler los mezcales, cómo deben elaborarse y cuáles son las pruebas de calidad a que deben someterse para que, en su lugar de origen, sean considerados legítimos, buenos y sabrosos.

De aquí que haya tantos gustos históricos y Mezcales Tradicionales como regiones y pueblos mezcaleros. Mezcales con aromas y sabores únicos y específicos reconocidos por las comunidades donde se elaboran; los que no

sean reconocidos como propios, serán considerados falsos y no serán consumidos.

Según la región, habrá elementos específicos de cada gusto histórico. Por ejemplo los magueyes usados: en Nombre de Dios, Durango, el Maguey Cenizo y el Verde; en la parte occidental de Ejutla, Oaxaca, el San Martinero y el Barril; en la Mixteca de Puebla el Papalomé y el Pitzometl. Otro ejemplo es el destilador: en Santa Catarina Minas, Oaxaca, usan ollas de barro; en Zapotitlán, Jalisco, alambique de cobre con tronco de higuera ahuecado.

Los Mezcales Tradicionales y sus gustos históricos conforman un patrimonio cultural invaluable que debemos preservar. Para hacerlo es necesario conocer la tradición mezcalera y respetar a quienes la encarnan: los *maestros mezcalilleros* y las poblaciones mezcaleras de las que ellos son parte, así como las reglas tradicionales que han construido colectivamente a través de su historia.

Expuestos los criterios anteriores, la charla con la Dra. Severiano versó sobre el tema de si los *mezcales tradicionales* eran lo mismo que los *mezcales artesanales*. Mi opinión fue:

Las “artesanías” (cerámica, textiles, jarcia, etc) eran productos de corte turístico; objetos que en su origen eran de uso cotidiano, utilitario y ritual y que después, con el turismo, se volvieron de ornato, destinados a un público desconocedor de sus usos tradicionales y de las calidades que deben reunir para tal fin. Resultado: las artesanías no tenían la calidad que el objeto original requiere, pues están destinadas a otro tipo de consumidor y uso.

Cuando se habla de “mezcal artesanal” se alude a un producto que no tiene la calidad que exigen los habitantes de una región o población con tradición mezcalera. Quienes lo producen o venden, hacen uso de conceptos vacíos para disfrazar su falta de autenticidad, pues no corresponde a los sabores y aromas extraordinarios que los *mezcales tradicionales* (MT) sí poseen.

Los MT son de uso cotidiano, ritual, y se regulan por el *gusto histórico* de cada región y comunidad que los produce. Su valor más importante es el

espiritual, pues reflejan la exquisita sensibilidad y vida cotidiana de una región o población. Los MT son patrimonio cultural; el “mezcal artesanal”, sólo un producto comercial.

Después de la plática y de una saboreada de mezcales tradicionales celebrada en fecha posterior -a la que acudió la Dra. Severiano-, me comunicó su decisión de trabajar formalmente en el desarrollo del perfil sensorial de los mezcales tradicionales, tema de esta tesis.

Dado lo complejo y diverso de los *mezcales tradicionales*, se decidió acotar el universo de investigación eligiendo mezcales de dos regiones mezcaleras específicas: 1) la región occidental del distrito de Ejutla, en los Valles Centrales de Oaxaca, y 2) el municipio de Zapotitlán de Vadillo, en el Sur de Jalisco. En ambos casos, los mezcales seleccionados representan a la perfección cada una de las tradiciones y culturas locales de producción de la bebida, así como a los gustos regionales y a las exigencias históricos-culturales. O de otra manera, son representantes fieles de los Gustos Históricos de la región occidental de Ejutla, Oaxaca, y de Zapotitlán de Vadillo, Sur de Jalisco.

En ambos casos, los mezcales no han sido certificados por el COMERCAM (Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal). En el caso de los jaliscienses, porque al estar excluidos ilegalmente de la zona protegida por la Denominación de Origen Mezcal, sencillamente se les prohibió envasarlos bajo la palabra Mezcal, pese a que los elaboran allí, por lo menos, desde 1621, como puede leerse en la *Descripción del Reino de la Nueva Galicia* de Lázaro Arregui. . En el caso de los de Ejutla, porque los productores de dichos mezcales los han producido siempre bajo los criterios y exigencias de la tradición local, al margen de normatividades que les han sido impuestas y que, además, destruyen la tradición de su bebida.

El hecho de seleccionar *mezcales tradicionales* de dos Gustos Históricos diferentes manifiesta, de manera incontrovertible, una tradición antigua de producción de mezcales, estén o no dentro de una Denominación de Origen y

cumplan o no con los criterios químicos de una certificación. El sentido cultural de estos destilados es tener un producto de alta calidad gastronómica que implica no estar adulterado y que responda a los usos y costumbres de la región. Si se apegaran a la Denominación de Origen y, por tanto, a la Norma Oficial, en la región se considerarían productos adulterados, que responderían a una elaboración industrial cuyo objetivo es su comercialización urbana, no local, con lo que se pierde la tradición, el origen del producto y la cultura regional que da sentido y cohesión a las comunidades mezcaleras.

Cornelio Ignacio Pérez Ricárdez (Tío Corne), Coordinador de la Logia de los Mezcólatras

2

INTRODUCCIÓN

2. INTRODUCCIÓN

El término mezcal proviene del náhuatl *mexcalli*, que significa pencas de maguey cocidas, en donde *metl* es 'maguey' e *ixcalli* 'cocido' en la actualidad este término tiene tres aplicaciones, es el nombre común de algunas especies de maguey también llamado agave en el norte de México, en su sentido primigenio se refiere al alimento obtenido de la cocción del tallo y de la base de las hojas de esta planta, pero sobre todo es el nombre de una bebida alcohólica, elaborada a partir de la destilación del zumo fermentado de varias especies de agave, por lo que a lo largo de este documento se usará la palabra mezcal como nombre de la bebida destilada.

Antes de que el maíz se constituyera como alimento esencial los agaves fueron la principal fuente de carbohidratos para las culturas nativas americanas (Zizumbo Villarreal y Colunga-GarcíaMarín, 2008). Evidencias de su consumo han sido encontradas en las cuevas de Guilá Naquitz en Oaxaca México, como desechos de hojas cocidas masticadas, con una antigüedad de 9000 años antes de Cristo (Smith Jr; 1986). A partir de las diferentes especies de agave esas culturas comenzaron a elaborar diversas bebidas alcohólicas. Su elaboración se llevó a cabo por procesos diferentes en el oeste y en el centro de México. En el oeste, los tallos y pedúnculos florales eran cocidos previamente a la fermentación, mientras que en el centro se elaboraban a partir de sabia fresca obtenida del pedúnculo floral (Pearson y Darling, 2000).

Actualmente, el mezcal cuenta con denominación de origen (DO) y protege la producción de esta bebida. Se entiende por denominación de origen a la región geográfica del país que sirve para designar un producto originario de la misma y cuya calidad o característica se deban exclusivamente al medio geográfico. Se establece como región geográfica la comprendida por los estados de Oaxaca, Guerrero, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas, Michoacán, Guanajuato y Zacatecas. La denominación de origen del mezcal fue publicada el 28 de Noviembre de 1994 en el diario oficial de la federación.

Es necesario comprender que las DO, no sólo son formas de protección jurídico-económicas sino que también constituyen formas culturales que se construyen y reinventan histórica y socialmente. Pueden concebirse, de hecho como arenas en las que los actores locales pueden determinar el derecho a la inclusión/ exclusión de los beneficios materiales y del poder que conlleva la elaboración de un bien con DO (Rodríguez, 2007). Sin embargo la delimitación de las geografías que se hace a veces resulta muy cuestionable. Como bien lo ilustra la cambiante delimitación para la producción de Tequila, su geografía incluye espacios muy diferentes, incluso espacios donde el agave azul nunca ha sido cultivado. La configuración de esta geografía está basada más en atributos diferenciadores de carácter empresarial que de pertenencia a un espacio físico Cultural, con asimetrías sociales y desigualdades de poder. (Núñez, 2011).

Algunos municipios del estado de Jalisco que cuentan con una tradición de siglos de elaboración de mezcal han quedado excluidos geográficamente y legalmente de la Denominación de origen mezcal (DOM). Al hablar sobre esta exclusión la Asesora jurídica del COMERCAM señala:

... El caso de Jalisco es que ya cuenta con la Denominación de origen Tequila (DOT) aquí no se trata tanto de territorialidad, sino de defender algo que a ellos les costó. A Jalisco le costó mucho hacer un vino mezcal de calidad y ponerle el nombre de Tequila, les costó bastante y no es posible que con tal de justificar algunos errores de producción nos lo quieran achacar al mezcal.

Según el punto de vista de la asesora jurídica del COMERCAM, los productores de licor o destilado de agave no entran en la DOM porque no quieren regularizarse y si lo quisieran hacer no sería bajo la normatividad del mezcal sino del tequila, por encontrarse en el estado de Jalisco.

Así mismo, la postura de los grupos de poder de la DOM, es que la geografía no se amplíe y se mantenga igual. Sin embargo es innegable que muchas geografías han quedado excluidas. Un ejemplo de ello, es un estudio que realizó la CONABIO en el 2005, donde reportaba que en por lo menos veinticinco estados del país se

elabora mezcal de forma tradicional a partir de doce especies de magueyes, no reconocidas por la NOM-070-SCFI-1994. De igual forma Colunga et al (2007), reportaba que más de cincuenta diferentes especies de maguey son empleadas para elaborar al menos la misma cantidad de mezcales en una multiplicidad de regiones culturales y geográficas a través de todo el territorio mexicano.

Sur de Jalisco

En las localidades de Zapotitlán y Canoas, se encontraron 15 variedades de agaves locales cultivadas, la mayoría de ellas pertenecientes al *A. angustifolia* sensu Gentry (1982): azul cimarrón cenizo, cimarrón verde, cimarrón negro, chancuella, cuaquesoca, cuchara, de brocha, ixtero amarillo, ixtero verde, limeño, perempis, o siriaco, prieto, tel cruz y pencudo. Sólo un productor, Macario Partida, cultiva once de estas en asociación con ganado y los cultivos anuales tradicionales, un verdadero banco de germoplasma. Macario, además de producir alimento para su familia, también produce mezcales. Frecuentemente recorre las estribaciones de los volcanes de Colima y parte de la Sierra de Manantlán en busca de poblaciones silvestres de agave, y en sus propias palabras, de cualquier planta interesante que encuentra, trae de dos a cuatro muestras. Aquellas que le dan buenos mezcales, las propaga y mejora a través de los mejores individuos. Sus criterios de selección son: jugos más dulces, un tallo más grande y jugoso, más suave (menos fibroso) para que sea más fácil de moler, más precoz, con mayor producción de hijuelos, rizomatosos, y con mayor resistencia a las plagas, las enfermedades y el forrajeo del ganado. También mantiene variantes antiguas de su misma población y otras que han sido seleccionadas de poblaciones cercanas. (Colunga et al, 2007).

En la región de Zapotitlán la mayoría de los mezcales son aún elaborados con los mismos procedimientos descritos en los siglos XVI y XVII. En lugares llamados tabernas, cercanos a los ríos y arroyos, las cabezas de agave son cocidas en hornos bajo tierra y trituradas en salientes rocosas con mazos. El material triturado es fermentado en pozos cavados a mano bajo el nivel del suelo en los lechos rocosos de los ríos. (Colunga et al, 2007).

El mezcal se define de acuerdo a la NOM-070-SCFI-1994 cómo una bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de los agaves, previamente hidrolizadas o cocidas, y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido, con hasta en 20% de otros carbohidratos en la preparación de dichos mostos, siempre y cuando no se eliminen los componentes que le dan las características a este producto, no permitiéndose las mezclas en frío.

Pese a la complejidad del mezcal, se puede decir que en su elaboración se realizan los siguientes procesos:

- Corte del maguey para obtener las piñas.
- Cocimiento de las piñas. Las pencas se cuecen al horno en pozos cónicos durante tres días. Esto le permite absorber los sabores de la tierra, de la madera y del humo.
- Molienda. Las piñas se colocan en un aro de piedra o de concreto donde una gran rueda de piedra unida a un poste en su centro comienza a rodar y a molerlas.
- Fermentación. La masa se coloca entonces en tinas de madera, se agrega la mayor parte de agua a la mezcla y se deja fermentar naturalmente con sus propias levaduras y microorganismos de tres a quince días.
- Destilación y ajuste del grado alcohólico del mezcal para su venta. La primera destilación produce un alcohol de hasta 20° a 25°, y baja paulatinamente la graduación alcohólica en su transcurso.

Una herramienta para la obtención de un perfil sensorial de mezcal se basa en el análisis sensorial de los alimentos que es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor pero todo esto debe conjuntarse con un análisis sensorial. La finalidad del análisis sensorial descriptivo

es caracterizar, por medio de diversos atributos, el producto a analizar, de manera que tenga una carta de identidad precisa, reproducible y comprensible para todos.

En el mercado mexicano se encuentran gran variedad de mezcales de muy variada calidad, sin embargo, no se conoce cuales son las características sensoriales que los hacen distintos a otros productos destilados como el tequila, por ello debe contar con estudios que avalen su calidad sensorial y le permitan mantener el distintivo de bebida tradicional o ícono nacional. La producción anual de mezcal se encuentra en 3.9 millones de litros con un valor de la producción de 11.2 millones de dólares. México cuenta con 625 fábricas y 80 envasadoras de mezcal registradas con un número de exportaciones de 700 mil litros anuales en donde los principales mercados internacionales son Estados Unidos, Japón, Taiwán, Italia, Holanda, España, Francia, Alemania y Canadá. (SE, 2011).

Actualmente, existen varios trabajos publicados, cuyos estudios se enfocan en las características fisicoquímicas de diversas bebidas alcohólicas, como el vino, vodka, cerveza y tequila, sin embargo son pocas las publicaciones que se enfocan a las características sensoriales que se tienen en las bebidas típicas mexicanas como el mezcal. Entre los estudios instrumentales- sensoriales que se han realizado en el tequila, el más importante es el reportado por Benn y Peppard (1996). En este estudio se reportaron más de 174 componentes en el tequila y más de 60 olores de los cuales solo 30 se correlacionaron con alguno de los 174 componentes. Sólo 5 componentes químicos determinaron el sabor y olor característico de la bebida estos fueron el isovaleraldehído, alcohol isoamilico, β -damascenona, 2-feniletanol y vainillina, los sabores con los que se correlacionan son respectivamente, chocolate, frutal, madera, floral y dulce.

En el caso del mezcal en un estudio reportado por Molina (2007) se analizaron los compuestos volátiles de 10 mezcales comerciales en los que se identificaron 85 componentes que se clasificaron por su naturaleza química en acetales, ácidos orgánicos, alcoholes y ésteres.

El perfil sensorial desarrollado en este proyecto permitirá identificar las principales notas de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones.

3 y 4

OBJETIVOS

3.- OBJETIVOS GENERALES

- Generar el perfil sensorial de 14 mezcales con proceso de elaboración tradicional provenientes de los estados de Oaxaca y Jalisco.

4.- OBJETIVOS PARTICULARES

- Seleccionar a un grupo de jueces que integrarán un panel para la evaluación del mezcal.
- Generar y definir los atributos sensoriales característicos del mezcal, mediante un análisis descriptivo, usando como metodologías el perfil convencional y el Análisis Descriptivo Cuantitativo.

5

ANTECEDENTES

5. ANTECEDENTES

El mezcal se define de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Mezcal- Especificaciones: “Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de los agaves, previamente hidrolizadas o cocidas, y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido, para el caso del Mezcal tipo II, con hasta en 20% de otros carbohidratos en la preparación de dichos mostos, siempre y cuando no se eliminen los componentes que le dan las características a este producto, no permitiéndose las mezclas en frío. El mezcal es un líquido de olor y sabor suigeneris de acuerdo a su tipo. El mezcal es un líquido incoloro o ligeramente amarillento cuando es reposado o añejado en recipientes de madera de roble blanco o encino, o cuando se aboque sin reposarlo o añejarlo.”

Esta NOM se aplica a la bebida alcohólica elaborada con agaves de las siguientes especies: *Agave Angustifolia Haw* (maguey espadín); *Agave Esperrima jacobi*, Amarilidáceas (maguey de cerro, bruto o cenizo); *Agave Weberi cela*, Amarilidáceas (maguey de mezcal); *Agave Patatorum zucc*, Amarilidáceas (maguey de mezcal); *Agave Salmiana Otto Ex Salm SSP Crassispina (Trel) Gentry* (maguey verde o mezcalero); y otras especies de agave, siempre y cuando no sean utilizadas como materia prima para otras bebidas con denominaciones de origen dentro del mismo Estado. Cultivados en las Entidades Federativas, Municipios y Regiones que señala la Declaración General de Protección a la denominación de origen “mezcal”, en vigor. En este proyecto se degustaron mezcales elaborados con diversas variedades de agaves de diferentes edades cuyos nombres comunes son Espadín, Madreicushe, Sierra Negra, Tobalá, San Martinero, Mexicano, Papalomé, Papalote, Lineño, Cimarrón, Criollo, Maguey Alto, Ixtero Amarillo, Choncuéllar, Azul Telcruz, Alto y Verde.

5.1 HISTORIA Y PRODUCCIÓN

En los grupos humanos que poblaron la América prehispánica el maíz y la miel de abeja fueron fuente de bebidas alcohólicas pero más importante en éste rubro fueron diferentes especies de agaves de cuyos jugos se derivaron distintas bebidas que hoy en día son de importancia cultural, como Pulque, Tequila y por supuesto el Mezcal. Los agaves fueron plantas tan versátiles que pudieron transformarse en útiles tan variados como material de construcción, combustible, instrumentos domésticos, ropas y hasta plantas gestoras de divinidades.

En diferentes investigaciones de tipo antropológico se ha discutido cuándo y cómo se conoció el mezcal. Varios autores consideran que el uso de la destilación para la elaboración de bebidas alcohólicas fue posterior a la llegada de los europeos a México. Algunos de ellos como Bruman (1994) propone que el proceso de destilación en México tiene su origen en la técnica filipina de elaboración de bebidas alcohólicas a partir de coco (*Cocos nucifera*), que se introdujo en México a finales del siglo XVI, en el Estado de Colima. Otros como Valenzuela-Zapata Nabahan (2003) proponen un origen distinto a principios del siglo XVII en el Valle de Tequila, Jalisco, basado en la tecnología árabe de destilación usada para elaborar ron a partir de caña de azúcar. Sin embargo en excavaciones iniciadas en 1994 por la Dra. Mari Carmen Serra Puche y el Dr. Carlos Lazcano Arce, antropólogos de la Universidad Nacional Autónoma de México en la población de Nativitas, Tlaxcala, se obtuvieron pruebas para determinar que de la planta de maguey antiguamente se obtuvo mezcal. Los científicos encontraron, en varias casas indígenas, evidencias materiales relacionadas con esta bebida: hornos semejantes a los que se utilizan actualmente para quemar piñas de maguey y procesar esa bebida alcohólica, hoyas de barro partidas a la mitad y restos de la planta. Con el fin de ampliar su investigación, los científicos universitarios desarrollaron en 1998 el proyecto *La ruta del mezcal* a través del cual recorrieron comunidades indígenas para identificar los lugares donde se produce mezcal de manera tradicional; se percataron de que aún se destilaba en ollas de barro semejantes a las halladas en Nativitas, y fechadas hacia el año 400 antes de

Cristo. Ello significa que desde hace por lo menos 2400 años se elaboran bebidas destiladas en Mesoamérica. (Boletín UNAM-DGCS-066, 2010).

La producción de mezcal se convirtió en una actividad económicamente importante en México a partir del siglo XVII, de tal manera que en el centro y occidente numerosas haciendas se dedicaron como actividad principal a su producción (Almaraz, 1984). Sin embargo como esta bebida competía en preferencia con los vinos importados de España el gobierno colonial de la Nueva España prohibió la producción y venta de mezcal, lo que llevó a su elaboración clandestina. A mediados del siglo XIX se legalizó su producción y comenzó el incremento en la demanda internacional principalmente por el mezcal elaborado en la región de Tequila Jalisco, conocido como tequila lo que estimuló la actividad económica asociada a su producción (Valenzuela-Zapata y Nabhan, 2003).

En cuanto a la producción de mezcal se sabe que México cuenta con 330 mil hectáreas sembradas de agave esto genera 15 mil productores de mezcal, 29 mil empleos, 625 fábricas, 65 empresas, 103 marcas certificadas, 335 asociados a COMERCAM. (SAGARPA, 2011)

Para entender la complejidad, la inmensa variedad y la riqueza de los mezcales se analizaran la diversidad de los mimos que pueden producirse en una sola región mezcalera. El estado de Oaxaca cuenta con muchas zonas mezcaleras, por mencionar algunas se encuentran Miahuatlán, Sola de Vega, Ejutla, Yautepec, Tlacolula, Zimatlán, ETLA, Zaachila, Putla, Nochixtlan, Nixe, Huajuapán, Ocotlán, Tlaxiaco, Coixtlahuaca, Cuicatlán, Choapán, Ixtlán, entre otros. De ellos se tomó el de Ejutla, en este distrito hay al menos 50 fábricas de mezcal, llamadas palenques donde llegan a trabajar hasta 5 maestros mezcalilleros, los agaves ahí empleados para elaborar mezcal son el Arroqueño Barril, Caballo, Coyote, Cuishito, Chino, Espadín, Jabalí, Mexicano, San Martinero, Sierrudo, Tepexcate, Tobalá, Tobasiche corto y Tobasiche largo, Mexicano penca Larga y Mexicano liso, 17 tipos en total, cada uno con un tiempo de maduración forma de rasurar o cortar tiempo de cocción, tiempo de fermentación y modo de cargar el alambique (hay dos tipos de alambique: los de montera hueca de doble destilación y los de

montera con platillos de una sola destilación), lo que da como resultado final 17 mezcales de sabor y aroma claramente únicos, si a esto se le suman las posibles e infinitas combinaciones que puede hacerse entre ellos, por lo que se puede encontrar un mezcal elaborado con espadín y mexicano o de mexicano con Tobasiche etc.. Más el número de palenques, maestros mezcalilleros, temporadas y zonas de corte que existen en Ejutla el resultado es asombroso. Si se toma en cuenta que en México hay por lo menos 21 Estados de la Republica Mexicana donde se elabora mezcal el resultado es verdaderamente difícil de imaginar (Pérez, 2007).

5.2 DENOMINACIÓN DE ORIGEN

A partir de febrero del 2005 entró en vigor la Norma Oficial Mexicana 070-SCFI-94, con lo que se garantiza que su cultivo, producción y comercialización se de con los mejores estándares de calidad a nivel internacional, además de contar con la Denominación de origen que protege su producción a nivel internacional.

El término denominación de origen se vincula a tradiciones culturales, arraigadas en los países que han desarrollado y perfeccionando la fabricación de un producto propio de su región. Se entiende por Denominación de origen a la región geográfica del país que sirve para designar un producto originario de la misma y cuya calidad o característica se deban exclusivamente al medio geográfico. Se establece como región geográfica la comprendida por los estados de Oaxaca, Guerrero, Durango, San Luis Potosí, Michoacán, Tamaulipas (11 municipios), Guanajuato (1 municipio) y Zacatecas, particularmente en el estado de Oaxaca, la zona denominada "La Región del Mezcal", que incluye los distritos de Sola de Vega, Miahuatlán, Yautepec, Tlacolula (Santiago Matatlán), Ocotlán, Ejutla y Zimatlán.



Figura 1. Estados de la República Mexicana protegidos por la Denominación de Origen. 1-Tamaulipas (San Carlos, San Nicolás, Burgos, Miquihuana, Bustamante, Palmillas, Jaumave, Tula, Cruillas, Jiménez y Méndez), 2- San Luis Potosí, 3- Zacatecas, 4- Durango, 5- Guanajuato (San Felipe), 6- Michoacán (Acuitzio, Aguililla, Ario, Buenavista, Charo, Chinicuila, Coalcomán de Vázquez Pallares, Cotija, Cojumatlán de Régules, Erongarícuaro, La Huacana, Tacámbaro, Turicato, Tzitzio, Hidalgo, Salvador Escalante, Morelia, Madero, Queréndaro, Indaparapeo, Tarímbaro, Tancítaro, Los Reyes, Tepalcatepec, Sahuayo, Marcos Castellanos, Jiquilpan, Venustiano Carranza y Vista Hermosa) , 7- Guerrero, 8-Oaxaca (Sola de Vega, Miahuatlán, Yautepec, Santiago Matatlán Tlacolula, Ocotlán, Ejutla y Zimatlán)

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, como titular de la Denominación de origen de mezcal y principal interesado en preservar la calidad y autenticidad de la bebida nacional, patrimonio de nuestro país, dejó en manos del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM) fundado en el año 2003 vigilar el cumplimiento de la NOM-070. Este consejo es el organismo encargado de proporcionar servicios de certificación y tiene como objetivos promover y vigilar como anteriormente se mencionó el cumplimiento de la NOM-070-SCFI-1994 y promover el fortalecimiento de la cadena productiva agave-mezcal. La certificación se realiza en la prueba y vigilancia de la producción y/o envasado. De manera general, el proceso consiste en que COMERCAM dictamina la viabilidad y cumplimiento de la NOM bajo el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la NOM-070-SCFI-1994; verifica el cumplimiento de distintos requisitos y emite el Certificado NOM con vigencia de 6 meses. Posteriormente vigila que el producto continúe cumpliendo con la NOM de mezcal en vigor, y si los reportes de verificación de pruebas de laboratorio indican el cumplimiento de la Norma, el certificado se renueva automáticamente por 6 meses, cubriendo el pago respectivo (SAGARPA, ITSM, INCA, Plan Rector Sistema Nacional Maguey Mezcal, 2006).

5.3 CLASIFICACIÓN DEL MEZCAL

De acuerdo al porcentaje de los carbohidratos provenientes del agave que se utilicen en la elaboración del mezcal éste se clasifica en los siguientes tipos (Berumen, 2009).

Tipo 1.- Mezcal 100% Agave

Es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente de los azúcares de las cabezas maduras de los agaves previamente hidrolizadas o cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras (cultivadas o no). Este tipo de mezcal puede ser joven, reposado o añejo y susceptible de ser abocado (procedimiento para suavizar el sabor del

mezcal mediante la adición de uno o más productos naturales, saborizantes o colorantes permitidos en las disposiciones legales correspondientes).

Tipo 2.- Mezcal

Es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos en cuya formulación se han adicionado hasta un 20% de otros carbohidratos permitidos por las disposiciones legales correspondientes. Este tipo de mezcal es joven, reposado ó añejo y susceptible de ser abocado.

De acuerdo a las características adquiridas en procesos posteriores a la destilación y rectificación, el mezcal se clasifica en tres categorías

- Mezcal añejo ó añejado. Producto susceptible de ser abocado, sujeto a un proceso de maduración de por lo menos un año en recipientes de madera de roble blanco o encino, cada uno con capacidad máxima de 200 litros. En mezclas de diferentes mezcales añejos, la edad para el mezcal resultante es el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes.
- Mezcal joven. Producto obtenido por destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de los agaves previamente hidrolizadas o cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras (cultivadas o no).
- Mezcal reposado. Producto susceptible de ser abocado que se deja por lo menos dos meses en recipientes de madera de roble blanco o encino para su estabilización.

5.4 PROCESO DE ELABORACIÓN GENERAL

Conocer a detalle cada una de las etapas de elaboración del Mezcal permite comprender como se obtienen muchas de las características sensoriales que presenta el mismo que en general permite diferenciar a esta bebida de otras bebidas alcohólicas.

5.4.1 CULTIVO Y COSECHA DEL AGAVE

La elaboración del mezcal inicia con el cultivo de hasta 25 especies diferentes de agave, después de 8 años de desarrollo aproximadamente ya sean cultivados o silvestres. (Carrillo, 2007). La planta acumula carbohidratos principalmente una pequeña cadena lineal de fructosa denominada inulina, así como ceras, pectinas etc, siendo lo importante su contenido en carbohidratos, pues estos constituyen la materia prima para la elaboración del mezcal. (Somera, 1952).

Para poder cosechar el agave las plantas adultas de maguey deben ser previamente capadas, esto implica remover la inflorescencia o quiote. Para la recolección de la materia prima (agave o maguey) son necesarias ciertas condiciones o características, tales como: coloración verde-amarillenta en la base de las pencas y parda en la base del maguey, así como la presencia de pencas secas en esta zona. Desde el punto de vista bioquímico el estado de madurez apropiado lo marca un alto contenido de azúcares (glucosa, fructosa, inulina,) (Zamora C.P. et al 2010) que puedan ser aprovechados por los microorganismos para la generación de alcohol. (GEA, 2002)



Figura 2. Agaves silvestres

Posteriormente se realiza el proceso de jima o labrado que consiste en cortar la base de las hojas o pencas del maguey utilizando una barreta de metal con punta semicircular cortante, llamada “coa”, hasta dejar blanca la piña ó tronco y sin porciones de las bases de las pencas. Un aspecto importante para mejorar la calidad del mezcal es quitar las 4 pencas de la base del tronco ya que puede provocar un sabor ácido al mezcal. Sólo se utiliza la parte central de la planta ya que en la piña se concentran la mayor cantidad de azúcares. Dependiendo de la edad, el tipo de agave y de la forma del corte la piña puede pesar hasta 60 kilogramos.



Figura 3. Proceso de jimado o labrado del agave con coa

Durante la transportación es importante no exponer por mucho tiempo las cabezas de maguey a los efectos del ambiente ya que estas se pueden resecaer o incluso si se llegan a mojar (por la lluvia) pueden resultar inservibles (GEA, 2002)

5.4.2 COCCIÓN

Tradicionalmente se prepara el horno haciendo un hoyo en la tierra en forma de embudo, y su tamaño varía dependiendo de la cantidad de maguey que se desee hornear. En caso de utilizar un horno ya empleado en años anteriores es necesario realizar una limpieza previa del mismo, para extraer el carbón y fragmentos de piedra acumulados por su uso. Como primer paso, en la parte inferior del horno se coloca la leña, que comúnmente es de encino; posteriormente se colocan las piedras (calizas y vidriosas) y se enciende el fuego hasta alcanzar la temperatura adecuada, variando el tiempo de 6 a 10 horas. Después se colocan las cabezas de maguey sobre las piedras calientes, y finalmente es tapado con palma y tierra, permaneciendo en esta condición de 2 a 4 días.

En el horneado del maguey dos son los aspectos a cuidar: la temperatura del horno y el tiempo de tapado, ya que repercuten en el sabor del mezcal. La temperatura óptima del horno se define en base a la experiencia del fabricante apoyado en el tiempo de combustión de la hoja verde de palma. La minimización del tiempo de tapado del horno fomenta una cocción uniforme y evita el ahumado de las cabezas. La cocción se lleva a cabo para hidrolizar o transformar los fructanos en fructosa, monosacárido apropiado para que se lleve a cabo la fermentación. (Ramales y Ortiz, 2006).

Una vez transcurrido este tiempo se procede al destapado del horno, retirando con palas la tierra acumulada encima, se sacan las cabezas cocidas y son puestas en un lugar designado para su almacenamiento o listas para ser martajadas (GEA, 2002).



Figura 4. Preparación del horno de tierra para la cocción del agave

5.4.3 MOLIENDA O MARTAJADO DEL AGAVE

El martajado se realiza con la finalidad de que el dulce contenido se combine con la fibra, para facilitar la fermentación y tener un buen rendimiento en la destilación. Para esta operación se colocan las cabezas cocidas en un recipiente de madera, comúnmente llamado canoa, el cual está empotrado al piso, y se golpean con mazos, hachas o machetes para deshebrarlas o rajarlas. (GEA, 2002). En otros casos la molienda se lleva a cabo utilizando un molino conocido como molino egipcio. Este se conforma de una rueda unida a un eje que es tirada con ayuda de algún animal. (Gutiérrez et. al, 2009)



Figura 5. Molienda o martajado del agave con rueda de piedra

Para la obtención de un mezcal de calidad, en el martajado se deben cuidar los siguientes aspectos: 1. Seleccionar las partes de la cabeza cocida con un sabor dulce y desechar las de sabor amargo, agrio y quemadas. 2. Evitar que queden pedazos grandes de maguey, porque éstos no fermentan en su totalidad es por eso que la molienda es una etapa muy importante del proceso, ya que tiene como finalidad hacer que los monosacáridos obtenidos en la cocción sean más disponibles a la acción microbiana, así como a la obtención de microorganismos del medio para favorecer la fermentación, como resultado de este proceso se tiene un jugo de agave que contiene aproximadamente 12 %p/v de azúcares reductores (Ramales y Ortiz, 2006).

En algunas fábricas se ha sustituido el martajado a mano por el uso de un molino. Este hace más eficiente y uniforme la molienda y evita gran parte de las pérdidas que se dan de la manera tradicional. (GEA, 2002)

5.4.4 FERMENTACIÓN

Una vez martajada la piña, se obtiene lo que los productores le llaman bagazo el cual representa cerca de un 40% del peso total de la piña. Una vez que se ha extraído el jugo se procede a preparar el mosto esto se hace ajustando el grado de sólidos disueltos en el medio para obtener una concentración de azúcares que

puede ir de 4 a 10% (p/v) (Escalante, 2012). El mosto se coloca en tinajas que contienen agua, y se dejan reposar a temperatura ambiente, no debe estar expuesto al viento, en algunos casos el mosto obtenido es colocado en pieles de res, tambos de metal de 200 litros ó tinajas de madera (encino, sabino o ahuehuete), de diferentes capacidades para su fermentación.

El tiempo requerido para la fermentación varía desde 3 hasta 30 días dependiendo del clima, del curtido de la tina, la maduración y el cocimiento del maguey. Los aspectos a cuidar en la fermentación para la obtención de un mezcal de calidad son: la temperatura, la calidad del agua, la tina y vigilancia constante. El agua a utilizar debe ser dulce, es decir, con baja concentración de sales. Respecto a la tina es preferible utilizar un recipiente que facilite la extracción del líquido fermentado, disponga de una tapa y que no escurra o derrame el contenido. La vigilancia constante de las tinajas es para evitar que algún material extraño caiga en ellas que pueda interrumpir la fermentación o incluso ponga en riesgo de pérdida total el trabajo. (GEA, 2002) En la fermentación los azúcares contenidos en las piñas se transforman en etanol por medio de la fermentación alcohólica, ruta metabólica propia de las levaduras (Ramales y Ortiz, 2006).

Un estudio de carbohidratos no estructurales del agave *Salmiana* realizado por Michel-Cuello et al. 2008, reveló que el jarabe resultante está compuesto de fructosa, glucosa, sacarosa y xilosa.



Figura 6. Fermentación del mosto en tinaja de metal

Esta es una de las etapas de mayor importancia ya que en este paso se produce el alcohol y otros componentes organolépticos que conforman el mezcal, entre esos compuestos se encuentran diferentes aldehídos derivados del etanol que proporcionan sabor y aroma, en esta etapa se puede alcanzar una riqueza alcohólica entre 6 y 7 % (Plan Rector Sistema Nacional Maguey Mezcal, 2006). Se sabe que el rendimiento y la producción de etanol durante esta etapa varia respecto a la microbiota nativa ya que las bebidas fermentadas que se producen de forma tradicional como el mezcal se obtienen mediante fermentaciones espontáneas, es decir, no se añaden inóculos comerciales sino que actúan los microorganismos naturales presentes en el sustrato. Durante este tipo de fermentaciones no se obtiene el producto de la acción de una única especie ya que en ellas se llevan a cabo procesos bioquímicos muy complejos en los que intervienen e interaccionan levaduras y bacterias. El principal argumento a favor indica que en estas fermentaciones se consiguen características organolépticas típicas de la zona que no estarían presentes si se utilizará un inóculo de cepas comerciales (Torija, 2002). En la tabla 1 se muestran los microorganismos detectados de los mostos para la producción de mezcal de distintos estados (Escalante, 2012).

Tabla 1. Microorganismos detectados en los mostos empleados para la producción de la bebida alcohólica mezcal en distintos estados de la Republica Mexicana

Estado	Microorganismos identificados	Referencia
Mezcal de Durango	<i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Clavispora lusitaniae</i> , <i>Schwanniomyces casteli</i> , <i>Saccharomyces unisporus</i> , <i>Saccharomyces</i>	Martell-Nevárez et al., 2009

	<i>cereviciae</i>	
Mezcal de Tamaulipas	<i>Kluyveromyces marxianus, Hortaea werneckii, Pichia mexicana, Rhodotorula glutinis, Torulaspora delbrueckii, Saccharomyces cereviciae, Pichia membranifaciens</i>	Jacques-Hernandez et al., 2009
Mezcal de Oaxaca	<i>Candida sp., Kloeckera, Rhodotorula Brettanomyces sp., Candida sp., Candida boidinii, Candida coliculosa, Candida intermedia, Candida parapsilosis, Citeromyces matriensis, Cryptococcus kuetzingii</i>	Andrade-Meneses y Ruiz-Terán, 2004
Mezcal de San Luis Potosí y Zacatecas	<i>Clavispora lusitaniae, Pichia fermentans, Kluyveromyces marxianus, Weissella cibaria Weissella paramesentroides, Lactobacillus plantarum, Lacobacillus farranginis.</i>	Escalante-Minakata et al., 2008

(Escalante, 2012)

5.4.5 DESTILACIÓN

En esta operación se efectúa la separación del alcohol del agua aprovechando para ello sus diferentes puntos de ebullición. El etanol, debido a estructura molecular, tiene un punto de ebullición más bajo que el agua (78.5° C a nivel del mar), por lo tanto, se separa de ésta al alcanzar esta temperatura.

El dispositivo utilizado para la destilación es el alambique. Este equipo está conformado por cuatro elementos fabricados en cobre debido a su alta conductividad térmica, de tal forma que facilita la transferencia de calor calentándose y enfriándose fácilmente alcanzando así la temperatura apropiada de separación. Las partes que conforman el alambique son:

1. **Olla:** Esta parte se encarga de contener la mezcla de sustancias a separar, se encuentra enterrada dentro de una estructura cúbica debajo de la cual se colocan leños que generan el calor requerido para la separación del alcohol.
2. **Montera:** Se encarga de captar los vapores generados tras el calentamiento de la mezcla y los conduce a la siguiente sección. Por su forma, también se le conoce como “campana”.
3. **Turbante:** Es un tubo alargado y se encarga de conducir los vapores hacia la sección de enfriamiento.
4. **Serpentín:** Es un tubo en forma de espiral que se encuentra inmerso en un tanque con agua. Tiene la finalidad de enfriar y, por lo tanto, de condensar los vapores provenientes de la olla.

Los pasos para llevar a cabo la destilación son los siguientes:

1. **Llenado de la olla:** Con una capacidad de aproximadamente 250 litros. La olla del alambique debe ser llenada con tepache (nombre que se le da al líquido contenido en la tina de fermentación) y bagazo en proporción de 2 a 1, esto es, dos partes de tepache (160 litros, aproximadamente) por parte de bagazo (80 kilogramos, aproximadamente). Es importante mencionar

que, además de su aporte alcohólico, el bagazo impide que el vapor salga de manera violenta, arrastrando consigo tepache sin destilar.

2. **Armado del alambique:** Se colocan la montera y el turbante conectados entre sí y con las partes restantes, se sellan perfectamente todos los sitios de conexión con una especie de pasta llamada masilla, la cual proviene de los residuos del maguey después de la destilación. La finalidad del sellado es la de evitar el escape de vapor el cual, además de causar pérdidas de alcohol, generan un descenso en la presión, provocando que el mezcal que se obtiene salga con menos fuerza, retrasando la operación.
3. **Calentamiento y regulación del calor:** Se encienden los leños para generar el calor y se espera por espacio de media hora a que salga un chorro delgado de alcohol el cual se recolecta en garrafones.

Aquí es muy importante el control de la temperatura, debido a que una temperatura muy alta o muy baja tiene repercusiones negativas en la obtención del mezcal:

- Una temperatura muy alta puede causar el arrastre de tepache a los garrafones, además de que calienta demasiado el agua de enfriamiento perdiendo su eficiencia de condensación.
- Una temperatura muy baja provoca que el líquido salga en forma cortada o que simplemente no salga.

Este control se lleva a cabo mediante la adición o eliminación de leños, o bien agregando agua a los leños encendidos para descender la temperatura. El resultado de estas acciones se ve reflejado en el tamaño de chorro, debiendo ser delgado y no salir de manera cortada.

Generalmente se obtienen tres garrafones por olla, reduciéndose su contenido alcohólico por garrafón. Al alcohol o mezcal del primer garrafón se le conoce con el nombre de punta y tiene una graduación alcohólica de 60° G. L. (60% v/v). Al mezcal contenido en los dos garrafones siguientes se les conoce con el nombre de xixe y tienen una graduación alcohólica de 30° G. L. (Gay Lusacc)

aproximadamente. Estos últimos garrafones se destinan a otra operación llamada re destilación. (Ramales O.M, Ortiz E.G. 2010)



Figura 7. Alambique rústico Michoacano

Para elaborar un producto de mejor calidad, se re destila el producto con el fin de subir la graduación alcohólica, y se mezcla con agua para llegar a una graduación de 40°, como es embotellado regularmente por todos los comercializadores. Tradicionalmente el mezcal se consume en graduaciones de más de 45 °, nunca menos, según el gusto histórico de cada región y población, que es el que ha establecido los intervalos de graduación en los que es aceptable consumir su mezcal. Pérez (2007)

Esta operación es el punto en el que se definen los compuestos que acompañan al etanol y su cantidad. Si la destilación se restringe a un intervalo limitado de temperatura de ebullición, los aromas se ven disminuidos; si la destilación se amplía a dicho intervalo, aumentan los compuestos organolépticos.

5.4.6 AÑEJAMIENTO

Por otro lado la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-070-SCFI-1994. BEBIDAS ALCOHÓLICAS.MEZCAL. ESPECIFICACIONES permite un añejamiento que difiere para los mezcales, dependiendo si es el mezcal joven, reposado ó añejo. Para éste último el mezcal es susceptible de ser abocado, sujeto a un proceso de maduración de por lo menos un año, en recipientes de madera de roble blanco o encino, cada una con capacidad máxima de 200 litros. En mezclas de diferentes mezcales añejos, la edad para el mezcal resultante es el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes. Durante este tiempo, el mezcal adquiere un color dorado y su sabor se va marcando por el tipo de material de las barricas, entre más tiempo se deja añejar, más oscuro es el color que adquiere y más la diferencia de su sabor. En algunos casos en la industria del mezcal se le llama agregación de valor al embotado, reposado (dejar descansar el mezcal 4 meses), añejado (dejar descansar por lo menos un año) y abocado (añadir algún saborizante como hierbas, frutas, durante el reposo) son formas de añadir valor al producto. Cabe mencionar que éste paso del proceso no se realiza en la elaboración de un mezcal tradicional.



Figura 8. Barricas de madera para añejamiento del mezcal

5.4.7 PROCESO DE ELABORACIÓN Y “GUSTO HISTÓRICO” DE LOS MEZCALES TRADICIONALES DE ZAPOTITLÁN DE VADILLO, SUR DE JALISCO, Y DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DEL DISTRITO DE EJUTLA, VALLES CENTRALES DE OAXACA

A) El *Gusto Histórico* de los Mezcales Tradicionales de Zapotitlán de Vadillo, sur de Jalisco

Zapotitlán de Vadillo está situado en el centro sur del estado de Jalisco; sus coordenadas extremas son de los 19°25'00" a los 19°37'50" de latitud norte y de los 103°36'50" a los 103°53'55" de longitud oeste, con una altitud de 1,500 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con San Gabriel y Tolimán; al sur con el estado de Colima; al oriente con Tonila y Zapotlán el Grande y al poniente con Tolimán. Su extensión territorial es de 480.74 km².

Para la elaboración del mezcal, en este municipio se utilizan al menos 14 variedades de maguey Criollo o mezcal Criollo, como llaman los habitantes de Zapotitlán al maguey mezcalero endémico que puede ser silvestre o cultivado. Los mezcales utilizados reciben los siguientes nombres: 1) Ixtero Amarillo, 2) Ixtero Verde, 3) Azul Telcruz., 4) Negro Telcruz, 5) Brocha, 6) Cenizo, 7) Lineño, 8) Perenpitz, 10) de la Presa, 11) Verde, 12) Cuaquesoca, 13) Cimarrón Verde y 14) Cimarrón Amarillo

El proceso de producción del Mezcal en Zapotitlán es el siguiente:

- a) Se corta sólo mezcal maduro capón;
- b) Se cuece en horno de tierra;
- c) El mezcal se muele o tritura, ya sea con mazos de madera o desgarradora mecánica;
- d) El mezcal molido y sus jugos se ponen a fermentar (de manera natural) en pozos de piedra estucados, en rotoplast de grado alimenticio o en tinas de roble;
- e) Fermentado este mosto, se destila mediante dos destilaciones en un alambique de cobre con tronco ahuecado de higuera, parota o primavera; la función de éste es transportar el vapor hacia el cazo condensador de cobre que sella el tronco en

la parte superior, cazo que recibe todo el tiempo agua fría, lo que permite que el vapor, al subir y entrar en contacto con el cazo frío, condense el vapor y empiece así la obtención del mezcal destilado;

f) El resultado de esta primera destilación recibe el nombre de hornos, al que se le aplica una segunda destilación o resaca, obteniéndose dos fracciones: 1) puntas o narices de alto contenido alcohólico y 2) colas, de bajo contenido alcohólico. La mezcla de ambas fracciones -*narices* y *colas*, dará como resultado el mezcal con una graduación entre los 47 y los 55°.

g) La calidad del mezcal resultante será evaluada mediante el cuerneo del mezcal de la siguiente forma: se usan dos cuernos de toro perfectamente esterilizados; se llena uno de los cuernos con mezcal; se vierte el mezcal de uno a otro a una altura de 30 cm para provocar el perlado; se analiza el perlado; se huelen los aromas del mezcal y enseguida se lleva a la boca para saborearlo, concluyendo así la evaluación.

B) El Gusto Histórico del Mezcal Tradicional de Ejutla, Oaxaca

El Distrito de Ejutla, Oaxaca, o simplemente Ejutla, se localiza al sur de los Valles Centrales y está formado por 13 municipios en los que se elabora Mezcal. Cuenta con una superficie de 1,145.69 kilómetros cuadrados y aproximadamente 50,000 habitantes. La cabecera Distrital es la población llamada Ejutla de Crespo, localizada a 60 km. de la ciudad de Oaxaca. En este Distrito, existen varias fábricas de Mezcal (llamadas *palenques*), donde llegan a trabajar hasta 5 Maestros Mezcalilleros diferentes con sus ayudantes.

Para elaborar los Mezcales que allí se destilan, se utilizan diferentes Magueyes (por lo menos 19) cuyo tiempo de maduración es de 8 a 25 años, del empleo de alambiques de cobre (fabricados localmente) y, esencialmente, de la maestría de quienes los elaboran, conocidos como Maestros Mezcalilleros o Palenqueros. Estos Mezcales se caracterizan: 1) por ser muy ricos en aromas y en sabores pronunciados y duraderos, destacando siempre el intenso y delicado aroma y sabor a maguey; 2) por su riqueza alcohólica que, según la costumbre ejuteca, debe ser de 47° a 70° G.L.; 3) por su hermosa perla que, al venenciar el mezcal,

forma el cordón cerrado; 4) por su extraordinario cuerpo y ligereza en la boca; 5) por elaborarse estrictamente de forma natural, como la tradición mezcalera lo dicta.

El proceso de producción del mezcal en Ejutla es el siguiente: a) se corta el maguey maduro; b) se cuece en horno de tierra; c) el maguey se muele o tritura, ya sea con mazos de madera empleando fuerza humana, o con molino tirado por una yunta de bueyes; d) el maguey molido y sus jugos se pone a fermentar (de manera natural) en tinas de madera de *encino*, de *sabino* o *ahuehuete*; e) fermentado este mosto o tepache, se destila en alambique de cobre, que puede ser de montera hueca (que exige hacer doble destilación) o de platillos (que permite hacer una destilación); f) obtenido el mezcal, de doble o de una destilación según el *alambique*, se ajusta el grado alcohólico que, de acuerdo al gusto histórico de Ejutla, no puede ser menor a 47 grados, ajuste que, de acuerdo al número de destilaciones, se hace con colas si se destiló 2 veces o con agua de manantial si se destiló sólo una vez.

Cuando se realiza la destilación en alambique con platillos, se obtienen 3 partes: cardenillo, Puntas y colas. Son las Puntas, entre los 55 y los 80 grados, las que se componen ajustando su grado alcohólico con agua de manantial. En los palenques se acostumbra consumir el mezcal de puntas, siendo ésta una experiencia extraordinaria, pues se recibe con toda intensidad la fuerza, sabor y aroma del maguey y, como consecuencia, éstos se fijan para siempre en la mente y organismo de quien lo hace. Cabe añadir que cuando un mezcal de puntas es venenciado, sus perla es muy grande pero de cortísima duración o, para decirlo de otra manera, mientras el grado o riqueza alcohólica del Mezcal es mayor, la perla es más grande y menos duradera. (Descripción de maestros mezcalilleros de las dos zonas)

5.5 COMPUESTOS AROMÁTICOS DEL MEZCAL

El aroma es un conjunto de sensaciones provocadas por las moléculas volátiles de los alimentos que llega a la mucosa olfativa por vía retronasal, la cual juega un papel importante en la elección de los alimentos. Los aromas y sabores de los

diferentes mezcales están determinados por compuestos volátiles y otros, cuya naturaleza química y concentración se forman durante las distintas etapas de la fabricación como es el cocimiento, la fermentación, destilación y añejamiento. Cabe mencionar que el umbral de percepción de las sustancias que condicionan el aroma puede variar desde $\mu\text{g/L}$ a mg/L , pero no necesariamente por encontrarse en mayor concentración su incidencia será mayor (Riu, 2005) En este sentido, el impacto sensorial está relacionado con la presencia de compuestos volátiles. El aroma puede provenir de la planta llamado aroma primario que incluye dos subcategorías: el varietal (compuestos volátiles libres presentes en la planta que dependen de la variedad utilizada y sus características) y el pre fermentativo (aromas que se liberan de su combinación con otras sustancias llamadas precursores debido a la actividad enzimática provocada por el proceso de elaboración). El aroma secundario proviene de los microorganismos que se desarrollan durante la fermentación; está ligado a la presencia de ciertos tipos de enzimas y es el aroma mayoritario. El aroma terciario o post fermentativo es el que se forma durante el añejamiento. Este último se desarrolla mediante reacciones químicas y/o bioquímicas a partir de aromas de etapas anteriores (Riu, 2005). De ahí que los compuestos volátiles presentes en los mezcales provienen de la planta y se van acumulando a lo largo del proceso.

Entre los estudios instrumentales- sensoriales previos que se han realizado en algunas bebidas alcohólicas se encuentra el tequila Benn y Peppard (1996) en donde se reportaron más de 174 componentes en el tequila y más de 60 olores de los cuales solo 30 se correlacionaron con alguno de los 174 componentes. Solo 5 componentes químicos determinaron el sabor y olor característico de la bebida estos fueron el isovaleraldehído, alcohol isoamilico, β -damascenona, 2-feniletanol y vainillina, los sabores con los que se correlacionan son respectivamente, chocolate, frutal, madera, floral y dulce. En el caso del mezcal en un estudio reportado por Molina et. al. (2007) se analizaron los compuestos volátiles de 10 mezcales comerciales mediante extracción líquido-líquido con diclorometano y concentrando el extracto orgánico por evaporación. El análisis de los extractos se realizó por cromatografía de gases y espectrofotometría de masas. Se

identificaron 85 componentes que se clasificaron por su naturaleza química en acetales, ácidos orgánicos, alcoholes y ésteres.

TABLA 2. Compuestos volátiles de mezcales comerciales

GRUPO	COMPUESTO	NOTA AROMÁTICA
Acetales	Dietil acetal	Frutal
	1,3dietoxi propan-1-ol	Manzana
Ácidos	Ácido acético	Vinagre
	Ácido propanoico	Frutal ácido
	Ácido 2-metil-propanoico	Frutal, sudor, grasa
	Ácido butanoico	Grasa, rancio, dulce
	Ácido 2-metil-butanoico	Sudor
	Ácido hexanoico	Levadura, sidra
	Ácido octanoico	Ácido graso, queso
Alcoholes	Ácido decanoico	Grasa, seco, madera
	2-metil-1-propanol	Dulce, químico,
	1-butanol	chocolate
	3-metil-but-2-en-1-ol	Dulce, fusel
	3-metil-1-butanol	Herbal
	1-hexanol	Alcohol, dulce, frutal,
	Oct-1-en-3-ol	vino
2-fenil-etan-1-ol	Pasto verde, tostado	
Ésteres		Seta, tierra
		Floral, seta, rosas, dulce
	Butanoato de etilo	Frutal, plátano, piña,
	Octanato de etilo	fresa
	Decanoato de etilo	Fruta madura, dulce,
Fenoles	Acetato de 3-metil butilo	pera
	Acetato de 2-fenil-etilo	Dulce, canela, madera
		Frutal, plátano
		Floral, tepache, frutal,
		rosa
Terpenos	Cresol	Dulce, clavo, especias,
	Isocresol	medicina, bálsamo,
	Eugenol	humo
	Mequinol (p-guaiacol)	
	Citronelol	Dulce, Floral, frutal,
	Linalool	dulce, especias.
	Limoneno	

Molina (2007).

Comúnmente en los pueblos productores de mezcal es muy importante catar adecuadamente esta bebida ya que esto permite una percepción más completa de

su riqueza sensorial. A continuación se indica la forma tradicional en que debe llevarse a cabo una cata de mezcal.

- Primeramente se debe frotar una o dos gotas de mezcal entre las manos hasta que se seque, debe permanecer el olor característico a maguey cocido, jamás a caña, alcohol o azúcar
- Servir el mezcal preferentemente en copas de vidrio tipo flauta y olerlo, el primer aroma es el percibido después de frotar las gotas de mezcal entre las manos, pero después podrán descubrirse diferentes aromas del mezcal.
- Finalmente, tomar un pequeño sorbo de mezcal (5 mililitros aproximadamente) y enjuagar suavemente la boca durante 10 segundos; deteniendo el proceso de enjuague pero sin tragar el mezcal, se debe permitir que salgan los vapores por la nariz durante 10 segundos. Después de hacer esto, puede tragarse poniendo atención a los sabores y aromas. Ahora debe pasear por la boca otro pequeño trago durante 10 segundos para después tragarlo. Los sabores que regresen del estómago en este segundo trago son los más finos y exquisitos del mezcal (Sistema Producto Destilados de Agave y sus Derivados, AC. Plan Rector 2012)

Es por eso que en la caracterización de mezcales tradicionales, no sólo es importante determinar químicamente cuáles son las moléculas constitutivas de su aroma característico, sino también realizar un cuidadoso estudio sensorial que permita conocer cuáles son las relaciones existentes entre las sensaciones percibidas y la composición aromática que se obtiene químicamente.

5.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

Existen dos conceptos que se pueden confundir, ciencia sensorial y evaluación sensorial, que aunque son incluyentes no son lo mismo, basados en datos cuantitativos y cualitativos han guiado el establecimiento de la evaluación sensorial como una disciplina científica. La diferencia entre ambas es que la

ciencia sensorial fundamenta fisiológica y psicológicamente a la evaluación sensorial. La ciencia sensorial incluye el entendimiento de sabor, olor, cinética y varias técnicas de escalas y análisis estadísticos, mientras que la evaluación sensorial aplica los conocimientos y desarrollo de métodos específicos de evaluación discriminativa, descriptiva y afectiva de productos en la solución de un problema. Según Torricella et al. (2007) conceptualizan a la evaluación sensorial como una disciplina de la química analítica de los alimentos que se ocupa de los métodos y procedimientos de medición en los cuales los sentidos humanos constituyen el instrumento.

El hombre es el instrumento de medición fundamental en la evaluación sensorial llamado comúnmente analizador que se define como un mecanismo nervioso complejo que empieza en un aparato receptor externo y termina en el cerebro. Los analizadores reciben los estímulos del mundo exterior y los transforman en sensaciones, las cuales se interpretan e integran con otras sensaciones y con la experiencia anterior transformándose en percepciones. Los estímulos son los atributos sensoriales o características organolépticas del alimento que se evalúa.

Las características sensoriales que presentan los productos alimenticios juegan un papel importante durante la elección de los mismos por el consumidor. El análisis sensorial se ha perfeccionado a través del tiempo por lo que ya se utiliza como unidad instrumental (al igual que un instrumento físico puede analizar y medir atributos), con la única diferencia de que el hombre es mucho más sensitivo que un instrumento físico y que puede analizar todos los atributos a la vez, además que los costos son menores. La evaluación sensorial por medio de jueces o panelistas debidamente entrenados ha tenido un gran campo de aplicación en la ciencia de los alimentos y en áreas afines, lo cual revela su amplio potencial de aplicación en:

- Desarrollo de nuevos productos; formulación de nuevos productos o bien modificando los existentes.
- Determinar diferencias sensoriales entre un producto y su sustituto, estudios de mercado, control de calidad, elaborar normas, determinación de

vida de anaquel, en correlacionar datos sensoriales con aquellos obtenidos por medios físicos, químicos e instrumentales.

- En reducir costos de producción al sustituir un ingrediente por otro sin alterar sus características sensoriales deseables.
- Diagnosticar patologías, enfermedades y defectos, caracterizar ambientadores, perfumes y productos de higiene personal.

La importancia de la evaluación sensorial no sólo se enfoca en la industria de los alimentos, sino también radica en la aplicación de conocimientos de la química orgánica, físico-química, bioquímica, fisiología de los sentidos, nutrición humana y estadística aplicada para confirmar resultados. Lamond establece 4 pilares fundamentales sobre los que se debe sustentar la evaluación sensorial: a) fisiología de los sentidos, b) psicología de la percepción, c) diseño de experimentos y d) correcta utilización de las herramientas estadísticas en el tratamiento de los datos (Bárceñas, 2000).

Las pruebas que se llevan a cabo en la evaluación sensorial se dividen en dos grandes grupos: pruebas de tipo analítico y pruebas afectivas. De forma general en la tabla 3 se muestran algunos tipos de pruebas que integran a los dos grupos antes mencionados.

Tabla 3. Tipos de pruebas que conforman las pruebas analíticas y afectivas

Pruebas Sensoriales		
Pruebas Analíticas		Pruebas Afectivas
Pruebas Discriminativas	Pruebas Descriptivas	• Aceptación
<ul style="list-style-type: none"> • Comparación pareada • Duo-Trio • Triangular 	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de Sabor • Perfil de Textura • QDA • Método Spectrum 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferencia • Nivel de agrado

5.6.1 PRUEBAS DISCRIMINATIVAS

El objetivo de la prueba discriminativa es determinar si las muestras son detectablemente diferentes unas de otras. Esta prueba se emplea usualmente en ambiente de laboratorio, en el que usan grupos de 12 a 20 personas calificadas. Las pruebas discriminativas deben ser usadas cuando el analista sensorial desea determinar si dos muestras se perciben diferentemente.

5.6.2 PRUEBAS DESCRIPTIVAS

Se considera que este tipo de pruebas constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas de la evaluación sensorial. En general el objetivo primordial de dicha evaluación es encontrar un número mínimo de descriptores que contengan un máximo de información sobre las características sensoriales del producto. Este análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos de las muestras por grupos de catadores. Una de las pruebas más utilizadas dentro de la descripción organoléptica de los alimentos son los denominados perfiles sensoriales. Las principales aplicaciones del perfil sensorial son:

- Definir un estándar de fabricación ya que se establecen lo que se denominan las especificaciones o características que debe reunir un producto.
- Para mejorar productos, pues establecidos sus atributos estos se pueden relacionar con las percepciones de los consumidores.
- Para comparar un producto con otros del mismo tipo. La descripción sensorial de un alimento es necesariamente verbal, por lo que el lenguaje que se utilice va a influir decisivamente en la exactitud y utilidad de la información obtenida.

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

- Formación de un panel de jueces.
- Elaboración de una lista de términos descriptivos.

- Reducción de la lista de términos
- Elección de estándares
- Entrenamiento
- Elaboración y utilización del perfil sensorial y seguimiento del panel.

Entre los métodos para el análisis descriptivo se encuentra el denominado Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), éste método identifica y cuantifica las características sensoriales de un producto. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describe a uno o varios productos. En esta prueba el grupo de jueces genera y acuerda en sesión abierta una serie de términos que definen al producto en estudio, y en sesión privada califica (asigna un valor) a cada parámetro. (Pedrero, 1996)

Son muchos los pasos importantes en el establecimiento del análisis descriptivo en el cual se incluye la selección de los términos importantes y la obtención de la definición de los mismos. Para describir las características sensoriales de los alimentos el vocabulario debe ser apropiado para el producto, así como seleccionar los descriptores usados. Los descriptores deben permitir la diferenciación entre las sensaciones percibidas. El primer paso involucra el desarrollo de un vocabulario, desarrollando una lista de términos descriptivos del producto. Esto puede llevarse a cabo en discusiones grupales o buscando los términos en la literatura. El lenguaje usado no es técnico, es un lenguaje común, los estándares son usados para ejemplificar la sensación que produce un atributo o cuando se tienen problemas con alguno de los términos generados. Para calificar cada parámetro los jueces utilizan una escala de intensidad no estructurada para cada descriptor. El QDA asume que los jueces usan las diferentes partes de la escala. El segundo paso involucra la selección de los términos más importantes en el vocabulario desarrollado. La base para seleccionar los términos es que estos describan las características sensoriales de cada alimento y permitan diferenciarlos entre otros productos. El diseño del

análisis descriptivo se basa en las mediciones repetitivas y se realiza un análisis estadístico generado por un análisis de varianza.

El análisis estadístico es parte indispensable de la evaluación sensorial, sirve para obtener resultados y conclusiones razonables del trabajo experimental realizado.

El análisis de varianza es el tratamiento estadístico más empleado en el análisis descriptivo y en otras pruebas sensoriales cuando son comparados más de dos productos. Esta es una herramienta muy sensitiva que permite ver si hay variables en el tratamiento o cambios como los producidos en las propiedades sensoriales de los productos (Lawless1998).

5.7 COLOR EN BEBIDAS

En la optimización de la calidad de los alimentos una característica muy importante a considerar es su aspecto o apariencia y el atributo más sobresaliente de la misma es el color. El color de un objeto en términos físicos, se ha definido como un parámetro tridimensional y como en términos fisiológicas se debe al efecto de un estímulo de radiaciones lumínicas sobre la retina que el nervio óptico transmite al cerebro donde se integran. Generalmente el estímulo consiste en una luz reflejada o transmitida por el objeto a partir de una iluminación incidental.

El CIE (Comisión Internacional de Iluminación) en 1931 definió el espacio físico de colores tridimensional, basado en admitir que todo estímulo coloreado es la mezcla aditivo de tres estímulos fundamentales rojo, verde y azul con longitudes de onda de 700, 546 y 436 nm respectivamente, cuantificados por valores triestímulos x, y, z, que mediante su suma permitía reconstruir el color correspondiente a una cantidad energética unitaria (González 1990).

Los parámetros que se utilizan habitualmente para la determinación de color en los vinos se basan en términos de espectroscopia ultravioleta visible. Los más utilizados hasta la fecha son la intensidad, colorante y tonalidad. No obstante, el método internacionalmente aceptado para la medición de color de cualquier sustrato es el método CIELAB.

El método CIELAB es un espacio tridimensionalmente definido por las coordenadas L^* , a^* y b^* . Este sistema de expresión se basa en la teoría de percepción de colores opuestos que establece que un color no puede ser verde y rojo al mismo tiempo ni azul y amarillo a la vez, de esta manera a^* refleja el valor rojo/verde, b^* el valor amarillo/azul y L^* indica luminosidad, completamente opaco (valor 0) hasta completamente transparente (valor 100). Todos los colores quedan representados dentro de un sólido cuyo eje central tiene un valor entre 0 y 100% (0 para negro y 100 para blanco ideal) que corresponde a la luminosidad. Las coordenadas a^* y b^* forman un plano horizontal, indicando el eje $-a^*$ un cambio hacia verde, el eje $+a^*$ un cambio hacia rojo, el $-b^*$ un cambio al azul y el $+b^*$ un cambio hacia el amarillo. A partir de estas coordenadas se deducen las restantes magnitudes psicofísicas, H^* tono ó matiz que expresa las variaciones cualitativas del color y puede variar entre 0 y 360, C^* croma que corresponde a la pureza del color y varía entre 0 y 1000 aunque normalmente no supera el 150 (Izquierdo 2001). Corresponde a la variación que tiene un color cuando al permanecer invariable el tono se va aclarando paulatinamente.

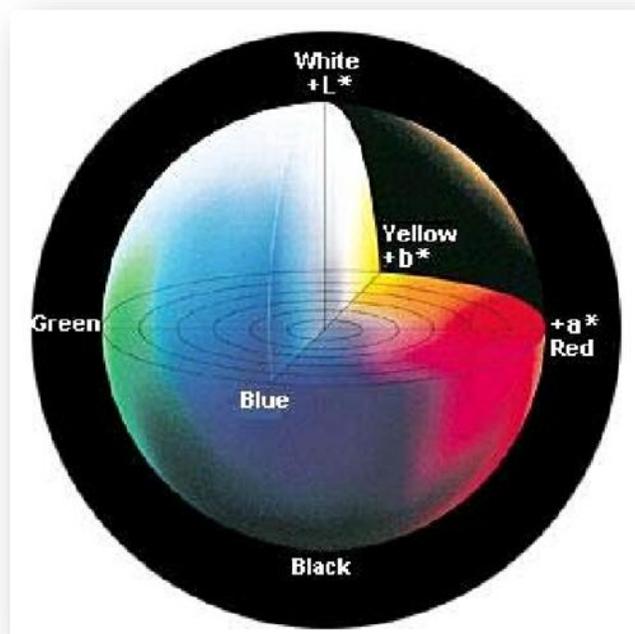


Figura 9. Diagrama de espacios de color (L^* , a^* , b^*)

Los instrumentos de medición del color buscan la manera similar en el cual los ojos humanos ven el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación y proporcionan una medida cuantitativa.

Actualmente se conocen dos grandes grupos de aparatos para la medida del color de los alimentos: los espectrofotómetros de transmisión y de reflexión y los fotocolorímetros triestímulos. El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría permitiendo la cuantificación de diferencias en la coloración no perceptibles por el ojo humano, lo cual tiene una amplia aplicación en la cuantificación de variaciones de color en alimentos. Los colorímetros usan sensores que simulan el modo en que el ojo humano percibe el color pero a diferencia de este pueden asignar parámetros de medición constantes a cada color, independientemente de las condiciones ambientales.

5.8 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis de componentes principales conocido como PCA, por sus siglas en inglés, es una técnica utilizada para reducir las dimensiones de un conjunto de datos, la técnica sirve para hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia. (Shlens, 2009).

En el PCA existe la opción de usar la matriz de correlaciones o bien, la matriz de covarianzas. En la primera opción se le está dando la misma importancia a todas y a cada una de las variables; esto es conveniente cuando el investigador supone que todas las variables son igualmente relevantes. La segunda opción se puede utilizar cuando todas las variables tengan las mismas unidades de medida y además, cuando el investigador juzga conveniente destacar una de las variables en función de su grado de variabilidad. En esta investigación se utilizó la matriz de covarianzas para realizar el análisis que sólo involucra atributos sensoriales, ya que se manejan escalas iguales.

El PCA busca la proyección según la cual los datos queden mejor representados en términos de mínimos cuadrados, se emplea sobre todo en análisis exploratorio de datos y para construir modelos predictivos, compara el cálculo de la

descomposición en auto valores de la matriz de covarianza, normalmente tras centrar los datos en la media de cada atributo. (Shlens, 2009).

El PCA construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos en el cual la varianza de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada en el primer eje (llamado el primer componente principal), la segunda varianza más grande es el segundo eje, y así sucesivamente. (Shlens, 2009).

6

HIPÓTESIS

- Se espera encontrar una amplia gama de atributos sensoriales que permitan conocer la complejidad del mezcal, esperando que cada una de las muestras analizadas tenga características muy diferentes y únicas entre sí, tanto en apariencia, olor, flavour, y otras sensaciones.

7

**MATERIALES Y
MÉTODOS**

METODOLOGÍA

La metodología seguida en el desarrollo de éste proyecto se muestra en la figura 10.

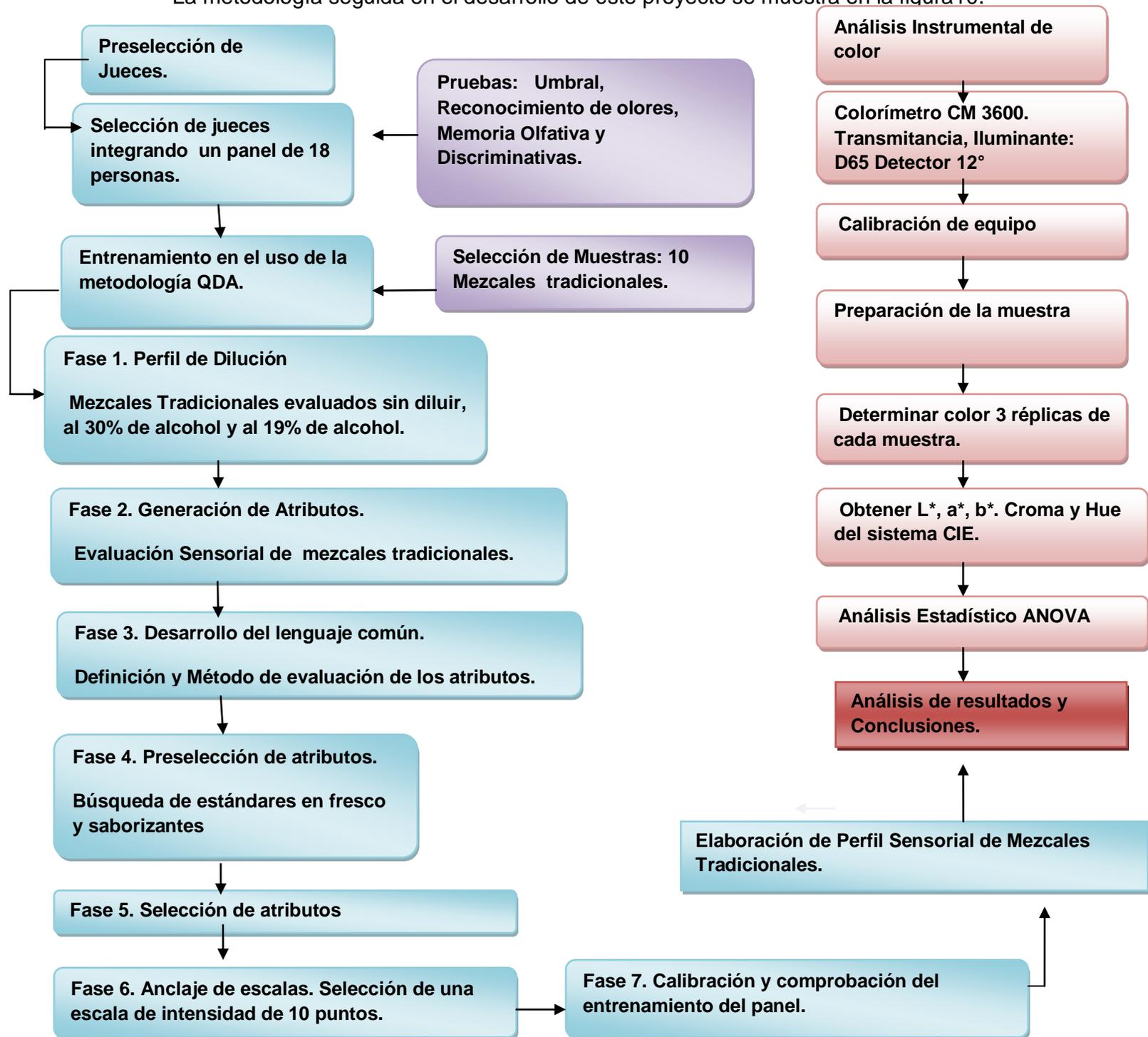


Figura 10. Metodología que se siguió para la elaboración del Perfil Sensorial de Mezcales

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La metodología del análisis sensorial fue la primera de las etapas que se realizó, ya que fue la más extensa dentro de este proyecto. Durante el desarrollo de esta metodología se realizaron una serie de pasos para conocer las características sensoriales de mezcales tradicionales, y a partir de este conocimiento se definieron y evaluaron los atributos encontrados en esta bebida, generando así el perfil sensorial de las muestras de mezcal tradicional. En general el desarrollo de esta metodología consta de 7 fases (ver figura10). A continuación se describirá el procedimiento y muestras utilizadas en cada paso.

7.1 PRESELECCIÓN DE JUECES

En esta etapa se realizó una convocatoria a los alumnos de la Facultad de Química así como a los miembros de la Logia de Mezcólatras interesados en formar parte de un panel de jueces entrenados para la evaluación de mezcales tradicionales, a los cuales se les aplicaron pruebas de olores: Pruebas de reconocimiento, pruebas discriminativas, prueba de umbral, y prueba de memoria, también se les aplicó una prueba de gustos básicos (dulce, salado, ácido y amargo).

En las pruebas de olores, los aromas se presentan en tubos de 13 x100 marca PYREX forrados con papel aluminio, dentro del cual se coloca una tira de papel filtro impregnado con el aroma, a esto se le conoce como batería de olores (García, 2007, Mendez, 2011).

La batería de olores consta de 4 secciones, cada una con una prueba distinta: pruebas de reconocimiento, pruebas discriminativas (en dos niveles), prueba de umbral y prueba de memoria. Para su aplicación se siguió el procedimiento descrito por García, 2007 y Mendez, 2011.

Prueba de gustos básicos.- Se siguió el procedimiento descrito por León, 2011 y Martínez, 2011. Las concentraciones utilizadas estuvieron en un intervalo de: 0.1-1% de sacarosa para el gusto dulce , para salado 0.1-1.0% de cloruro de sodio, para ácido 0.1-1.0% de ácido cítrico y para amargo 0.1-1.0% de cafeína.

7.2 SELECCIÓN DE JUECES.

Para la selección de jueces se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Interés real de los candidatos a ser jueces.
2. Objetividad
3. Estado de salud
4. Alergias
5. Propensión a enfermedades
6. Percepción sensorial normal (Sin problemas de anosmia o falta del sentido del sentido del gusto).

La disponibilidad de los sujetos (asistencias), puntualidad, también son importantes ya que al hacer estudios que requieren mucho tiempo, ser puntuales evita perder más tiempo. (Ávila, 2001).

7.3 SELECCIÓN DE MUESTRAS (24 MEZCALES TRADICIONALES)

En la tabla 4 se observan las muestras de mezcal seleccionadas de acuerdo al tipo de maguey empleado, la zona de producción y el tipo de destilador.

Tabla 4. Características de producción de las muestras de mezcal tradicional empleadas

Mezcal	Maestro mezcalillero	Población	Maguey empleado y edad	Tipo de destilador	No. de destilaciones	Fecha de destilación	% alcohol
1	José García	Yogana, Ejecutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años)	Cobre con platillos	1	Junio 2005	52.6%
2	José García	Yogana, Ejecutla, Oaxaca	Tobalá (10 años)	Cobre con platillos	1	Mayo 2011	53.3%
3	José García	Yogana, Ejecutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años) y Mexicano (10-13 años)	Cobre con platillos	1	Mayo 2010	55.4%
4	Satumino Juárez	Yegachín, Miahuatlán, Oaxaca	Espadín (8-11 años), Mdrecuishe (8 años) y Sierra Negra (20 años)	Cobre	2	2006	52.6%

5	Juan Barrietos	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	Jose Luis Medina	Zumpahuacán. Edo de México	Criollo (7-10 años)	Acero con tronco de Zompantle ahuecado	1	Febrero-Marzo 2008	45.2%
8	Gilberto Roldán	Nombre de dios Durango	Verde (8-10 años)	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 de Michoacán	Río de Parras Queréndaro, Michoacán	Maguey alto	Cobre-madera	2	-	52.4%
A1	Francisco Alonso	Yogana, Ejecutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años), Mexicano (10-13), San Martinero (13)	Cobre con platillos	1	Marzo 2011	58.6%
A2	Gregorio Hernández	La Compañía, Ejutla, Oaxaca	San Martinero (13 años)	Cobre con platillos	1	Septiembre 2008	54.4%
A3	José García	Yogana, Ejecutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años),	Cobre con platillos	1	Junio 2005	52.6%
A4	José García	Yogana, Ejecutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años), Mexicano (10-13)	Cobre con platillos	1	Mayo 2010	55.4%
A5	Gonzalo Hernández	La Compañía, Ejutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años), San Martinero (13 años) y Tobalá (10 años)	Cobre con platillos	1	Septiembre 2008	61.1%
A6	Faustino García	El Sauz, Ejutla, Oaxaca	Espadín (8-11 años) y Mexicano (10-13 años)	Cobre con platillos	1	Marzo 2011	62.3%
A7	Gonzalo Hernández	La Compañía, Ejutla, Oaxaca	Tobalá (10 años)	Cobre con platillos	1	Marzo 2011	49%
A8	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y Choncuéllar (10 años)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Marzo 2011	50.6%
A9	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y Azul Tel Cruz (9)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Enero 2012	49.8%

A10	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Limeño (6)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Octubre 2008	49.4%
A11	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y Limeño (6)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Abril 2011	53.4%
A12	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Azul Tel Cruz (9)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Enero 2012	50.2%
A13	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo (12 años) y Azul Tel Cruz (9)	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Julio 2011	47.7%
A14	Macario Partida	Zapotitlán Jalisco	Ixtero Amarillo	cobre con tronco higuera ahuecada	2	Agosto 2012	50.6%

Fase 1. Perfil de dilución

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

Materiales:

- a) Probeta de cristal de 250 ml
- b) 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.
- c) Alcoholímetro de % ALC. VOL. de 40 a 60%; la medición del destilado debe hacerse a 20° C. O bien, usar tablas de corrección.
- d) Alcoholímetro de % ALC. VOL. de 60 a 80%; la medición del destilado debe hacerse a 20° C. O bien, usar tablas de corrección.
- e) Tabla de corrección para lectura de Alcoholímetro de % ALC. VOL. (mediciones a 20° C de temperatura)

Para medir cada una de las muestras de los mezcales, se siguió el siguiente

Procedimiento:

1. Se colocó en la probeta 250 mL de mezcal.
2. Después de 3 minutos se esperó para que la temperatura del mezcal vertido en la probeta se estabilizara; se introdujo a ésta el Alcoholímetro de Gay-Lussac de 0 a 100° GL con termómetro incluido. Pasado un minuto, se tomó la lectura de temperatura del termómetro, registrando el dato. Hecho esto, se retirará de la probeta el Alcoholímetro de Gay-Lussac con termómetro.
3. De inmediato se introdujo en la probeta el Alcoholímetro de % ALC. VOL. de 40 a 60%, y se tomó la lectura que indicó este alcoholímetro, registrando el dato. En caso de que el mezcal a medir exceda el 60% ALC. VOL., deberá emplearse el Alcoholímetro de % ALC. VOL. de 60 a 80%.
4. Hechas y anotadas ambas lecturas, se utilizó la Tabla de corrección para lectura de Alcoholímetro de % ALC. VOL. y, entrecruzando las variables % ALC. VOL. y T°, se obtuvo el % ALC. VOL. del mezcal. (ANEXOS)

Debido a que el mezcal presenta un porcentaje de alcohol de 45.2-62.3 fué necesario trabajar con diluciones, buscando aquella que permitiera mantener las características del producto, por ello se evaluaron las muestras de mezcal a distintas concentraciones (sin diluir, al 30 y al 19% de alcohol).

Se prepararon las diluciones utilizando matraces aforados y agua potable purificada. Una vez preparadas, se guardaron en refrigeración debidamente etiquetadas en frascos de plástico con capacidad de 2 L, para ser utilizadas el mismo día.

Para cada evaluación se vertieron 10 mL de la muestra en copas codificadas, mismas que fueron cubiertas con una tapa de vidrio.

La evaluación se realizó en cabinas independientes de color blanco que cuentan con luz blanca y roja. Dentro de las cabinas se colocaron charolas con las muestras a evaluar, 1 vaso de plástico con 250 mL de agua purificada, una servilleta, 1 vaso de uniceL con capacidad de 1L y una computadora para contestar el cuestionario correspondiente a la sesión de evaluación. Para realizar el proceso

experimental fue indispensable hacer uso del programa estadístico FIZZ, mismo que facilitó la captura de los datos arrojados por los jueces en cada sesión.

7.4 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

Esta metodología comenzó con una selección de muestras en donde se evaluaron 14 mezcales tradicionales provenientes de dos estados de la República Mexicana (Oaxaca y Jalisco), procesados a partir de distintas variedades de agave.

Fase 2. Generación de atributos: Se realizaron 4 sesiones donde se evaluaron los 10 primeros mezcales de la Tabla 4. A cada juez se le proporcionaron 5 muestras de mezcal en cada sesión con las diluciones mencionadas de manera previa. En esta fase los jueces evaluaron las siguientes características sensoriales; apariencia, olor, flavour y otras sensaciones, describiendo todo lo percibido (dándoles el nombre de atributos).

Los atributos de apariencia se evaluaron de manera visual. Para la evaluación de los atributos de olor se realizaron aspiraciones cortas y continuas. Para flavour se utilizó una técnica llamada endulzado de boca que 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 respira profundamente. Para Otras sensaciones se bebe un sorbo de la muestra y enseguida se determinan las sensaciones percibidas durante y después de haber deglutido la muestra.



Figura 11 .Evaluación del mezcal en cabinas individuales

Fase 3. Desarrollo del lenguaje común: Se llevó a cabo una sesión grupal con los jueces, en donde se revisaron los atributos generados para apariencia, olor, flavor y otras sensaciones acordando la terminología a utilizar a lo largo de las evaluaciones, eliminando sinónimos o términos ambiguos.

Fase 4. Preselección de atributos: En esta fase se determinó la presencia o ausencia de los atributos en los 10 primeros mezcales de la Tabla 4, evaluando cada mezcal con dilución al 30% de alcohol, usando estándares de referencia (muestras físicas que representan adecuadamente cada atributo).



Figura 12. Charola de estándares frescos presentado a los jueces

Fase 5. Selección de atributos: Se compararon los resultados de los promedios obtenidos por presencia o ausencia del atributo quedando los atributos con promedios mayores a 2.

Fase 6. Anclaje de Escalas: Se realizó un cuestionario en el programa estadístico FIZZ, donde se utilizó una escala de intensidad de 10 puntos donde 0 equivale a ausencia y 9 equivale a extra fuerte, pidiéndole a cada juez que marcara sobre la escala la intensidad en la que percibió cada atributo en las muestras de mezcal. El valor numérico asignado a cada estándar utilizado en las evaluaciones dentro de la escala de intensidad se muestra en los anexos I al IV.

Tabla 5. Escala de intensidad utilizada en el entrenamiento

0	Ausencia
1	Muy ligero
2	Medianamente ligero
3	Ligero
4	Medianamente moderado
5	Moderado

6	Medianamente fuerte
7	Fuerte
8	Muy fuerte
9	Extra fuerte

Fase 7. Calibración y Comprobación del entrenamiento del panel: Se realizó haciendo un seguimiento a detalle de los coeficientes de variación obtenidos a lo largo de las evaluaciones. Un coeficiente menor o igual a 40% indica que el panel se encuentra entrenado y que los datos que generan son confiables para elaborar el perfil sensorial.

Elaboración de perfil sensorial de mezcales tradicionales: Se evaluaron las muestras de mezcal marcadas como A1 hasta A14 para determinar el perfil sensorial de mezcales tradicionales utilizando un cuestionario en el programa estadístico FIZZ, donde se utilizó una escala de intensidad de 10 puntos donde 0 equivale a ausencia y 9 intensidad extra fuerte, pidiéndole a cada juez que marcara sobre la escala la intensidad en la que percibió cada atributo en las muestras de mezcal.

7.5 ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR

El aparato utilizado para la determinación de color en los mezcales tradicionales fue el Colorímetro Minolta CM-3600D. Este colorímetro tiene la capacidad de determinar el color en sólidos y líquidos, variando la forma de calibración. Para determinar el color en muestras líquidas como es el caso de las muestras de mezcal, el colorímetro se calibra en transmitancia, para realizar estas mediciones se utiliza una celda de cuarzo que es introducida en una cavidad del mismo aparato. Ésta cavidad es totalmente negra por dentro, de superficie lisa y cuenta con un tensor, el cual sirve para sujetar firmemente la celda usada (Figura 14).



Figura 13. Colorímetro Minolta CM-3600D

Muestras Líquidas



Figura 14. Área del colorímetro donde se evalúan los líquidos

Las condiciones del equipo utilizadas se muestran en la Tabla 6. El colorímetro está conectado a una computadora, la cual cuenta con el programa On Color. Mediante este programa se pueden observar los resultados numérica y gráficamente generados por el colorímetro.

Tabla 6. Condiciones del colorímetro Minolta 3600 para determinar color en mezcal

Parámetro	Condición y/o Valor
Forma de calibración	Transmitancia
No. de disparos ó flashes	1
Estándar	Nulo/muestra seleccionada
Energía UV	Incluida
Componente especular SC.	Incluido
Lente ó área de visión	Grande
Iluminante	D65 (luz de día, natural 6504K)
Detector	12°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*

7.5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se determinó el color de 24 muestras de mezcales tradicionales. La evaluación instrumental de color se realizó en las muestras sin dilución. Se requirió un volumen de 30 mL totales de cada muestra de mezcal tradicional. El procedimiento en la evaluación instrumental de color fue la siguiente:

1. Limpiar y secar perfectamente la celda de cuarzo usada para determinar color en el colorímetro Minolta 3600.
2. Vaciar el mezcal sin diluir a la celda hasta la línea marcada en ella (10 mL).
3. Tomar por los costados la celda e introducirla en el área para evaluar líquidos, tal como se muestra en la figura 16.
4. Cerrar la abertura con que cuenta esta área y determinar el color haciendo uso del programa On Color.
5. Vaciar el contenido de la celda en un vaso de precipitado debidamente rotulado y enjuagar la celda con agua destilada.
6. Repetir los pasos anteriores para cada muestra de mezcal de manera que se obtengan 3 réplicas de cada uno de los mezcales.



Figura 15. Vista lateral de la celda en el colorímetro

7.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico realizado se llevó a cabo empleando dos programas de software: Statgraphics for Windows 5.1, Professional Edition y Fizz Software Solutions for Sensory analysis and Consumer tests (BIOSYSTEMS versión 2.30 c, país de origen Francia).

Para analizar los resultados generados en el perfil sensorial y análisis instrumental de color se usó el análisis de varianza (ANOVA) a una vía, donde se explica la diferencia o similitud entre muestras. Al mismo tiempo se realizó el análisis estadístico LMS (Least Median Square) entre las muestras, para determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las mismas.

Con el promedio de los resultados generados por los jueces se elaboraron gráficas radiales con diferencia significativa $\alpha = 0.05$ además de llevar a cabo un análisis de componentes principales (PCA) que tiene como objetivo hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlos por orden de importancia (Shlens, 2009), esto permitió conocer qué atributos definen a cada muestra y el peso de cada uno de ellos, además de mostrar gráficamente los atributos que se encuentran correlacionados.

8

RESULTADOS

Se siguió el diagrama de trabajo planteado en la Figura 10 a continuación se muestran los resultados por etapas.

8.1 SELECCIÓN DE JUECES.

Se realizó una convocatoria para seleccionar a los jueces, de la cual resultaron 36 personas interesadas en conformar el panel (Tabla 7) a las cuales se les aplicaron pruebas de olor (reconocimiento, discriminativas, umbral, memoria) y de gustos básicos. Los resultados de las pruebas que se realizaron para su selección se muestran en las Tablas 8 y 9.

Tabla 7. Lista de Candidatos para formar parte del panel entrenado

No.	CANDIDATOS
1	Alanís Gallardo R. P.
2	Alonso Guevara Y. M.
3	Anaya Mena M.
4	Barranco Rivera D. M.
5	Bautista Zamora D.
6	Castellanos Campillo A.
7	Díaz Díaz G. S.
8	Flores Martínez I.
9	García Torres J. A.
10	Hernández Castilla L. M.
11	Hernández Navarrete L. A.
12	Hernández Sánchez M. A.
13	Hernández Sierra D.
14	Hurtado Mendoza N. E.
15	Jiménez Guevara K.V.
16	Martha Yumiko
17	Membrillo Jacinto N.
18	Mendoza Melchor D.
19	Morales García L. A.
20	Nájera Solís H. A.
21	Nava Cerón L. B.
22	Olvera Barrón M. G.
23	Pérez Ricardez C.
24	Piedras Muñoz N.
25	Poblano Valderrama A. B.
26	Portilla Juárez V.
27	Ramírez Carreño M.
28	Rosas Hernández C. I.
29	Rivera Uribe P.
30	Rojas Domínguez I.
31	Ruiz Cervera O.
32	Serrano Díaz A. T.
33	Sotelo Rigel
34	Trejo Santiago G.
35	Vargas Jiménez J. C.
36	Vargas Núñez B. G.

8.1.1 PRUEBAS DE OLOR

En la Tabla 8 se muestran los resultados de los 36 candidatos en las pruebas de olor.

TABLA 8. Resultados de pruebas de olor (reconocimiento, discriminativas, umbral y memoria)

Candidatos	Reconocimiento %	Discriminativas		Umbral %	Memoria %
		Triada 1 %	Triada 2 %		
1	50	100.0	0.0	83.3	0.0
2	75	100.0	100.0	66.7	0.0
3	50	100.0	100.0	83.3	0.0
4	25	100.0	0.0	50.0	33.3
5	50	100.0	0.0	66.7	0.0
6	25	0.0	0.0	50.0	66.7
7	50	100.0	0.0	100.0	100.0
8	50	100.0	100	66.7	33.3
9	75	100.0	0.0	83.3	83.3
10	25	100.0	100.0	83.3	66.7
11	75	100.0	100.0	83.3	0.0
12	25	100.0	100.0	66.7	66.7
13	25	100.0	100.0	83.3	66.7
14	75	100.0	100.0	83.3	33.3
15	50	100.0	0.0	83.3	33.3
16	50	100.0	100.0	66.7	0.0
17	75	100.0	100.0	83.3	33.3
18	25	100.0	100.0	66.7	0.0
19	75	100.0	0.0	83.3	83.3
20	75	100.0	0.0	83.3	33.3
21	50	0.0	0.0	83.3	66.7
22	25	100.0	100.0	66.7	66.7
23	25	100.0	100.0	83.3	66.7
24	50	0.0	0.0	66.7	33.3
25	25	100.0	100.0	66.7	66.7
26	75	100.0	100.0	83.3	0.0
27	75	100.0	0.0	83.3	33.3
28	50	100.0	0.0	66.7	33.3
29	25	100.0	0.0	50.0	33.3
30	25	100.0	100.0	50.0	33.3
31	25	0.0	0.0	33.3	0.0

32	50	0.0	0.0	66.7	0.0
33	25	100.0	100.0	50.0	33.3
34	50	100.0	100.0	83.3	0.0
35	25	100.0	100.0	66.7	33.3
36	50	100.0	100.0	66.7	33.3

8.1.2 PRUEBAS DE GUSTOS BÁSICOS

En la Tabla 9 se muestran los resultados de gustos básicos. El umbral para cada gusto fue: 0.13g de sacarosa/mL para dulce, 0.12g de cloruro de sodio/mL para salado, 0.02g de ácido cítrico/mL para ácido y 0.06g de cafeína/mL para amargo.

TABLA 9. Resultados de detección de gustos básicos (Dulce, Salado, Ácido, Amargo)

CANDIDATOS	GUSTOS BÁSICOS %			
	Dulce	Salado	Ácido	Amargo
1	50.0	33.3	66.7	50.0
2	50.0	50.0	50.0	66.7
3	66.7	83.3	83.3	83.3
4	50.0	33.3	0.0	100.0
5	66.7	83.3	0.0	0.0
6	16.7	66.7	0.0	0.0
7	33.3	50.0	50.0	83.3
8	66.7	83.3	83.3	33.3
9	66.7	66.7	83.3	66.7
10	66.7	83.3	33.3	33.3
11	66.7	66.7	0.0	83.3
12	50.0	50.0	66.7	50.0
13	66.7	83.3	33.3	33.3
14	66.7	83.3	33.3	33.3
15	50.0	66.7	66.7	33.3
16	0.0	100.0	0.0	83.3
17	66.7	83.3	33.3	33.3
18	33.3	33.3	50.0	100.0
19	66.7	66.7	83.3	66.7
20	50.0	83.3	33.3	33.3
21	50.0	50.0	33.3	16.7
22	50.0	50.0	66.7	50.0
23	66.7	83.3	33.3	33.3
24	66.7	66.7	50.0	83.3

25	33.3	33.3	83.3	50.0
26	66.7	50.0	66.7	0.0
27	50.0	50.0	33.3	16.7
28	66.7	66.7	83.3	33.3
29	50.0	83.3	50.0	83.3
30	16.7	66.7	0.0	0.0
31	33.3	50.0	50.0	83.3
32	66.7	83.3	66.7	0.0
33	16.7	66.7	33.3	0.0
34	16.7	83.3	16.7	0.0
35	50.0	50.0	50.0	33.3
36	66.7	83.3	83.3	83.3

8.1.3 CANDIDATOS SELECCIONADOS

Con base en los resultados obtenidos se seleccionaron 18 personas (Tabla 10) que obtuvieron como mínimo un 60 % de aciertos tanto en las pruebas de olor como en las pruebas de gustos básicos.

TABLA 10. Aciertos de los candidatos (jueces)

Candidatos seleccionados (jueces)	Aciertos (%)
20	78.68
26	76.84
3	72.21
34	72.21
9	69.44
19	69.44
8	68.51
17	67.57
14	67.57
13	65.73
10	65.73
23	65.73
22	63.90
12	63.90
11	63.88
7	62.95
2	62.04
36	61.1

8.2 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

8.2.1 PERFIL DE DILUCIÓN Y GENERACIÓN DE ATRIBUTOS

Los atributos generados en la evaluación de los mezcales tradicionales a diferentes concentraciones de alcohol se muestran en las Tablas 11 a 14.

En la Tabla 11 se muestran los atributos de apariencia generados en los distintos perfiles de dilución.

Tabla 11. Atributos de Apariencia generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal

Sin Diluir		30%	19%
Viscosa	Paso de luz	Paso de luz	Paso de luz
Fluidez	Cristalino	Cristalino	Cristalino
Heterogéneo	Lagrimo	Lagrimo	Transparente
Brillante	Formación de película	Formación de película	Traslúcido
Incolora	Cuerpo	Cuerpo	Incolora
Tonos verdosos	Perlado	Perlado	Líquido
Tonos ámbar	Turbidez	Turbidez	Brillante
Deformabilidad	Transparente	Transparente	Incolora
Tono amarillo	Traslúcido	Traslúcido	Líquido
Amarillo tenue	Adherencia a las paredes	Color	Acuoso
Grasoso	Destellos dorados		
Acuoso	Espeso		

En la Tabla 12 se muestran los atributos generados para olor.

Tabla 12. Atributos de Olor generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal

Sin Diluir	30%		19%
Alcohol	Agave	Vainilla	Nota ácida
Madera	Ajo	Maguey crudo	Nota amarga
Agave	Almendra	Ajonjolí	Madera húmeda
Tierra mojada	Anís	Apio	Notas dulces
Dulce	Avellana	Barro	Notas ahumadas
Ácido	Azahar	Brócoli	Manzana
Especias	Humo	Cilantro	Madera
Astringente	Cereza	Elote	Notas frutales
Barro	Chile	Esparrago verde	Maguey cocido
Metal	Chocolate abuelita	Esparrago blanco	Picante
Acetona	Chocolate amargo	Hongos	Plantas mojadas
Picante	Crema	Iodex	Olor retronasal
Frutal	Clavo	Jengibre	Agave cocido

Plástico	Maguey cocido	Manzanilla	Tierra
Humo	Durazno	Madera	Herbal
	Fresa	Aceituna	Madera quemada
	Guanábana	Acido cítrico	Vinagre
	Guayaba	Amargo	Cítrico-frutal
	Lavanda	Chorizo	Cuero
	Leche	Dulce	Alcohol etílico
	Limón	Epazote	Canela
	Madera	Huitlacoche	Floral
	Manchego	Jitomate	Queso madurado
	Mango	Arándano	Naranja
	Mantequilla	Laurel	Tequila
	Maple	Pimienta negra	Pintura
	Manzana	Pasas	Tierra mojada
	Miel	Pan tostado	Queso añejo
	Naranja	Pápalo	Fibra de maguey
	Nuez	Pimiento rojo	Anís
	Orégano	Pimiento verde	Gusano de maguey
	Pasto	Tabaco	Vainilla
	Piña	Zanahoria	Menta-fresco
	Plátano	Romero	
	Roble	Uva	

En la Tabla 13 se muestran los atributos generados para flavour.

Tabla 13. Atributos de Flavour generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal

Sin Diluir	30%		19%	
Alcohol	Agave	Plátano	Amargo	Tierra
Madera	Ajo	Roble	Adormecimiento	Hierbas
Amargo	Almendra	Romero	Picante	Chile
Acido	Anís	Uva	Astringente	Anís
Fresco	Avellana	Vainilla	Madera	Metálico
Dulce	Azahar	Maguey crudo	Resabio	Champiñón
Agave	Humo	Aceituna	Ácido	Vainilla
Adormecimiento	Cereza	Ácido	Quemante	Copal
Miel de maguey	Chile	Barro	Canela	Alcanfor
Aguado	Chocolate Abuelita	Amargo	Frutas	Naranja
Salado	Chocolate Amargo	Chorizo	Sequedad	Lima
Umami	Crema	Dulce	Sabor a agua	Tejocote
Permanencia	Clavo	Epazote	Fresco	Carne
Retrogusto	Maguey cocido	Huitlacoche	Maguey	Res
Cítrico	Durazno	Jitomate	Cocido	Medicina
Minerales	Fresa	Arándano	Añejado	Toronja

Astringente	Guanábana	Laurel	Lácteos	Barro
Wasabi	Guayaba	Manzanilla	Tierra	
Jengibre	Lavanda	Esquites	Cítrico	Tocino
Carne Ahumada	Leche	Pimienta negra	Menta	Musgo
Barro Mojado	Limón	Pasas	Penetrante	Laurel
Leche	Madera	Pan tostado	Salado	Mineral
Fermento	Manchego	Pápalo	Cetona	Tostado
Cloro	Mango	Pimiento rojo y verde	Nanche	Quemado
Limón	Mantequilla	Tabaco	Cobre	Fermento
Petroloso	Maple	Jengibre	Melón	Aguamiel
Frutal	Manzana	Umami	Acuoso	Comino
Aceitoso	Miel	Resina	Eucalipto	Epazote
Pimienta Negra	Naranja	Zanahoria	Poleo	Dulce
Melón	Nuez	Maguey dulce y fermentado	Pimienta	Manzana
Te de monte	Orégano		Clavo	
Horchata	Pasto		Diluido	
Jitomate	Piña		Ahumado	

En la Tabla 14 se muestran los atributos generados para otras sensaciones.

Tabla 14. Atributos de Otras sensaciones generados a diferentes concentraciones de 10 muestras de mezcal

Sin Diluir		30%		19%
Resabio floral	Astringencia	Ácido	Resabio amargo	Ácido
Refrescante	Adormecimiento de lengua	Adormecimiento	Retronasal	Resabio amargo
Quemado	Quemante	Ardiente		Agua
Resabio frutal	Picor	Astringente		Metálico
Resabio fermento	Sequedad	Caliente		Sabor a cobre
Resabio lavanda	Resabio alcohol	Permanencia		
Cuero de res	Resabio amargo	Picante		
Metálico	Resabio salado	Refrescante		

Para ver más claramente los resultados, el Gráfico 1 representa la proporción de atributos generados (apariencia, olor, flavour y otras sensaciones) en cada perfil de dilución.

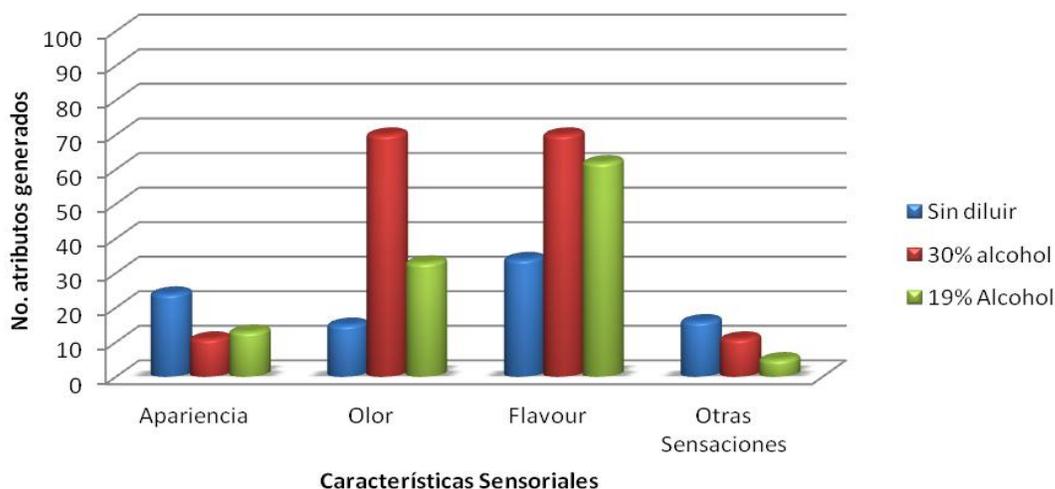


Gráfico 1. Atributos generados para cada uno de los perfiles de dilución empleados

En el gráfico 2 se observa la frecuencia acumulada de los atributos generados para apariencia, olor, flavour y otras sensaciones de los mezcales tradicionales enumerados del 1 al 10.

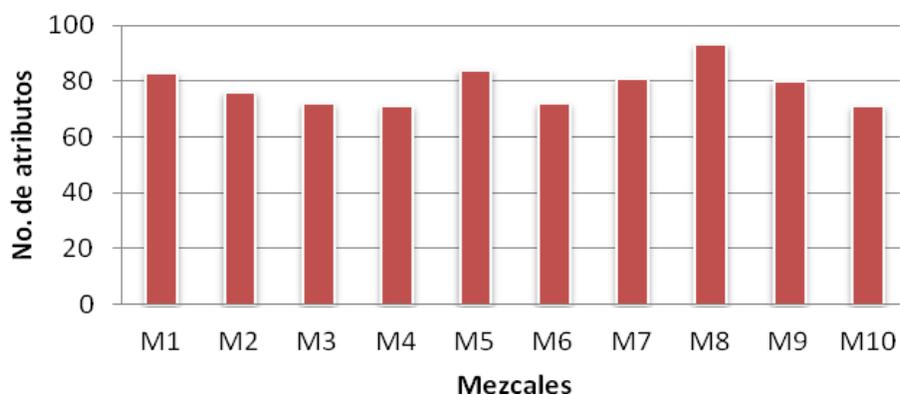


Gráfico 2. Número de atributos generados para cada muestra de mezcal tradicional evaluados al 30% de alcohol

A continuación se muestran las frecuencias acumuladas (Gráficos 3 a 6) con la que los atributos de apariencia, olor, flavour y otras sensaciones fueron percibidos al 30% de alcohol

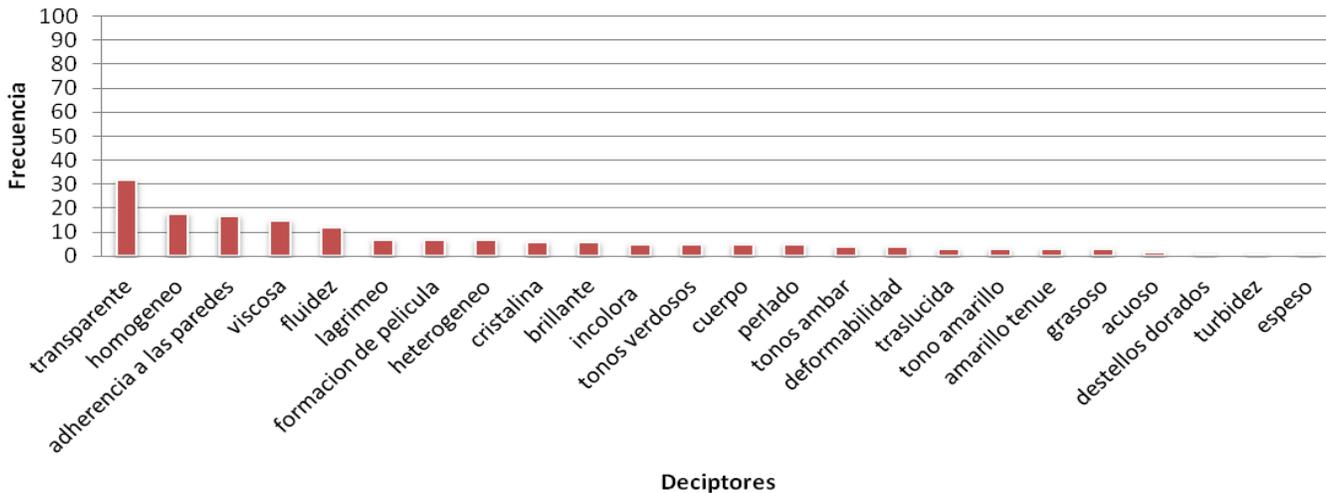


Gráfico 3. Frecuencia acumulada de Atributos de Apariencia de los mezcales tradicionales 1-10 evaluados al 30% de alcohol

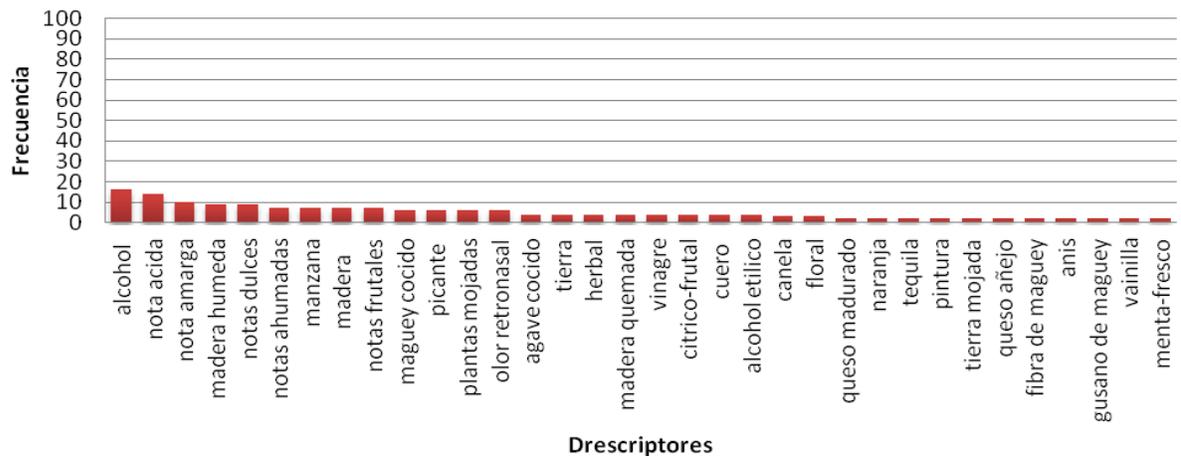


Gráfico 4. Frecuencia acumulada de Atributos de Olor generados en los mezcales tradicionales 1-10 evaluados al 30% de alcohol

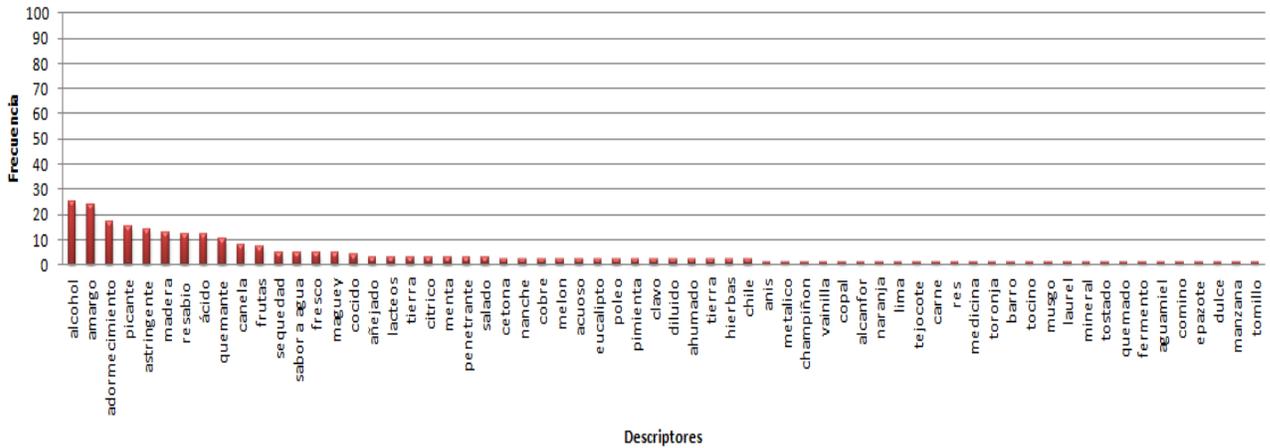


Gráfico 5. Frecuencia acumulada de Atributos de Flavour generados en los mezcales tradicionales 1-10 evaluados al 30% de alcohol

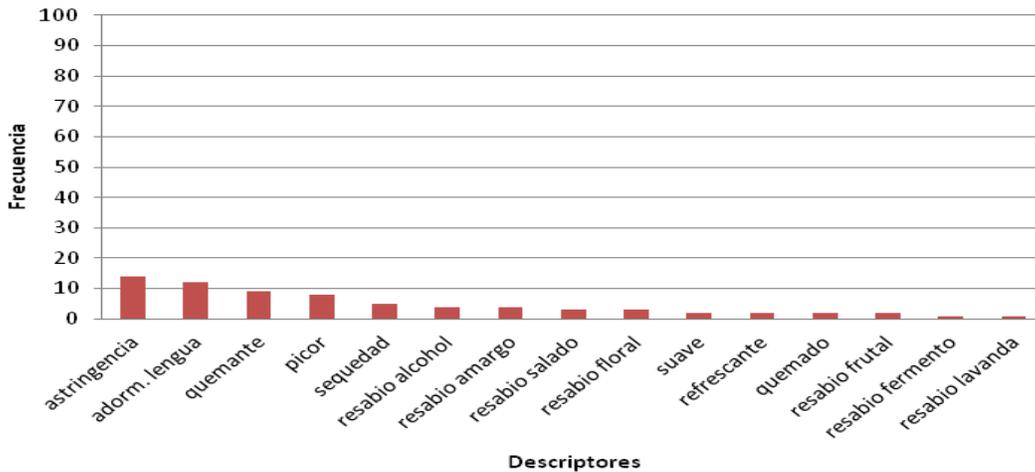


Gráfico 6. Atributos frecuentes de Otras sensaciones de mezcales tradicionales 1-10 evaluados al 30% de alcohol

8.2.2 PRESELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Una vez que se seleccionó la dilución, se revisaron los atributos a través de una sesión grupal y se eliminaron aquellos que fueron sinónimos o ambiguos, seleccionándose los que describían de mejor forma al mezcal.

Posteriormente bajo la supervisión de la Dra. Patricia Severiano se seleccionó los estándares más adecuados que permitieron ejemplificar los atributos en diferentes concentraciones. Se emplearon estándares en fresco y saborizantes para que los

jueces los degustaran junto con las muestras de mezcal y así poder comparar si estos contenían realmente los atributos descritos mediante presencia o ausencia del atributo.

8.2.3 SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Después de haber evaluado la presencia o ausencia de los atributos mediante una escala de intensidad de 0-9, en donde 0 representó ausencia del atributo y 9 extra fuerte; se seleccionaron aquellos que sí estuvieron presentes en el mezcal con un valor mayor o igual a 2 en la escala.

Para apariencia se generaron 11 atributos (Tabla 11), después de aplicar el criterio de presencia o ausencia se seleccionaron 7 atributos, desglosando perlado en tres parámetros. (Tabla 15)

Tabla 15. Atributos desarrollados de Apariencia

ATRIBUTOS		
Transparente	Lagrimo	Perlado (cantidad de perla)
Cristalino	Formación de película	Perlado (homogeneidad de la perla)
Traslúcido	Cuerpo	Perlado (Tamaño de la perla)

Para olor se generaron 70 atributos (Tabla 12), de los cuales se seleccionaron 24 después de aplicar el criterio de presencia y ausencia (Tabla 16).

Tabla 16. Atributos desarrollados de Olor

ATRIBUTOS				
Ácido	Manzanilla	Resina	Chile	Roble
Barro	Pimienta negra	Maguey dulce y fermentado	Cereza	Vainilla
Nota dulce	Pimiento rojo	Agave	Lavada	Nota frutal
Huitlacoche	Pimiento verde	Ajo	Madera	Nota láctea

Jengibre	Tabaco	Humo	Orégano
----------	--------	------	---------

Para flavour se generaron 63 atributos (Tabla 13), después de realizar presencia o ausencia se seleccionaron 24 atributos (Tabla 17).

Tabla 17. Atributos desarrollados de Flavour

ATRIBUTOS		
Amargo	Maguey dulce y fermentado	Pasto
Nota dulce	Agave	Romero
Huitlacoche	Anís	Nota frutal
Manzanilla	Humo	Nota láctea
Pimienta negra	Chile	Maguey cocido
Pimiento rojo	Clavo	Madera
Tabaco	Nuez	Umami
Té de jengibre	Orégano	Resina

En la Tabla 18 se muestran los atributos para otras sensaciones, en un principio se generaron 11 atributos (Tabla 14), después de aplicar el criterio de presencia y ausencia se seleccionaron 10 atributos.

Tabla 18. Atributos desarrollados de Otras Sensaciones

ATRIBUTOS		
Astringente	Retronasabilidad	Resabio amargo
Refrescante	Permanencia	Ácido
Adormecimiento	Ardiente	Caliente
Picante		

8.2.4 COMPROBACIÓN DEL ENTERAMIENTO DEL PANEL.

Los resultados del seguimiento de los coeficientes de variación (CV) que se generaron en cada sesión de entrenamiento se muestran en las gráficas 7 a 14,

en ellas se hace la comparación de los coeficientes de variación generados por el panel de jueces antes y después del entrenamiento. Durante las sesiones de entrenamiento sólo se utilizaron los primeros 10 mezcales de la tabla 4, posteriormente para obtener los resultados que permitieron elaborar el perfil sensorial del mezcal, se evaluaron los mezcales A1- A14 de la tabla 4.

A continuación se muestran los CV (Gráficas 7 y 8) generados para los atributos de apariencia antes y después del entrenamiento, los CV (Gráficas 9 y 10) generados para los atributos de olor antes y después del entrenamiento, los CV (Gráficas 11 y 12) generados para los atributos de flavour antes y después del entrenamiento y los CV (Gráficas 13 y 14) generados para los atributos de otras sensaciones antes y después del entrenamiento.

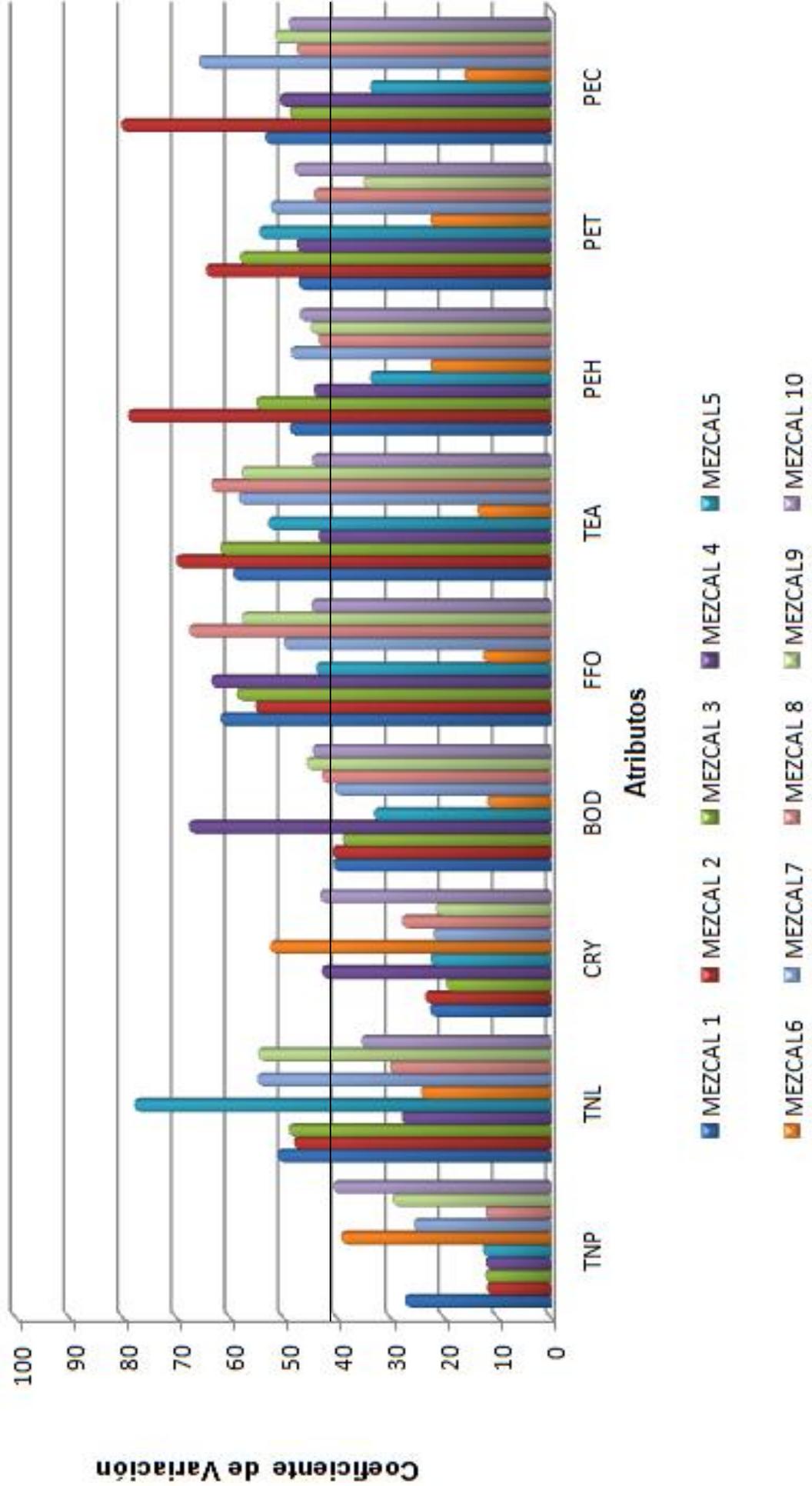


Gráfico 7. Coeficientes de variación de los atributos de apariencia generados antes del entrenamiento.

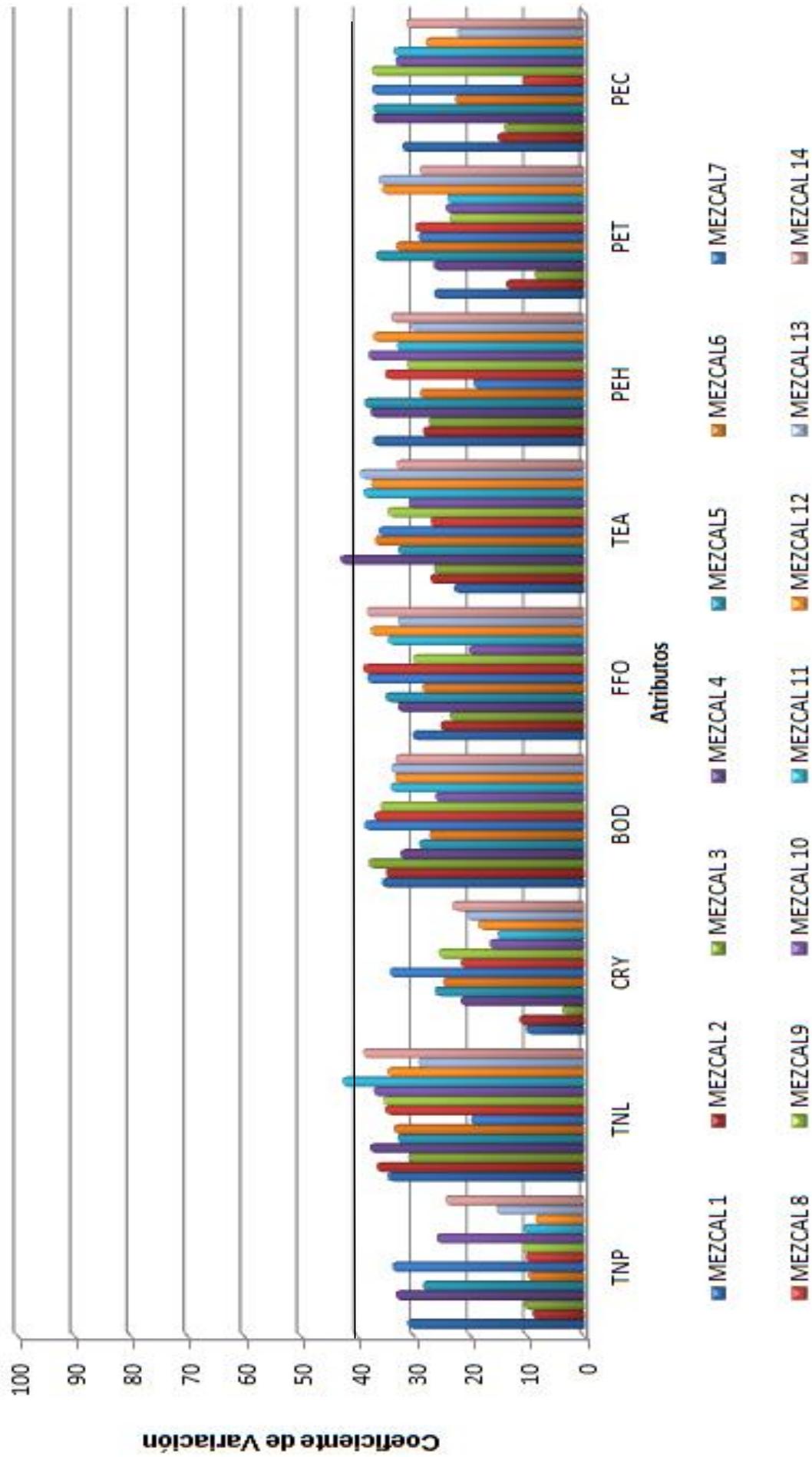


Gráfico 8. Coeficientes de variación de los atributos de apariencia generados después del entrenamiento.

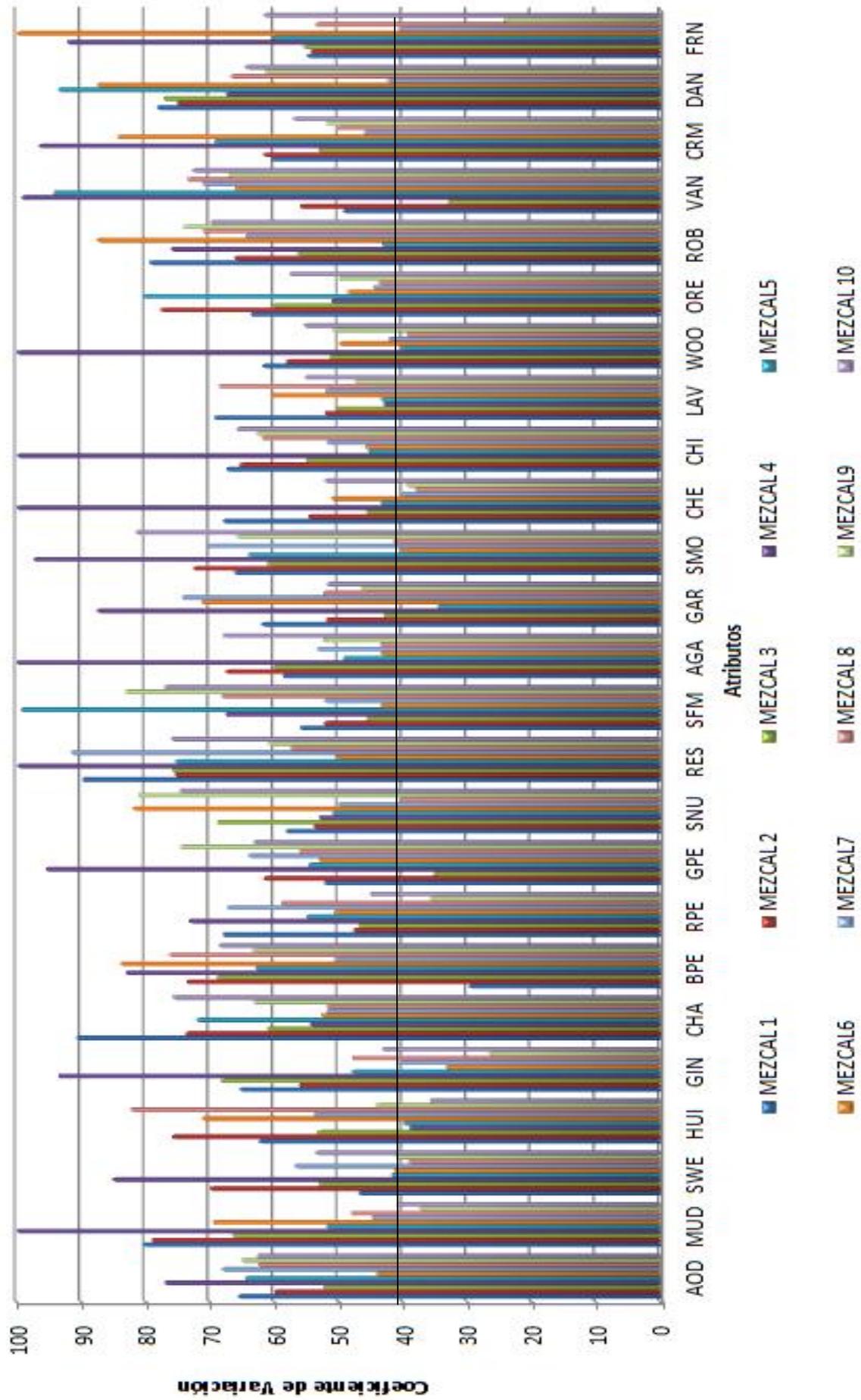


Gráfico 9. Coeficientes de variación de los atributos de olor generados antes del entrenamiento.

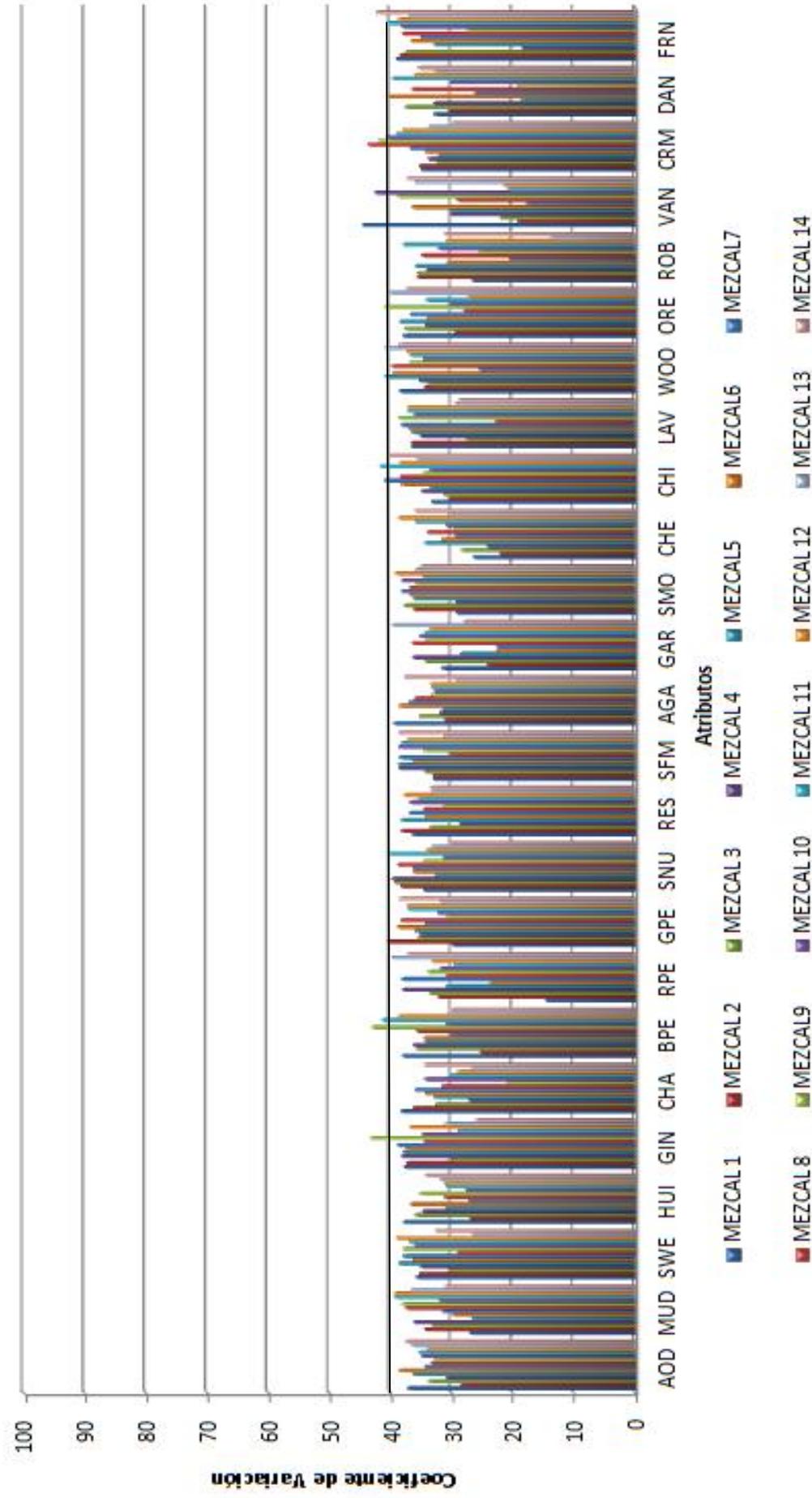


Gráfico 10. Coeficientes de variación de los atributos de olor generados después del entrenamiento.

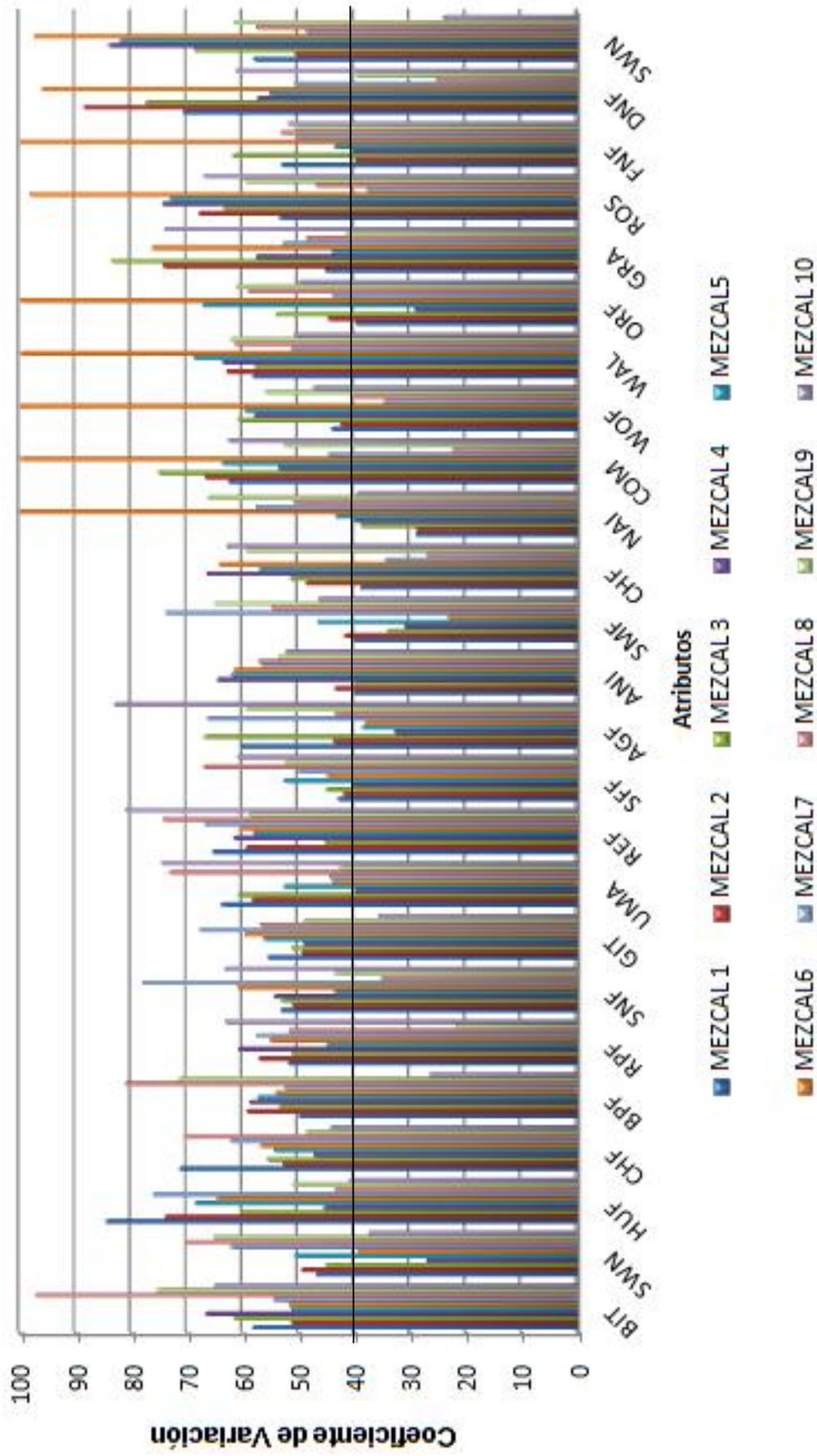


Gráfico 11. Coeficientes de variación de los atributos de flavour generados antes del entrenamiento.

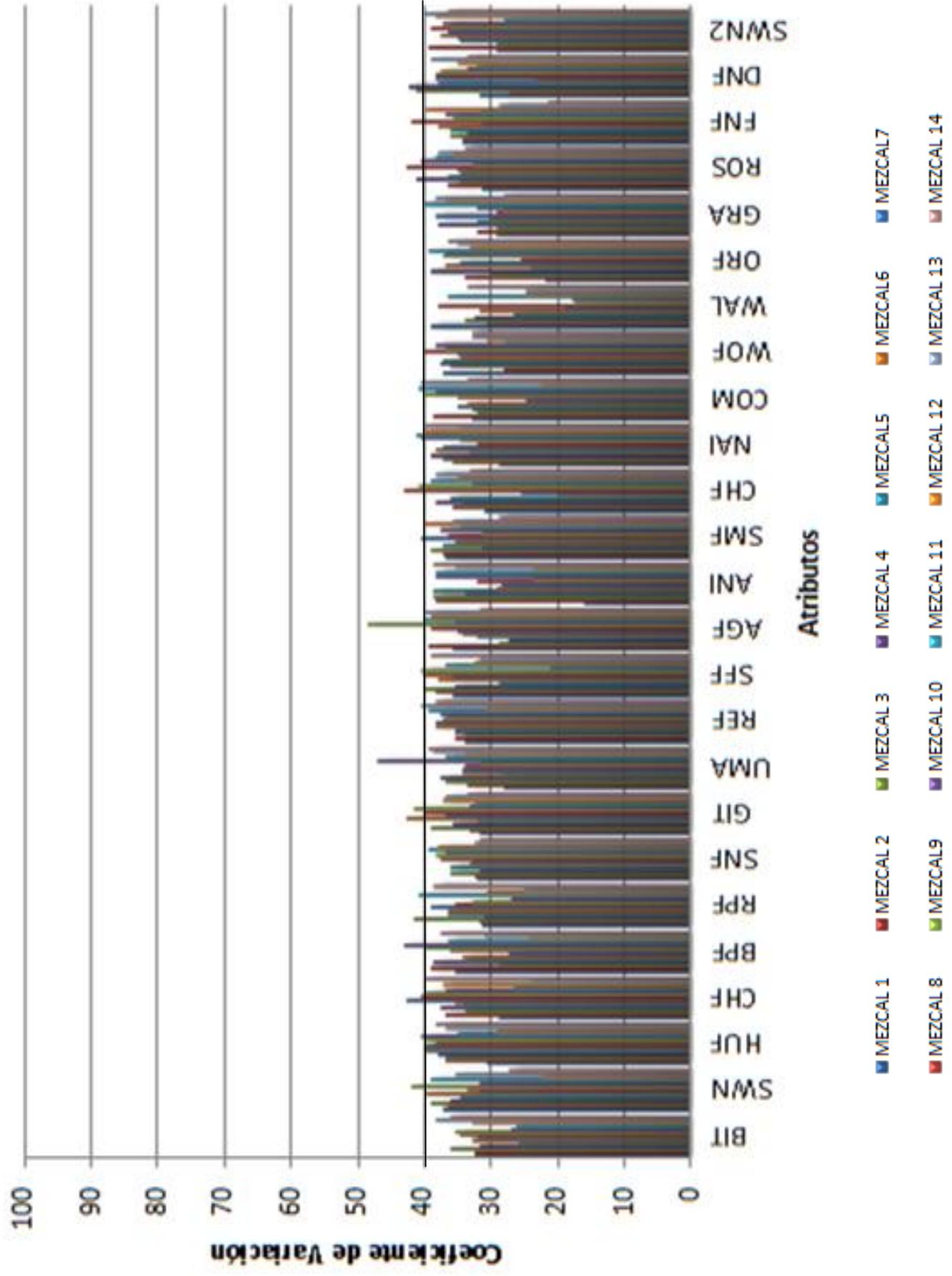


Gráfico 12. Coeficientes de variación de los atributos de flavour generados después del entrenamiento.

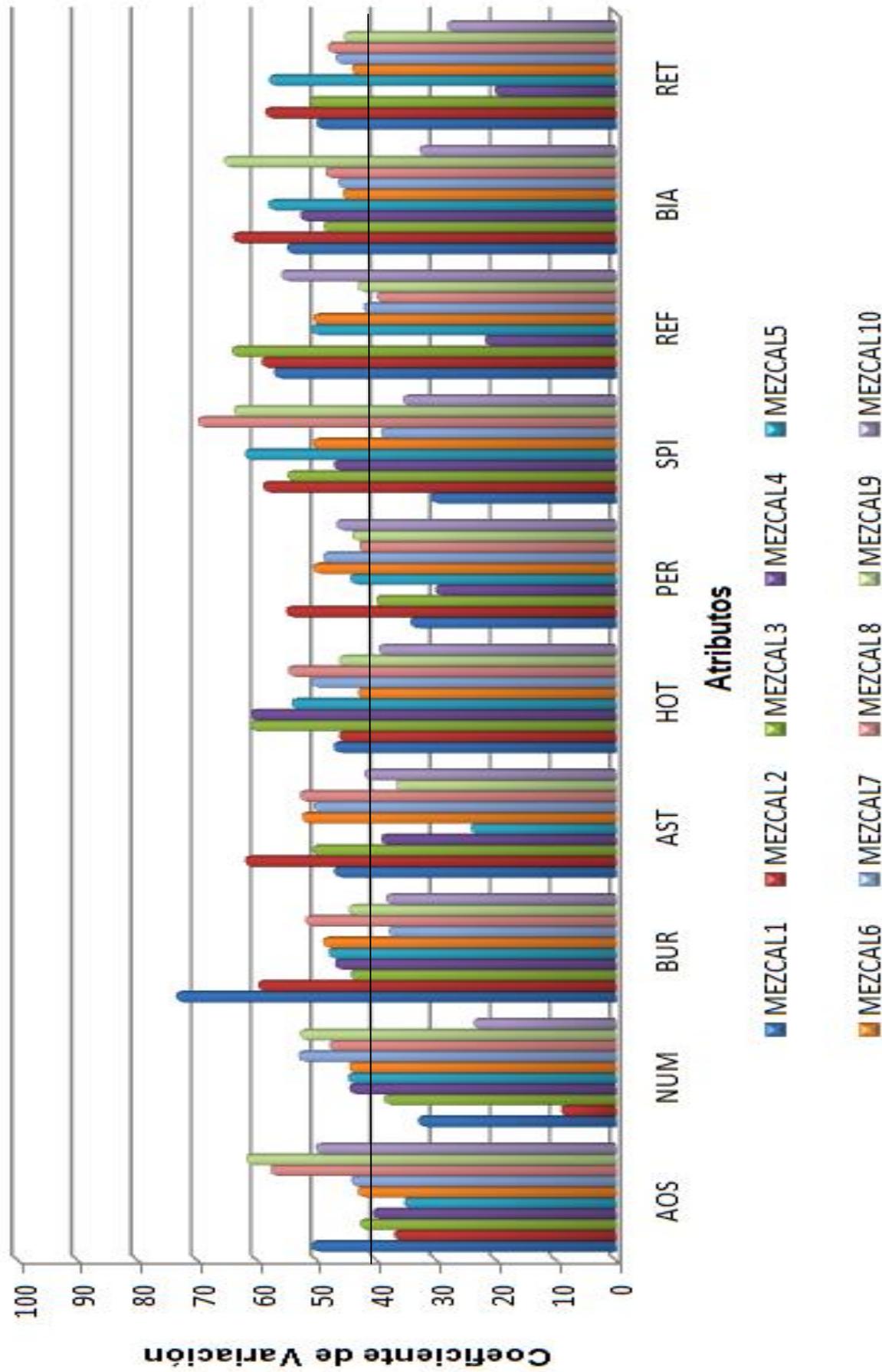


Gráfico 13. Coeficientes de variación de los atributos de otras sensaciones antes del entrenamiento.

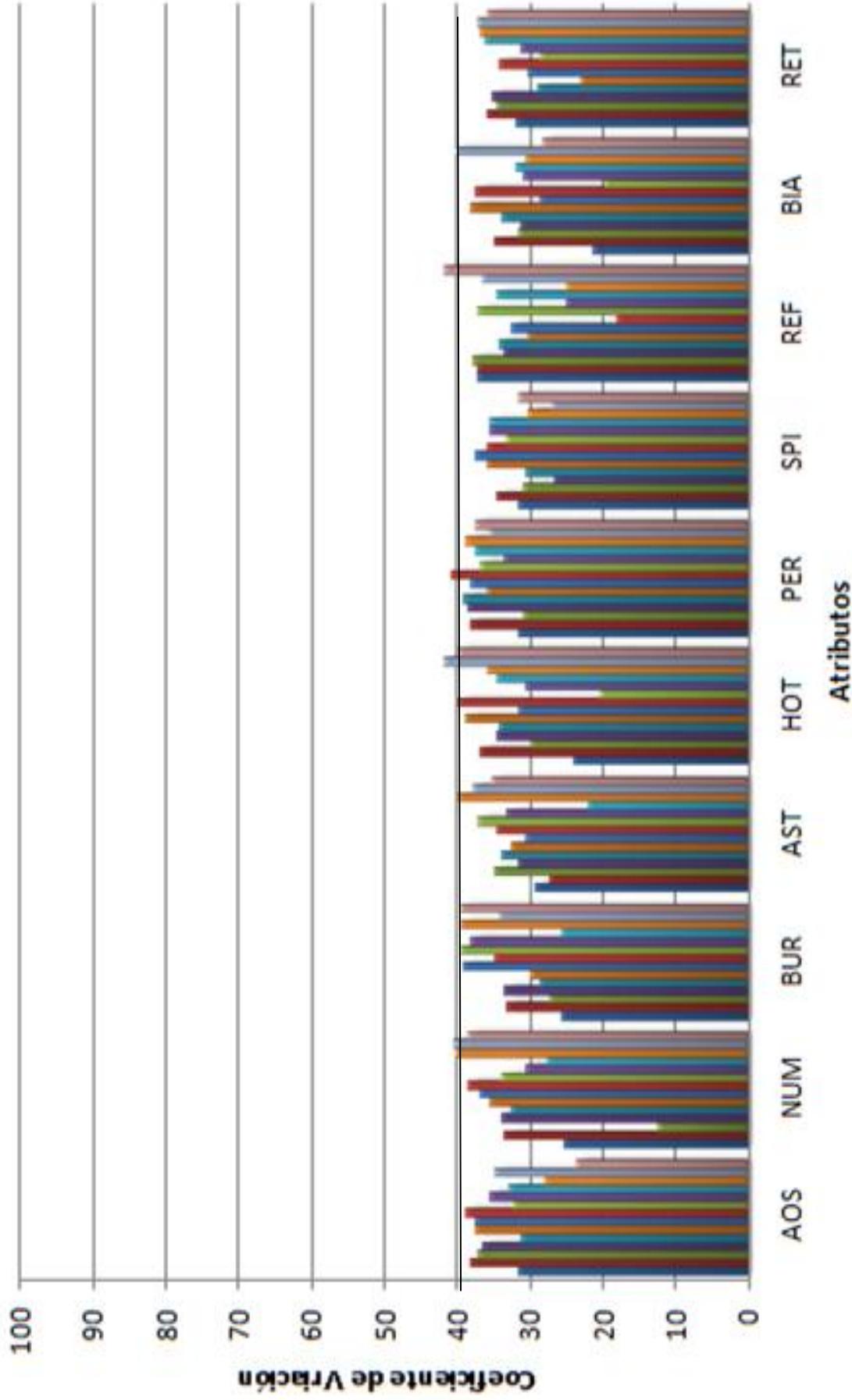
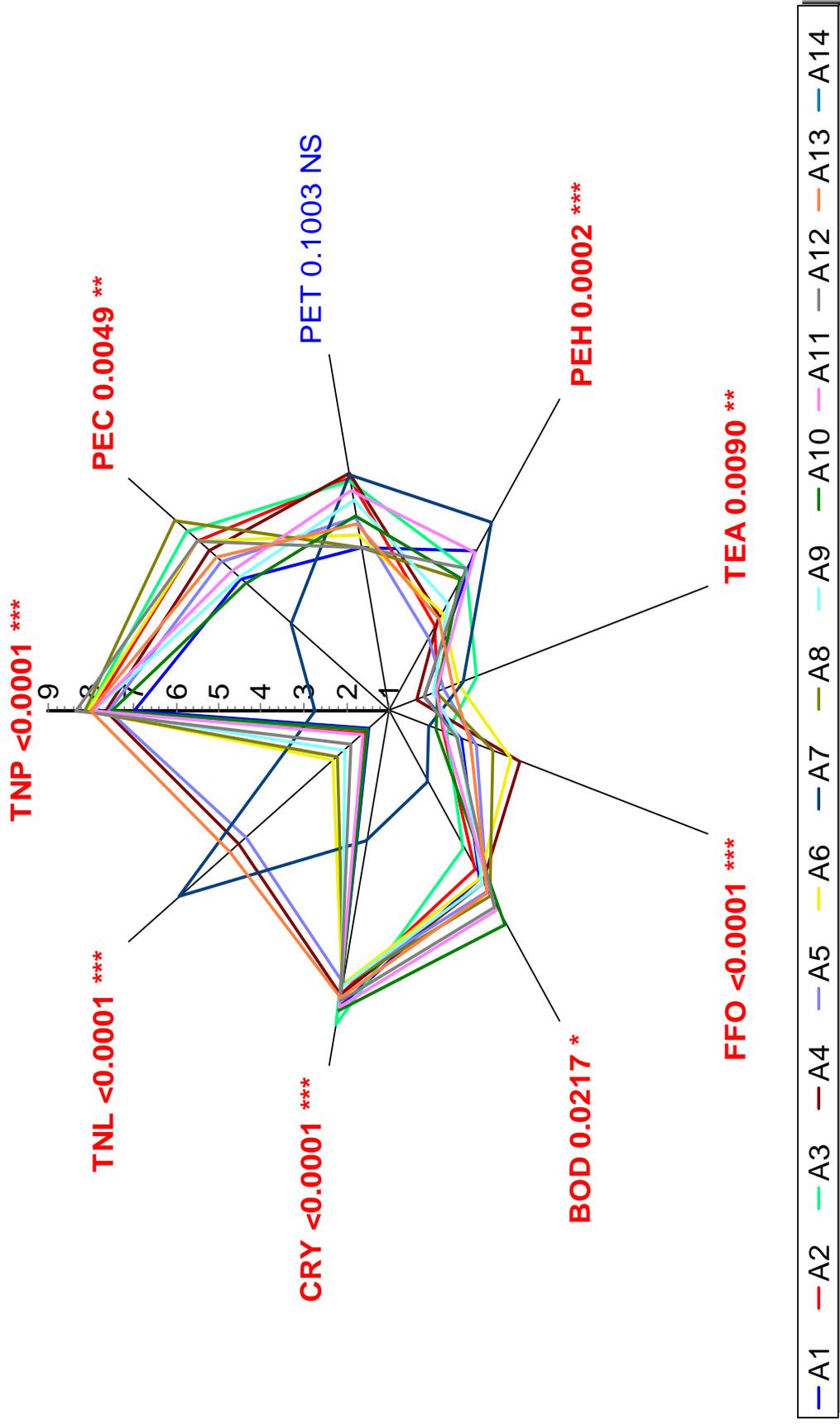


Gráfico 14. Coeficientes de variación de los atributos de otras sensaciones después del entrenamiento.

8.3 PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES TRADICIONALES

Apariencia

En el gráfico 15 se muestran los atributos que corresponden a apariencia, siendo los atributos de color rojo aquellos que presentaron diferencia significativa, y el atributo en color azul el que no presentó diferencia significativa.



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

- Transparente (TNP)
- Traslúcido (TNL)
- Formación de película (FFO)
- Perlado tamaño (PET)
- Perlado homogeneidad (PEH)
- Perlado cantidad (PEC)
- Cuerpo (BOD)
- Lagrimeo (TEA)
- Cristalino (CRY)

Gráfico 15. Atributos de apariencia en mezclas tradicionales.

Los resultados de la gráfica anterior se pueden corroborar con el análisis estadístico LMS (Least Median Square) de la Tabla 19 y 20.

Tabla 19. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de apariencia de los mezcales tradicionales (A1-A14)

MUESTRAS	TNP	TNL	CRY	BOD	FFO
A1	7.0 ± 2.0 ^b	1.6 ± 1.0 ^a	7.7 ± 6.0 ^b	5.3 ± 2.0 ^{ab}	2.8 ± 2.0 ^{abc}
A2	8.0 ± 6.8 ^b	1.7 ± 1.0 ^a	7.3 ± 6.4 ^b	5.1 ± 2.0 ^{ab}	2.4 ± 1.1 ^{ab}
A3	7.6 ± 1.0 ^b	1.7 ± 1.0 ^a	8.0 ± 7.5 ^b	4.5 ± 1.6 ^a	2.3 ± 1.1 ^{ab}
A4	7.6 ± 2.0 ^b	5.6 ± 2.0 ^b	7.3 ± 4.0 ^b	5.4 ± 2.5 ^{ab}	4.3 ± 2.0 ^d
A5	7.6 ± 2.0 ^b	5.3 ± 3.0 ^b	7.1 ± 3.0 ^b	5.6 ± 2.2 ^{ab}	3.2 ± 2.0 ^{bcd}
A6	8.0 ± 6.8 ^b	2.7 ± 2.0 ^a	7.2 ± 4.0 ^b	5.3 ± 2.7 ^{ab}	4.0 ± 2.0 ^{cd}
A7	2.7 ± 1.5 ^a	7.4 ± 4.0 ^c	4.0 ± 2.0 ^a	2.8 ± 1.3 ^a	2.0 ± 1.0 ^a
A8	8.1 ± 7.0 ^b	2.6 ± 1.2 ^a	7.2 ± 4.4 ^b	5.9 ± 2.1 ^{ab}	3.6 ± 2.1 ^{cde}
A9	7.9 ± 6.4 ^b	2.3 ± 1.3 ^a	7.2 ± 3.0 ^b	5.4 ± 2.6 ^{ab}	2.8 ± 1.3 ^{abc}
A10	7.5 ± 3.0 ^b	1.7 ± 1.0 ^a	7.8 ± 5.5 ^b	6.5 ± 3.0 ^b	2.2 ± 1.5 ^{ab}
A11	8.0 ± 6.6 ^b	1.8 ± 1.0 ^a	7.7 ± 6.0 ^b	6.0 ± 3.5 ^{ab}	2.4 ± 1.6 ^{ab}
A12	8.3 ± 7.0 ^b	2.2 ± 1.0 ^a	7.5 ± 5.2 ^b	6.0 ± 2.8 ^{ab}	2.7 ± 1.6 ^{abc}
A13	8.0 ± 5.0 ^b	5.9 ± 4.0 ^b	7.4 ± 5.0 ^b	6.0 ± 3.0 ^{ab}	3.0 ± 1.7 ^{bc}
A14	7.7 ± 3.0 ^b	5.5 ± 1.5 ^b	7.4 ± 4.0 ^b	5.8 ± 1.6 ^{ab}	4.6 ± 1.6 ^d

- Transparente (TNP)
- Traslúcido (TNL)
- Cristalino (CRY)
- Cuerpo (BOD)
- Formación de película (FFO)

* abc Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

Tabla 20. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de apariencia de los mezcales tradicionales (A1-A14) Continuación

MUESTRAS	TEA	PEH	PET	PEC
A1	1.9 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 2.0 ^{ef}	4.7 ± 2.0 ^a	5.5 ± 3.0 ^{ab}
A2	2.2 ± 1.0 ^{abc}	3.1 ± 2.0 ^{ab}	6.2 ± 5.0 ^b	6.9 ± 5.2 ^{bcd}
A3	3.2 ± 2.0 ^d	4.7 ± 3.0 ^{cdef}	6.1 ± 5.5 ^b	7.1 ± 6.0 ^{cd}
A4	1.7 ± 1.0 ^a	3.4 ± 2.0 ^{abc}	6.3 ± 4.0 ^b	6.5 ± 2.0 ^{bcd}
A5	2.4 ± 1.4 ^{abc}	2.9 ± 1.0 ^a	5.3 ± 2.0 ^{ab}	6.1 ± 2.9 ^{bcd}
A6	2.7 ± 1.6 ^{cd}	3.5 ± 2.0 ^{abc}	5.0 ± 3.0 ^{ab}	6.9 ± 3.0 ^{bcd}
A7	2.9 ± 1.1 ^{cd}	5.8 ± 4.5 ^f	6.3 ± 3.0 ^b	4.0 ± 2.0 ^a
A8	2.2 ± 1.6 ^{abc}	4.3 ± 2.0 ^{bcd}	4.7 ± 2.0 ^a	7.5 ± 6.0 ^d
A9	2.1 ± 1.1 ^{abc}	3.8 ± 2.0 ^{abcd}	5.8 ± 4.0 ^{ab}	5.6 ± 3.6 ^{abc}

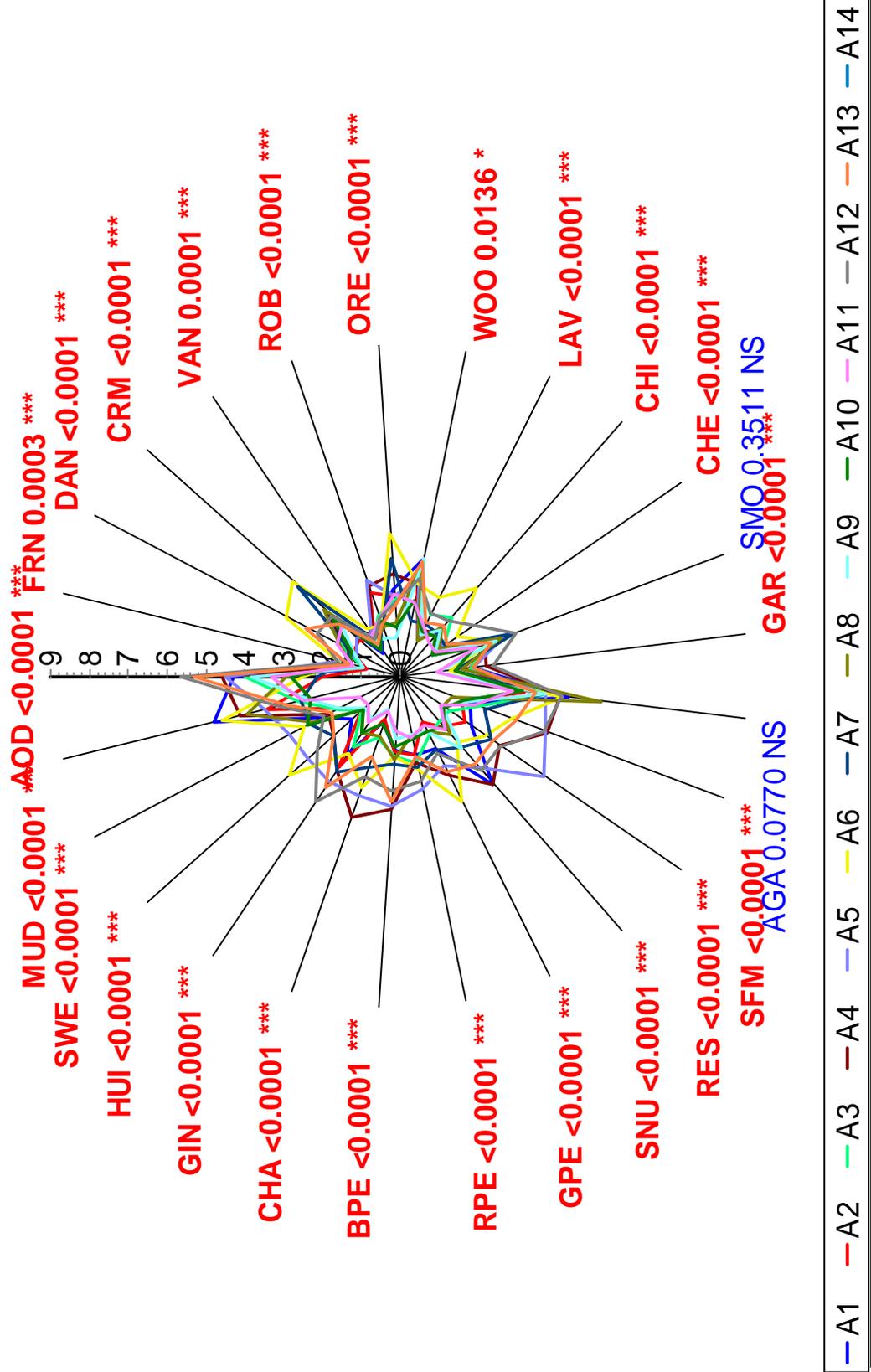
A10	2.2±1.0 ^{abc}	4.3±2.4 ^{bcde}	5.8±4.3 ^{ab}	5.3± 3.5 ^{ab}
A11	2.1± 1.2 ^{abc}	5.0±2.5 ^{def}	6.0±4.0 ^{ab}	5.8±3.0 ^{bc}
A12	1.9±1.0 ^{ab}	4.7±2.0 ^{cdef}	4.7±2.0 ^a	6.8±3.0 ^{bcd}
A13	2.6± 1.0 ^{bcd}	3.4±1.7 ^{ab}	5.2±2.0 ^{ab}	6.3±3.0 ^{bcd}
A14	2.4±1.4 ^{abc}	3.9±2.1 ^{abcde}	6.0±3.3 ^{ab}	5.8±3.5 ^{bc}

- Lagrimeo (TEA)
- Perlado homogeneidad (PEH)
- Perlado tamaño (PET)
- Perlado cantidad (PEC)

* ^{abcdef} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

OLOR

En el gráfico 16 se muestran los atributos que corresponden a olor, siendo los atributos de color rojo aquellos que presentaron diferencia significativa, y los atributos en color azul los que no presentaron diferencia significativa.



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

- Ácido (AOD)
- Jengibre (GIN)
- Pimiento verde (GPE)
- Agave (AGA)
- Chile (CHI)
- Roble (ROB)
- Nota láctea (FRN)
- Barro (MUD)
- Manzaniella (CHA)
- Tabaco (SNU)
- Ajo (GAR)
- Lavanda (LAV)
- Vainilla (VAN)
- Dulce (SWE)
- Pimienta negra (BPE)
- Resina (RES)
- Humo (SMO)
- Madera (WOO)
- Maguay crudo (CRM)
- Huilacoche (HUI)
- Pimiento rojo (RPE)
- Maguay dulce y fermentado (SFM)
- Cereza (CHE)
- Orégano (ORE)
- Nota frutal (DAN)

Gráfico 16. Atributos de olor en mezcales tradicionales.

Los resultados de la gráfica anterior se pueden corroborar en el análisis estadístico LMS (Least Median Square) de la tabla 21, 22, 23 y 24.

Tabla 21. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14)

MUESTRAS	AOD	MUD	SWE	HUI	GIN	CHA	BPE
A1	4.3±2.5 ^{def}	4.9±3.0 ^e	2.3±0.9 ^{bcdef}	1.7±1.0 ^{ab}	2.5±1.4 ^{bcd}	1.3±0.9 ^{abc}	1.9±1.0 ^{abc}
A2	2.0±1.0 ^a	3.5±1.4 ^{bcd}	1.7±1.0 ^{ab}	1.3±1.0 ^a	1.8±1.0 ^{cde}	1.2±0.5 ^{abc}	2.0±1.0 ^{abc}
A3	3.9±2.0 ^{cde}	2.7±1.6 ^{ab}	1.8±1.1 ^{abc}	1.3±0.5 ^a	1.4±1.0 ^{abc}	1.7±1.0 ^{cd}	2.14±0.5 ^{abc}
A4	4.6±2.5 ^{def}	4.2±1.5 ^{de}	2.0±1.0 ^{bcde}	2.3±1.0 ^{bc}	4.0±1.4 ^{cde}	4.0±2.4 ^h	3.6±1.3 ^e
A5	4.5±2.1 ^{def}	3.6±2.1 ^{bcd}	3.2±1.0 ^g	3.2±1.6 ^{de}	3.6±1.4 ^{def}	4.0±2.0 ^{gh}	3.5±1.3 ^e
A6	2.4±1.0 ^{ab}	4.7±2.0 ^e	2.8±1.0 ^{efg}	3.9±1.8 ^e	2.7±1.2 ^{bcd}	3.1±0.6 ^{fg}	2.1±1.4 ^{abc}
A7	2.1±1.0 ^a	2.6±1.0 ^{ab}	2.6±1.6 ^{defg}	2.3±1.4 ^{bc}	2.9±1.9 ^{cde}	2.6±1.2 ^{ef}	2.3±1.4 ^{bcd}
A8	2.9±1.1 ^{abc}	4.0±2.0 ^{cde}	2.6±1.7 ^{cdefg}	1.2±1.0 ^a	2.2±1.0 ^{ab}	1.7±1.0 ^{bcd}	2.2±1.0 ^{abc}
A9	3.8±2.1 ^{bcde}	2.4±1.1 ^{ab}	1.8±1.0 ^{abc}	1.2±0.8 ^a	3.0±1.0 ^a	0.9±0.5 ^a	1.6±2.0 ^{ab}
A10	2.7±1.4 ^{abc}	2.4±1.0 ^a	2.7±2.0 ^{defg}	1.3±1.0 ^a	3.3±1.0 ^{ab}	1.3±1.0 ^{abc}	1.9±2.0 ^{abc}
A11	3.3±2.0 ^{abcd}	2.6±1.0 ^{ab}	1.1±0.5 ^a	1.1±0.5 ^a	2.5±1.1 ^a	0.9±0.4 ^{ab}	1.5±1.1 ^a
A12	5.6±2.4 ^f	3.1±1.4 ^{abcd}	2.2±1.0 ^{bcde}	2.9±1.4 ^{cd}	3.0±1.5 ^f	2.8±1.9 ^{efg}	3.0±1.4 ^{de}
A13	5.2±2.3 ^f	3.0±1.5 ^{abc}	2.0±1.4 ^{bcd}	2.3±1.0 ^{bc}	1.8±1.0 ^{ef}	2.3±1.0 ^{de}	3.4±1.0 ^e
A14	5.1±2.1 ^{ef}	3.0±1.4 ^{abc}	3.1±1.4 ^{fg}	2.6±1.4 ^{cd}	1.3±0.4 ^{bcd}	2.6±1.1 ^{ef}	2.5±0.3 ^{cb}

•Ácido (AOD) •Barro (MUD) •Dulce (SWE) •Huitlacoche (HUI)
 •Jengibre (GIN) •Manzanilla (CHA) •Pimienta negra (BPE)

* abcdefgh Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. α = 0.05

En la Tabla 22 se muestran otros 7 atributos de olor con sus respectivos análisis estadísticos

Tabla 22 Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14). Continuación

MUESTRAS	RPE	GPE	SNU	RES	SFM	AGA	GAR
A1	2.1±2.0 ^{abc}	2.2±1.0 ^{bcd}	3.8±2.0 ^e	2.3±1.0 ^{bcd}	1.9±1.0 ^a	4.4±2.8 ^{bc}	1.9±1.0 ^{cde}
A2	2.1±1.0 ^{abc}	1.4±0.3 ^a	1.7±0.5 ^{ab}	2.1±1.1 ^{abc}	1.7±1.0 ^a	3.2±1.6 ^{ab}	1.8±1.2 ^{bcd}
A3	2.3±1.0 ^{bcde}	1.8±0.5 ^{abc}	1.6±0.7 ^a	1.6±0.7 ^{ab}	2.1±1.0 ^{ab}	3.9±2.3 ^{ab}	1.8±1.2 ^{bcd}
A4	2.3±1.4 ^{bcde}	2.9±1.5 ^d	3.8±2.1 ^e	3.1±1.4 ^e	4.0±1.1 ^e	4.1±2.8 ^{abc}	2.3±1.2 ^{de}
A5	3.1±1.0 ^f	2.7±1.0 ^d	3.2±2.0 ^{de}	4.6±3.0 ^e	4.1±2.0 ^{de}	3.0±2.3 ^{ab}	1.9±1.2 ^{cde}

A6	2.5±1.0 ^{cdef}	3.8±1.0 ^e	2.3±1.1 ^{abc}	2.7±1.0 ^{cde}	3.0±1.5 ^{bcd}	4.2±2.3 ^{abc}	1.3±1.1 ^{ab}
A7	2.5±1.3 ^{cdef}	2.2±1.2 ^{bcd}	2.5±1.1 ^{bcd}	2.9±1.0 ^{cde}	2.4±1.0 ^{abc}	3.7±1.4 ^{ab}	1.4±1.0 ^{abc}
A8	1.6±1.0 ^a	1.6±1.0 ^{abc}	2.0±1.0 ^{ab}	1.3±0.8 ^a	1.4±1.0 ^a	5.2±2.3 ^c	1.6±1.1 ^{bc}
A9	1.6±1.0 ^{ab}	1.6±1.0 ^{abc}	2.5±1.4 ^{bcd}	1.4±0.9 ^a	1.9±1.0 ^a	3.8±2.3 ^{ab}	1.0±0.5 ^a
A10	1.7±1.4 ^{ab}	1.6±1.0 ^{abc}	1.8±1.0 ^{ab}	1.4±0.9 ^{ab}	1.8±1.0 ^a	3.1±1.6 ^{ab}	1.4±0.8 ^{abc}
A11	1.7±1.5 ^{ab}	1.4±0.5 ^{ab}	1.9±1.0 ^{ab}	1.3±0.5 ^a	2.1±1.0 ^{ab}	2.9±1.7 ^a	0.9±0.2 ^a
A12	2.9±1.2 ^{def}	2.3±1.0 ^{cd}	3.3±1.0 ^{de}	3.2±1.0 ^e	4.0±1.6 ^{de}	4.2±2.3 ^{abc}	2.4±1.5 ^e
A13	2.2±1.0 ^{abcd}	2.8±1.3 ^d	3.0±1.6 ^{cde}	3.0±1.0 ^{de}	3.2±1.3 ^{cde}	3.5±1.8 ^{ab}	1.9±1.0 ^{cde}
A14	3.0±1.0 ^{ef}	2.7±1.4 ^d	2.0±1.0 ^{ab}	2.8±1.1 ^{cde}	4.1±1.4 ^e	3.4±1.0 ^{ab}	1.4±1.0 ^{abc}

- Pimiento rojo (RPE) •Pimiento verde (GPE) •Tabaco (SNU) •Resina (RES)
- Maguey d y f (SFM) •Agave (AGA) •Ajo (GAR)

* abcdef Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

En la Tabla 23 se observa la continuación del análisis estadístico de los siguientes atributos de olor.

Tabla 23 Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14). Continuación

MUESTRAS	SMO	CHE	CHI	LAV	WOO	ORE
A1	2.4±0.7 ^{ab}	1.0±0.2 ^a	1.6±0.5 ^{abc}	1.3±0.5 ^{ab}	3.2±1.2 ^d	2.3±0.9 ^{de}
A2	2.8±1.0 ^{ab}	1.3±0.3 ^{ab}	1.6±0.5 ^{abc}	1.1±0.4 ^a	2.6±0.9 ^{bcd}	2.2±0.6 ^{cde}
A3	2.5±0.9 ^{ab}	1.4±0.4 ^{abc}	2.1±0.7 ^c	1.8±0.5 ^{cd}	2.7±0.9 ^{bcd}	2.0±0.7 ^{bcdde}
A4	2.4±0.7 ^{ab}	1.2±0.3 ^{ab}	1.5±0.3 ^{abc}	1.4±0.5 ^{abc}	2.6±0.9 ^{bcd}	2.8±0.9 ^{ef}
A5	2.8±1.0 ^{ab}	1.4±0.5 ^{ab}	1.5±0.5 ^{abc}	1.1±0.4 ^a	2.7±1.1 ^{bcd}	2.2±0.8 ^{cde}
A6	2.6±0.9 ^{ab}	1.8±0.6 ^c	3.1±1.2 ^d	2.4±0.9 ^e	2.6±1.0 ^{bcd}	3.9±1.3 ^g
A7	3.2±1.2 ^b	1.4±0.4 ^{abc}	1.5±0.6 ^{abc}	1.6±0.6 ^{bcd}	1.5±0.4 ^a	3.2±1.2 ^{fg}
A8	2.8±1.0 ^{ab}	1.3±0.4 ^{ab}	1.7±0.6 ^{abc}	1.0±0.2 ^a	3.2±1.3 ^{cd}	1.5±0.4 ^{abc}
A9	2.7±0.9 ^{ab}	1.1±0.3 ^{ab}	1.6±0.6 ^{abc}	1.3±0.5 ^{ab}	3.3±1.2 ^d	1.0±0.4 ^a
A10	2.1±0.8 ^a	1.0±0.3 ^a	1.4±0.5 ^{ab}	1.4±0.5 ^{abc}	2.1±0.7 ^{ab}	1.3±0.4 ^{ab}
A11	2.1±0.7 ^a	1.1±0.4 ^{ab}	1.2±0.5 ^a	1.5±0.6 ^{abcd}	2.1±0.7 ^{ab}	2.3±0.8 ^{cde}
A12	3.2±1.3 ^b	2.4±0.9 ^d	2.0±0.7 ^{bc}	1.9±0.7 ^{de}	2.7±1.0 ^{bcd}	2.0±0.5 ^{bcd}
A13	2.5±0.9 ^{ab}	1.5±0.5 ^{bc}	1.8±0.6 ^{abc}	1.6±0.5 ^{bcd}	3.2±1.3 ^{cd}	1.9±0.8 ^{bcd}
A14	2.8±1.0 ^{ab}	1.6±0.6 ^{bc}	2.1±0.8 ^c	1.7±0.5 ^{bcd}	2.3±0.9 ^{abcd}	2.2±0.8 ^{cde}

- Humo (SMO) •Cereza (CHE) •Chile (CHI) •Lavanda (LAV)
- Madera (WOO) •Orégano (ORE)

* abcdef Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

En la Tabla 24 se muestran los últimos atributos de olor.

Tabla 24 Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de olor de los mezcales tradicionales (A1-A14). Continuación

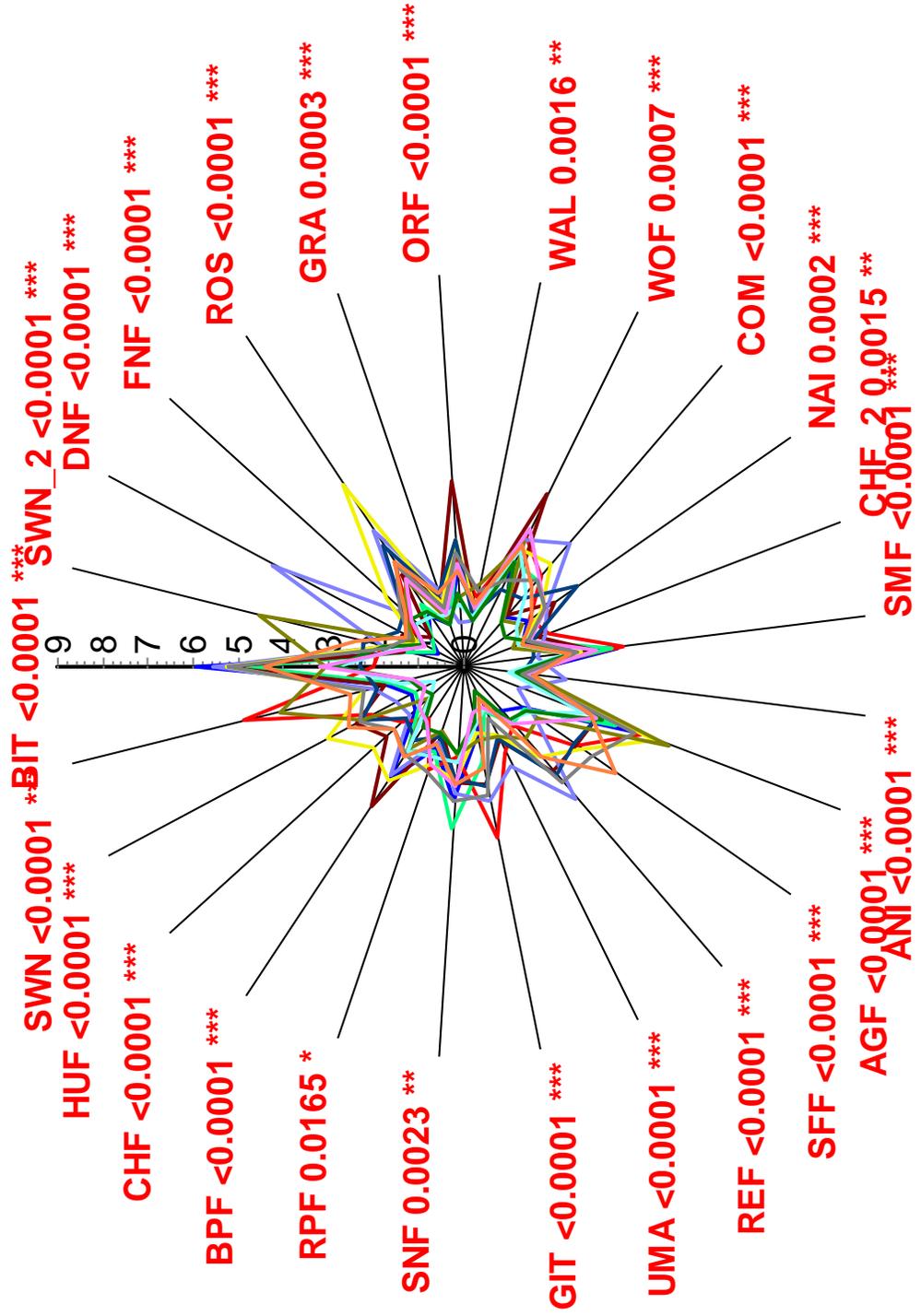
MUESTRAS	ROB	VAN	CRM	DAN	FRN
A1	1.6±0.4 ^{ab}	0.7±0.3 ^{ab}	2.5±0.9 ^c	1.5±0.5 ^a	0.9±0.4 ^a
A2	2.4±0.8 ^c	1.2±0.2 ^c	1.4±0.5 ^a	1.3±0.4 ^a	0.9±0.3 ^a
A3	1.7±0.6 ^b	1.2±0.2 ^b	2.1±0.7 ^{abc}	1.7±0.6 ^a	1.0±0.4 ^{ab}
A4	2.6±0.9 ^c	1.3±0.4 ^c	2.4±0.8 ^c	1.5±0.5 ^a	1.2±0.2 ^{abc}
A5	2.7±1.0 ^c	1.3±0.4 ^c	1.5±0.5 ^{ab}	1.2±0.2 ^a	1.7±0.5 ^d
A6	1.4±0.4 ^{ab}	1.6±0.6 ^{ab}	3.8±1.3 ^d	3.3±1.3 ^d	1.6±0.6 ^d
A7	1.4±0.3 ^{ab}	1.2±0.2 ^{ab}	3.6±1.3 ^d	1.4±0.4 ^a	1.5±0.5 ^{cd}
A8	1.4±0.5 ^{ab}	1.1±0.3 ^{ab}	2.7±1.2 ^c	1.7±0.6 ^a	1.3±0.5 ^{cd}
A9	1.1±0.3 ^a	1.1±0.4 ^a	2.0±0.8 ^{abc}	1.3±0.2 ^a	1.0±0.3 ^{abcd}
A10	1.6±0.5 ^{ab}	0.8±0.3 ^{ab}	2.4±0.9 ^{bc}	1.4±0.4 ^a	1.4±0.5 ^{ab}
A11	1.7±0.6 ^{ab}	1.3±0.3 ^{ab}	2.0±0.8 ^{abc}	1.8±0.7 ^{ab}	1.2±0.5 ^{bcd}
A12	1.7±0.5 ^{ab}	1.2±0.3 ^{ab}	2.4±0.9 ^c	2.4±0.9 ^{bc}	1.6±0.6 ^{cd}
A13	1.4±0.2 ^{ab}	1.0±0.4 ^{ab}	2.1±0.7 ^{abc}	2.7±0.9 ^{cd}	1.3±0.5 ^{bcd}
A14	1.3±0.4 ^{ab}	0.8±0.3 ^{ab}	2.3±0.7 ^{bc}	2.8±1.0 ^{cd}	1.0±0.4 ^{ab}

- Roble (ROB)
- Vainilla (VAN)
- Maguey crudo (CRM)
- Nota frutal (DAN)
- Nota láctea (FRN)

* ^{abcd} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

Flavour

En la gráfica 17 se puede observar diferencia significativa en todos los atributos evaluados para flavour siendo el atributo amargo el que mayores diferencias numéricas presenta entre muestras.



-A1 -A2 -A3 -A4 -A5 -A6 -A7 -A8 -A9 -A10 -A11 -A12 -A13 -A14

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

- Amargó (BIT)
- Pimienta negra(BPF)
- Urnami (UMA)
- Anís(ANI)
- Magüey cocido (COM)
- Pasto (GRA)
- Nota dulce (SWN2)
- Nota dulce (SWN)
- Pimiento rojo (RPF)
- Resina (REF)
- Hurno (SMF)
- Madera (WOF)
- Romero (ROS)
- Huitlacoche(HUF)
- Tabaco (SNF)
- Magüey dulce y fermentado (SFF)
- Chile (CHF)
- Nuez(WAL)
- Nota frutal(FNF)
- Manzanilla (CHF)
- Té de jengibre (GIT)
- Agave (AGF)
- Clavo (NAI)
- Orégano (ORF)
- Nota láctea (DNF)

Gráfico 17. Atributos flavour en mezcales tradicionales.

Los resultados de la gráfica anterior se pueden corroborar en el análisis estadístico LMS (Least Median Square) de las Tablas 25, 26, 27 y 28.

Tabla 25 Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de Flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14)

MUESTRAS	BIT	SWN	HUF	CHF	BPF	RPF
A1	6.0±1.9 ^d	1.7±0.7 ^{ab}	1.3±0.4 ^{ab}	1.5±0.4 ^{abc}	3.0±1.0 ^{efg}	1.9±1.0 ^{abcd}
A2	2.0±0.6 ^a	5.0±1.8 ^f	2.3±0.8 ^{cd}	1.9±0.7 ^{cde}	1.4±0.5 ^a	2.4±0.8 ^{cd}
A3	4.8±1.7 ^{cd}	1.6±0.6 ^{ab}	1.2±0.4 ^{ab}	1.3±0.4 ^{abc}	2.3±0.6 ^{bcd}	2.0±0.8 ^{abcd}
A4	5.3±1.7 ^{cd}	1.8±0.6 ^{abc}	2.7±1.0 ^{de}	2.3±0.9 ^{ef}	3.8±1.4 ^g	1.5±0.5 ^a
A5	5.5±1.4 ^{cd}	2.1±0.7 ^{bcd}	1.7±0.7 ^{bc}	1.6±0.5 ^{bcd}	3.0±1.0 ^{ef}	1.8±0.6 ^{ab}
A6	5.3±1.7 ^{cd}	2.3±0.9 ^{bcd}	3.4±1.3 ^e	2.7±0.9 ^f	3.1±1.0 ^{fg}	2.3±0.8 ^{bcd}
A7	2.3±0.7 ^a	2.0±0.6 ^{abc}	2.6±1.0 ^d	1.7±0.7 ^{cd}	2.0±0.5 ^{abcd}	1.7±0.6 ^{ab}
A8	3.0±1.0 ^a	4.2±1.4 ^e	2.6±1.0 ^d	1.0±0.4 ^{ab}	2.3±0.8 ^{bcd}	1.5±0.5 ^a
A9	2.8±1.0 ^a	1.4±0.6 ^{ab}	0.7±0.3 ^a	1.0±0.4 ^a	2.3±0.9 ^{bcd}	2.2±0.7 ^{abcd}
A10	2.9±0.8 ^a	1.2±0.4 ^a	1.0±0.4 ^{ab}	0.9±0.3 ^a	1.6±0.7 ^{abc}	1.6±0.4 ^a
A11	3.2±0.8 ^{ab}	1.1±0.4 ^a	1.0±0.3 ^{ab}	1.3±0.3 ^{abc}	1.5±0.5 ^{ab}	2.4±0.9 ^{bcd}
A12	5.2±1.7 ^{cd}	2.3±0.5 ^{bcd}	2.6±0.8 ^d	2.0±0.7 ^{de}	2.4±0.6 ^{cdef}	2.5±0.8 ^d
A13	4.4±1.7 ^{bc}	2.6±0.9 ^{cd}	2.9±1.0 ^{de}	2.1±0.5 ^{de}	2.4±0.7 ^{cdef}	1.9±0.5 ^{abc}
A14	5.9±2.1 ^d	2.8±0.8 ^d	2.6±1.0 ^d	2.1±0.8 ^{de}	2.7±1.0 ^{def}	2.3±0.9 ^{bcd}

•Amargo (BIT) •Nota dulce (SWN) •Huitlacoche (HUF) •Manzanilla (CHF)
 •Pimienta negra (BPF) •Pimiento rojo (RPF)

* abcdefg Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. α = 0.05

En la Tabla 26 se observan otros 6 atributos de flavour.

Tabla 26. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de Flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14). Continuación

MUESTRAS	SNF	GIT	UMA	REF	SFF	AGF
A1	3.1±1.0 ^{bcd}	1.6±0.5 ^{abc}	1.1±0.3 ^{ab}	1.3±0.4 ^a	1.6±0.5 ^a	4.2±1.5 ^{cdef}
A2	2.1±0.7 ^a	4.0±1.3 ^g	2.2±0.7 ^{fg}	1.7±0.6 ^a	3.1±1.2 ^{bc}	4.2±1.6 ^{cdef}
A3	3.7±1.3 ^d	2.2±0.9 ^{bcd}	1.1±0.4 ^{bc}	1.7±0.6 ^a	1.7±0.7 ^a	3.6±1.0 ^{bcd}
A4	3.0±0.8 ^{abc}	2.7±1.0 ^{def}	1.9±0.7 ^{ef}	3.1±1.1 ^{cd}	3.1±1.1 ^{bc}	3.2±0.9 ^{bc}
A5	2.9±1.0 ^{abcd}	3.1±1.0 ^{ef}	2.5±0.7 ^g	3.9±1.3 ^d	2.0±0.6 ^a	1.3±0.4 ^a
A6	2.6±0.8 ^{abc}	1.5±0.6 ^{ab}	1.7±0.6 ^{de}	2.7±1.0 ^{bc}	3.2±1.2 ^c	4.5±1.5 ^{def}
A7	2.6±0.8 ^{abc}	2.8±1.0 ^{def}	1.8±0.6 ^{ef}	3.2±1.2 ^{cd}	3.0±1.1 ^{bc}	3.2±1.1 ^{bc}
A8	2.0±0.7 ^a	1.7±0.7 ^{abc}	1.7±0.6 ^{def}	2.1±0.8 ^{ab}	2.0±0.8 ^a	4.9±1.9 ^f
A9	2.2±0.8 ^{ab}	1.4±0.6 ^a	1.1±0.3 ^{abc}	1.6±0.6 ^a	1.8±0.7 ^a	2.9±1.3 ^b

En la Tabla 28 se muestran los últimos atributos de flavour.

Tabla 28. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de Flavour de los mezcales tradicionales (A1-A14). Continuación

MUESTRAS	ORF	GRA	ROS	FNF	DNF	SWN
A1	2.2±0.5 ^{bcd}	1.0±0.3 ^a	1.4±0.4 ^a	1.0±0.3 ^{ab}	0.6±0.2 ^a	1.3±0.4 ^a
A2	2.4±0.8 ^{de}	1.4±0.4 ^{abcd}	2.8±1.0 ^{def}	1.6±0.5 ^c	1.1±0.3 ^{abcd}	1.9±0.7 ^{abc}
A3	2.4±0.7 ^{cd}	1.0±0.3 ^a	1.7±0.6 ^{abc}	0.9±0.3 ^a	0.7±0.3 ^{ab}	1.3±0.4 ^a
A4	4.2±1.6 ^f	1.6±0.6 ^{cd}	2.5±1.0 ^{cd}	1.0±0.3 ^a	1.5±0.6 ^{cd}	1.3±0.5 ^a
A5	1.0±0.2 ^a	1.9±0.6 ^e	3.7±1.3 ^f	1.8±0.6 ^{cd}	5.0±1.8 ^e	1.8±0.6 ^{abc}
A6	3.0±1.0 ^e	1.5±0.4 ^{bcd}	5.0±1.7 ^g	2.3±0.9 ^d	1.1±0.2 ^{abcd}	1.8±0.7 ^{abc}
A7	3.0±1.0 ^e	1.7±0.6 ^{de}	3.3±1.1 ^{ef}	1.7±0.5 ^c	1.6±0.6 ^d	2.2±0.8 ^{bc}
A8	1.6±0.4 ^{abc}	1.1±0.3 ^{ab}	2.3±1.0 ^{cd}	1.7±0.7 ^c	1.3±0.5 ^{bcd}	4.7±1.8 ^d
A9	1.4±0.5 ^{ab}	1.2±0.3 ^{abc}	1.3±0.4 ^a	1.4±0.5 ^{abc}	1.0±0.4 ^{abcd}	1.6±0.6 ^{ab}
A10	1.7±0.6 ^{abcd}	1.0±0.3 ^a	1.5±0.6 ^{ab}	1.6±0.6 ^c	1.0±0.3 ^{abc}	1.8±0.7 ^{abc}
A11	2.3±0.9 ^{cd}	1.3±0.5 ^{abc}	2.4±0.9 ^{bcd}	1.5±0.5 ^{bc}	1.0±0.3 ^{abc}	1.4±0.4 ^a
A12	2.6±0.8 ^e	1.4±0.5 ^{abcd}	2.8±1.0 ^{de}	1.9±0.7 ^{cd}	1.4±0.4 ^{cd}	1.7±0.6 ^{abc}
A13	2.2±0.7 ^{bcd}	1.8±0.6 ^{de}	2.8±1.1 ^{def}	1.7±0.5 ^c	1.4±0.6 ^{cd}	2.4±1.0 ^{cd}
A14	2.5±0.9 ^{de}	1.5±0.4 ^{bcd}	3.1±1.0 ^{def}	1.5±0.3 ^{bc}	1.3±0.5 ^{cd}	2.0±0.7 ^{abc}

- Orégano (ORF)
- Nota láctea (DNF)
- Pasto (GRA)
- Nota dulce (SWN2)
- Romero (ROS)
- Nota frutal (FNF)

* ^{abcdefg} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

Otras Sensaciones

En la gráfica 18 se observa que todas las sensaciones percibidas en los mezcales muestran diferencias siendo el mezcal A5 el que mayor diferencia numérica presenta respecto al resto de las muestras.

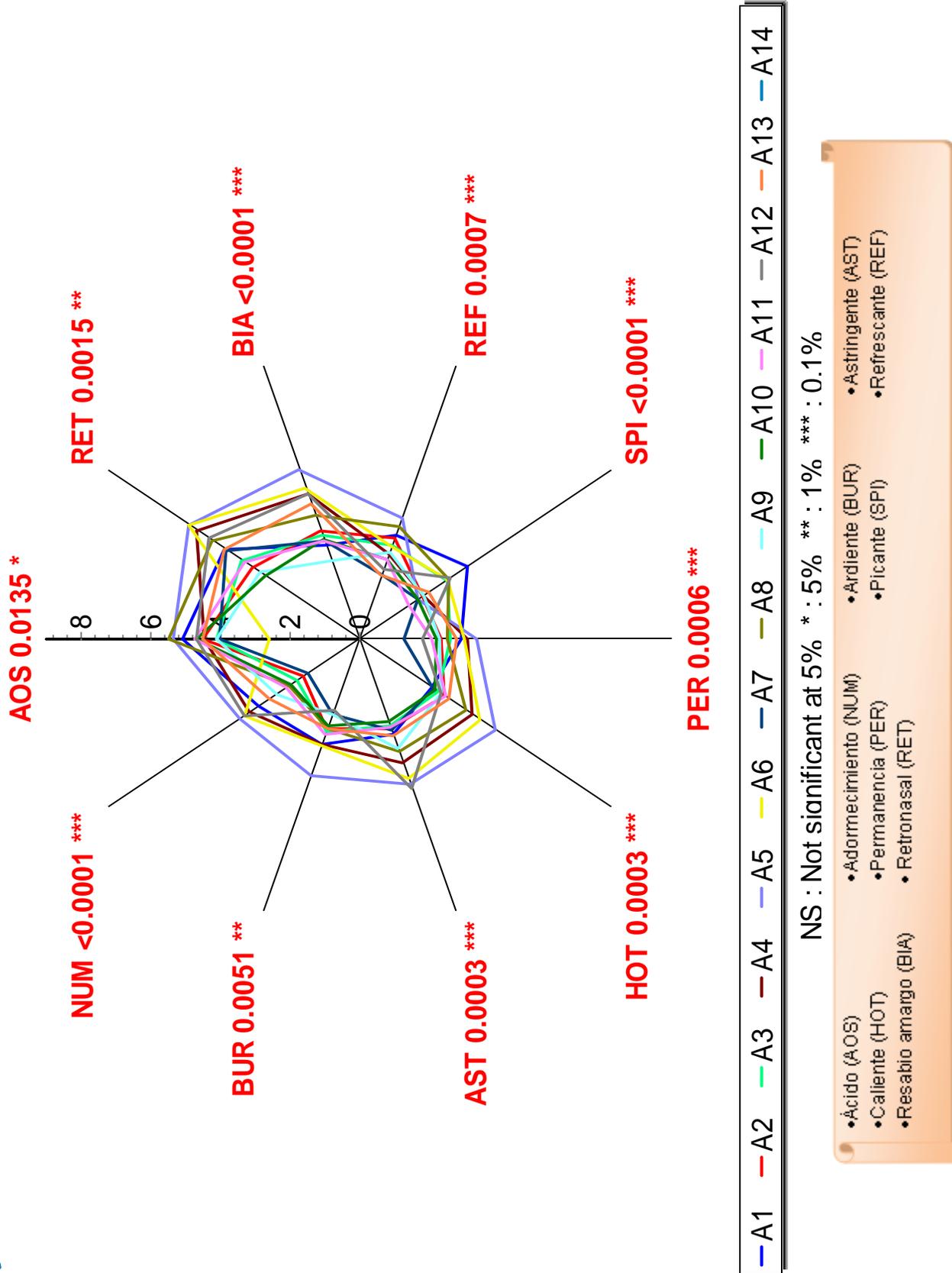


Gráfico 18. Atributos de otras sensaciones en mezcales tradicionales.

En la tabla 29 y 30 se observan el análisis estadístico para cada uno de los atributos de otras sensaciones que confirman los resultados de la gráfica 20.

Tabla 29. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de otras sensaciones de los mezcales tradicionales (A1-A14)

MUESTRAS	AOS	NUM	BUR	AST	HOT	PER
A1	5.1±0.2 ^{bcd}	3.6±0.9 ^{deig}	3.5±0.9 ^{bc}	3.1±0.9 ^{abc}	2.6±0.6 ^a	2.9±0.9 ^{cde}
A2	4.5±1.7 ^{bcd}	2.0±0.7 ^{ab}	3.0±1.0 ^{abc}	2.9±1.8 ^{ab}	3.1±1.1 ^{abc}	2.3±0.9 ^{bcd}
A3	4.1±1.5 ^{bc}	2.2±0.3 ^{ab}	3.0±0.8 ^{abc}	2.9±1.0 ^a	2.8±0.8 ^{ab}	2.6±0.8 ^{bcd}
A4	4.4±1.6 ^{bcd}	4.0±1.3 ^{eig}	3.5±1.2 ^{bc}	4.1±1.3 ^{bcd}	4.0±1.4 ^{cde}	3.1±1.2 ^{de}
A5	5.3±1.6 ^{bcd}	4.2±1.4 ^g	4.5±1.3 ^d	4.8±1.6 ^{de}	5.0±1.6 ^e	3.4±1.3 ^e
A6	2.6±1.0 ^a	4.0±1.4 ^{ig}	3.5±1.0 ^c	4.6±1.5 ^{de}	4.6±1.6 ^{de}	3.0±1.1 ^{de}
A7	4.0±1.5 ^{ab}	1.8±0.7 ^a	2.5±1.0 ^{ab}	3.0±0.9 ^{abc}	2.6±0.8 ^{ab}	1.3±0.5 ^a
A8	5.5±2.1 ^{cd}	2.5±1.0 ^{abc}	3.0±1.0 ^{abc}	3.7±1.3 ^{abcd}	3.8±1.5 ^{bcd}	2.5±1.0 ^{bcd}
A9	4.1±1.3 ^{bc}	2.9±1.0 ^{bcd}	2.5±0.9 ^a	3.6±1.3 ^{abcd}	2.9±0.6 ^{abc}	2.3±0.8 ^{bcd}
A10	4.7±1.6 ^{bcd}	2.4±0.9 ^{abc}	2.8±1.1 ^{abc}	2.7±0.9 ^a	2.7±0.8 ^{ab}	2.2±0.7 ^{bcd}
A11	4.7±1.5 ^{bcd}	3.0±1.0 ^{abcd}	1.6±0.6 ^{abc}	2.9±0.6 ^{ab}	3.0±1.1 ^{abc}	2.1±0.8 ^{abc}
A12	4.7±1.3 ^{bcd}	2.5±1.0 ^{ig}	1.6±0.5 ^a	4.9±1.9 ^e	2.9±1.0 ^{abc}	1.8±0.7 ^{ab}
A13	4.5±1.6 ^{bcd}	2.4±0.8 ^{cd}	1.4±0.5 ^{abc}	3.2±1.2 ^{abc}	3.2±1.3 ^{abcd}	2.8±1.0 ^{cde}
A14	5.7±1.3 ^d	1.8±0.5 ^{ab}	3.2±1.3 ^{abc}	4.1±1.5 ^{cde}	4.3±1.7 ^{de}	2.9±1.1 ^{cde}

- Ácido (AOS)
- Adormecimiento (NUM)
- Ardiente (BUR)
- Astringente (AST)
- Caliente (HOT)
- Permanencia (PER)

* abcdefg Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

Tabla 30. Promedio y desviación estándar presentados en los atributos de otras sensaciones de los mezcales tradicionales (A1-A14). Continuación

MUESTRAS	SPI	REF	BIA	RET
A1	3.8±1.2 ^d	3.4±1.2 ^{cde}	3.1±0.6 ^{ab}	4.8±1.5 ^{abcd}
A2	2.2±0.8 ^a	3.4±1.3 ^{cde}	3.5±1.2 ^{abcd}	3.7±1.3 ^{ab}
A3	3.1±1.0 ^{bcd}	3.1±1.2 ^{bcd}	3.4±1.1 ^{abc}	4.2±1.4 ^{abc}
A4	2.3±0.6 ^a	2.8±0.9 ^{abcd}	4.8±1.5 ^{deig}	5.8±2.0 ^d
A5	2.1±0.6 ^a	4.0±1.3 ^e	5.6±1.9 ^{ig}	6.0±1.7 ^d
A6	3.1±1.1 ^{cd}	3.0±0.9 ^{abcde}	5.0±1.9 ^{eig}	6.0±1.4 ^d
A7	2.1±0.8 ^a	2.1±0.7 ^{ab}	3.2±0.9 ^{abc}	4.7±1.4 ^{abcd}
A8	3.2±1.1 ^{cd}	3.7±0.6 ^{de}	4.1±1.5 ^{bcd}	5.2±1.8 ^{bcd}
A9	2.3±0.7 ^{ab}	2.8±1.0 ^{abcd}	2.7±0.5 ^a	3.5±1.0 ^a

A10	2.1±0.7 ^a	2.6±0.6 ^{abc}	3.3±1.0 ^{abc}	3.3±1.0 ^a
A11	1.8±0.6 ^a	2.6±0.9 ^{abc}	3.2±1.0 ^{abc}	4.1±1.5 ^{abc}
A12	3.2±1.0 ^{cd}	2.3±0.6 ^{ab}	4.8±1.5 ^{deig}	5.3±1.9 ^{cd}
A13	2.5±0.7 ^{abc}	2.1±0.7 ^a	4.4±1.8 ^{cdef}	4.8±1.8 ^{abcd}
A14	3.3±1.0 ^{cd}	3.7±0.5 ^{de}	5.8±1.6 ^g	5.7±2.0 ^d

•Picante (SPI) •Refrescante (REF) •Resabio amargo (BIA) • Retronasal (RET)

* abcdefg Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras por columna. $\alpha = 0.05$

8.4. Método análisis de componentes principales (PCA) para apariencia, olor, flavour y otras sensaciones.

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para identificar los atributos que más influyen en la diferenciación de los mezcales. Se tomaron en cuenta todos los atributos, debido a que se encontró diferencia significativa entre los mismos. En los siguientes gráficos (19-21) se muestran los resultados.

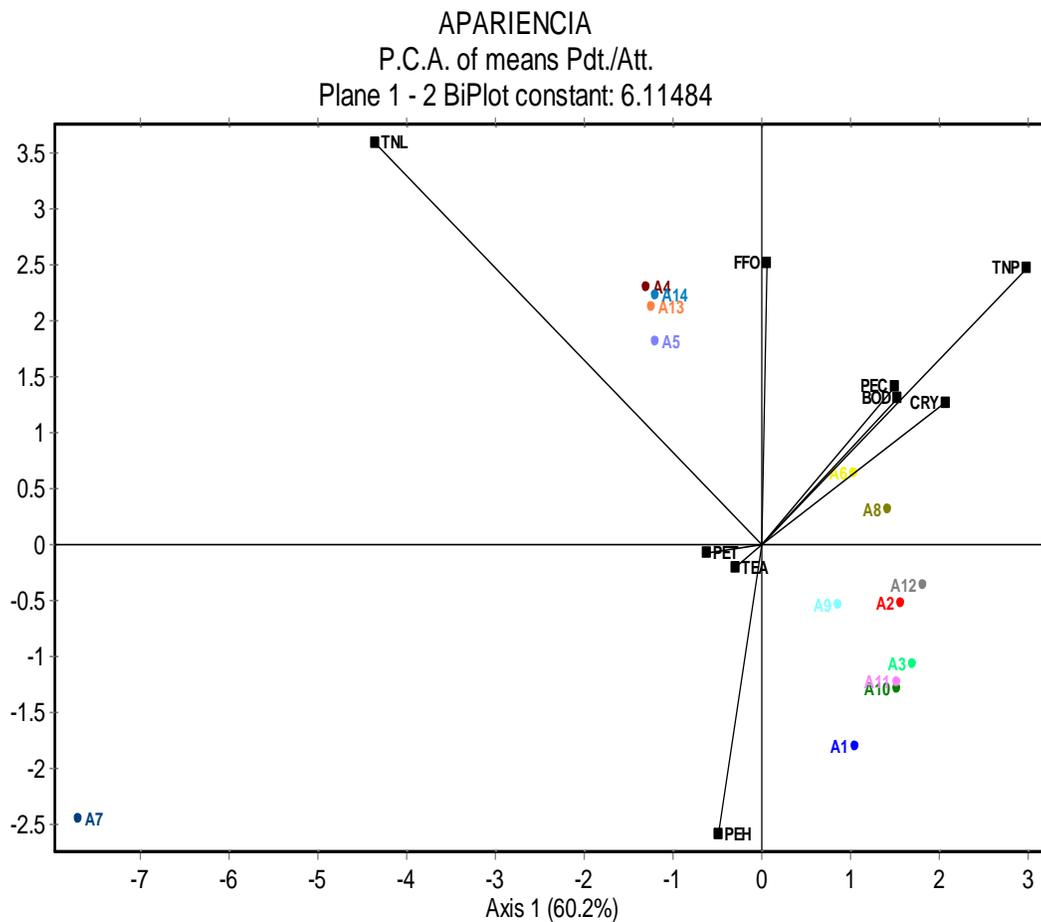


Gráfico 19. PCA Para atributos de apariencia en mezcales con proceso de elaboración tradicional

- Transparente (TNP)
- Traslúcido (TNL)
- Cristalino (CRY)
- Cuerpo (BOD)
- Formación de película (FFO)
- Lagrimeo (TEA)
- Perlado homogeneidad (PEH)
- Perlado tamaño (PET)
- Perlado cantidad (PEC)

En la Tabla 31 se muestra la matriz de correlación para los atributos de apariencia, en donde 1 representa una correlación absoluta, por ello se marcan en color verde aquellos atributos con los valores más altos, considerando sólo los valores de 0.7 en adelante.

Tabla 31. Correlación entre atributos de apariencia de mezcales tradicionales

	TNP	TNL	CRY	BOD	FFO	TEA	PEH	PET	PEC
TNP	1								
TNL	-0.56377	1							
CRY	0.92218	-0.6025	1						
BOD	0.80795	-0.43848	0.79695	1					
FFO	0.35525	0.31427	0.27645	0.2923	1				
TEA	-0.28668	0.20568	-0.28918	-0.54179	-0.19339	1			
PEH	-0.55977	-0.12794	-0.40114	-0.38674	-0.51046	0.11953	1		
PET	-0.33286	0.31981	-0.25241	-0.45632	-0.11935	0.26369	-0.0093	1	
PEC	0.78291	-0.42441	0.71821	0.39837	0.36627	-0.04706	-0.4582	-0.29636	1

En el gráfico 20 se observa el análisis de PCA que muestra un porcentaje de explicación total del 65.9% para todos los atributos de olor.

OLOR
P.C.A. of means Pdt./Att.
Plane 1 - 2 BiPlot constant: 9.45949

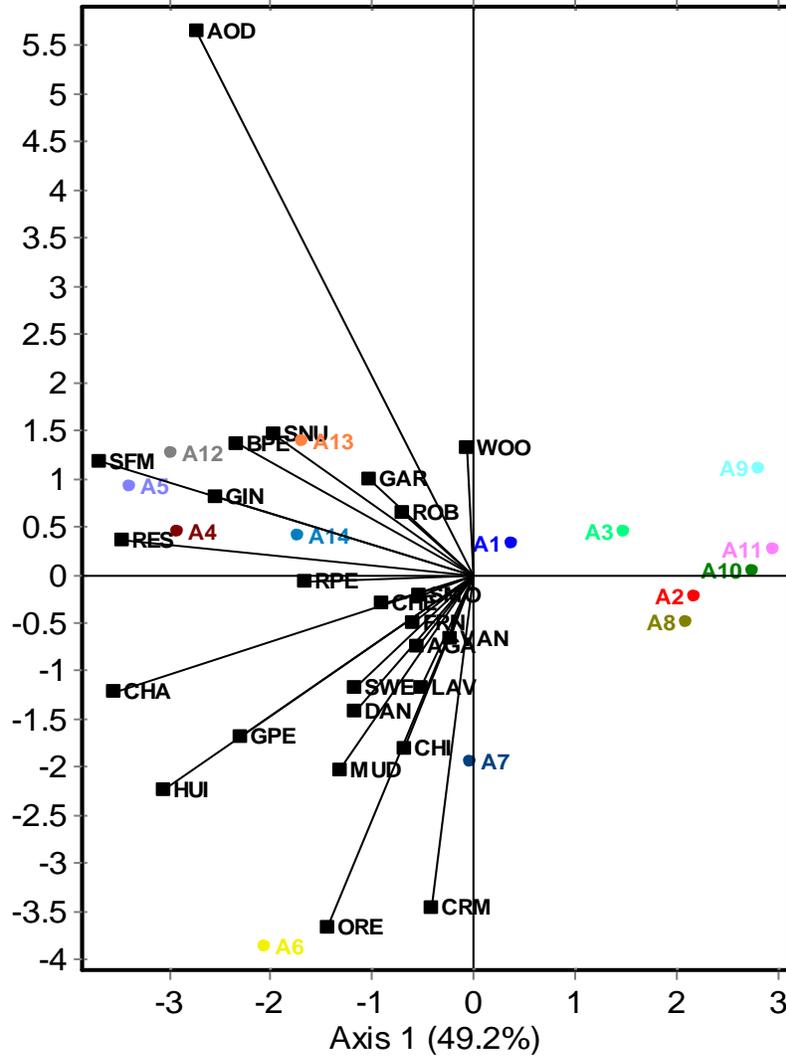


Gráfico 20. PCA Para atributos de olor en mezcales con proceso de elaboración tradicional.

- | | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|
| •Ácido (AOD) | •Barro (MUD) | •Dulce (SWE) | •Huitlacoche (HUI) |
| •Jengibre (GIN) | •Manzanilla (CHA) | •Pimienta negra (BPE) | •Pimiento rojo (RPE) |
| •Pimiento verde (GPE) | •Tabaco (SNU) | •Resina (RES) | •Maguey dulce y fermentado (SFM) |
| •Agave (AGA) | •Ajo (GAR) | •Humo (SMO) | •Cereza (CHE) |
| •Chile (CHI) | •Lavanda (LAV) | •Madera (WOO) | •Orégano (ORE) |
| •Roble (ROB) | •Vainilla (VAN) | •Maguey crudo (CRM) | •Nota frutal (DAN) |
| •Nota láctea (FRN) | | | |

En la matriz de correlación de la Tabla 32 se observan en color verde los atributos que muestran mayor correlación entre sí.

Tabla 32. Correlación entre atributos de olor de mezcales tradicionales

	AOD	MUD	SWE	HUI	GIN	CHA	BPE	RPE	GPE
AOD	1								
MUD	0.00882	1							
SWE	0.05189	0.26615	1						
HUI	0.26893	0.39772	0.62552	1					
GIN	0.4686	0.20434	0.29362	0.62794	1				
CHA	0.35182	0.36687	0.53587	0.83198	0.66312	1			
BPE	0.60775	0.2246	0.37962	0.59682	0.8058	0.83442	1		
RPE	0.45493	0.18055	0.56436	0.79502	0.76533	0.74156	0.64634	1	
GPE	0.33286	0.4897	0.51918	0.90367	0.50144	0.82207	0.60435	0.62559	1
SNU	0.56806	0.49949	0.1448	0.41205	0.55102	0.51899	0.63862	0.3433	0.47013
RES	0.44178	0.28184	0.54532	0.80574	0.82872	0.82533	0.84167	0.86166	0.68056
SFM	0.68114	0.15007	0.40949	0.77332	0.6944	0.85406	0.81228	0.8289	0.73485
AGA	0.08796	0.64594	0.30039	0.19432	0.08728	0.2764	0.21456	0.02494	0.23202
GAR	0.51678	0.3798	0.12596	0.28633	0.78464	0.51932	0.73788	0.48238	0.25947
SMO	0.05825	-0.00585	0.33534	0.40244	0.56446	0.32962	0.31248	0.54467	0.11895
CHE	0.36805	0.06391	0.22526	0.68129	0.65857	0.52388	0.42165	0.65129	0.48592
CHI	-0.00374	0.39325	0.33016	0.62752	0.16391	0.35278	0.04489	0.3784	0.64545
LAV	0.10891	0.03671	0.0639	0.56105	0.20027	0.33693	0.0144	0.36739	0.57963
WOO	0.40548	0.40917	-0.14709	-0.10155	-0.01798	-0.15235	0.11925	-0.18745	0.03038
ORE	-0.23565	0.47367	0.22821	0.65932	0.33891	0.5795	0.18034	0.47371	0.66608
ROB	0.06185	0.26557	0.04562	0.16227	0.39944	0.42923	0.51478	0.35334	0.07861
VAN	-0.27446	0.13718	-0.13007	0.4177	0.11919	0.41681	0.16271	0.16167	0.30541
CRM	-0.32579	0.27975	0.32995	0.41271	-0.01942	0.29431	-0.1089	0.04741	0.46797
DAN	0.28989	0.18361	0.1839	0.59323	0.26034	0.32519	0.15746	0.34655	0.66061
FRN	0.04408	0.0207	0.45704	0.65918	0.43534	0.60253	0.48958	0.38686	0.47294

En la Tabla 33 se observa la continuación de los atributos de olor que presentaron la mayor correlación entre sí.

Tabla 33. Correlación entre atributos de olor de mezcales tradicionales (Continuación)

	SNU	RES	SFM	AGA	GAR	SMO	CHE	CHI	LAV	WOO
SNU	1									
RES	0.61854	1								
SFM	0.5133	0.83466	1							
AGA	0.37891	0.06695	-0.00557	1						
GAR	0.60924	0.54608	0.47538	0.37166	1					
SMO	0.12543	0.45772	0.29328	0.30871	0.27813	1				
CHE	0.15618	0.46964	0.59383	0.20191	0.417	0.63456	1			
CHI	-0.10917	0.14366	0.25135	0.32178	0.02472	0.20579	0.60448	1		
LAV	-0.08044	0.10665	0.33242	-0.00754	-0.0178	0.07197	0.66722	0.78026	1	
WOO	0.35811	-0.07517	-0.0886	0.5223	0.26776	-0.05549	-0.03091	0.15979	-0.20792	1
ORE	0.17543	0.4342	0.34976	0.0728	0.07137	0.15659	0.32808	0.50566	0.58036	-0.42036
ROB	0.28971	0.52626	0.36115	-0.11024	0.52104	-0.01632	-0.07259	-0.27025	-0.36336	-0.07857
VAN	-0.02419	0.24635	0.20009	0.08643	-0.03337	0.21528	0.36546	0.33003	0.34289	-0.14755
CRM	0.04408	-0.01423	-0.01691	0.39792	-0.16606	0.1498	0.26892	0.51595	0.59838	-0.29954
DAN	-0.04444	0.17083	0.43416	0.0685	-0.01929	0.10466	0.65468	0.7739	0.78302	0.05454
FRN	0.25285	0.55932	0.44757	0.14479	0.19116	0.29666	0.51266	0.17026	0.30118	-0.29364

En la Tabla 34 podemos apreciar los últimos atributos de olor, en este caso ninguno presentó correlación alguna.

Tabla 34. Correlación entre atributos de olor de mezcales tradicionales (Continuación)

	ORE	ROB	VAN	CRM	DAN	FRN
ORE	1					
ROB	0.16413	1				
VAN	0.51157	0.32358	1			
CRM	0.63307	-0.49541	0.20459	1		
DAN	0.40225	-0.41274	0.1454	0.42268	1	
FRN	0.33035	0.14954	0.51198	0.36621	0.23017	1

El gráfico 21 se muestra la gráfica de PCA para los atributos de flavour, en ella se muestra que existe un 52.5% de explicación para todos los atributos teniendo que el componente 1 informa el 31.3 % del peso.

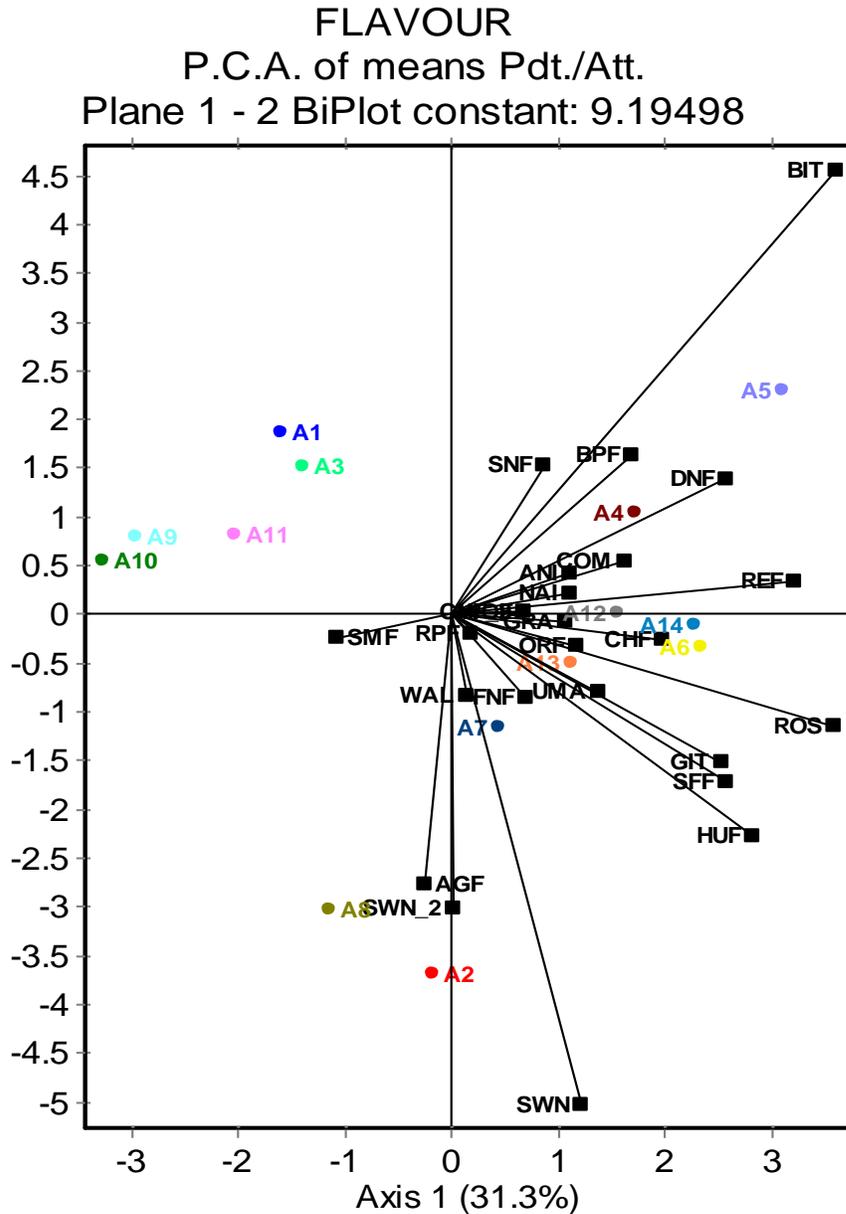


Gráfico 20. PCA Para atributos de flavour en mezcales con proceso de elaboración tradicional.

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|
| • Amargo (BIT) | • Nota dulce (SWN) | • Huitlacoche(HUF) | • Manzanilla (CHF) |
| • Pimienta negra(BPF) | • Pimiento rojo (RPF) | • Tabaco (SNF) | • Té de jengibre (GIT) |
| • Umami (UMA) | • Resina (REF) | • Maguey dulce y fermentado (SFF) | • Agave (AGF) |
| • Anís(ANI) | • Humo (SMF) | • Chile (CHF) | • Clavo (NAI) |
| • Maguey cocido (COM) | • Madera (WOF) | • Nuez(WAL) | • Orégano (ORF) |

En las Tablas 35 a 37 se muestra la matriz de covarianza de atributos de Flavour sabiendo que la correlación perfecta es 1 se tomaron los valores, iguales ó mayores a 0.7 para estudiar las correlaciones entre atributos.

Tabla 35. Matriz de correlación de atributos de Flavour para PCA

	BIT	SWN	HUF	CHF	BPF	RPF	SNF	GIT	UMA
BIT	1								
SWN	-0.24987	1							
HUF	0.2242	0.51435	1						
CHF	0.49807	0.19699	0.81201	1					
BPF	0.78661	-0.19081	0.36684	0.52561	1				
RPF	0.07589	0.15793	0.02499	0.30861	-0.26595	1			
SNF	0.73072	-0.30567	0.00192	0.29038	0.35266	0.26666	1		
GIT	0.12612	0.56966	0.45249	0.47053	0.0781	0.20279	0.23798	1	
UMA	-0.01063	0.48338	0.38346	0.32741	0.25654	-0.06876	-0.14127	0.55863	1
REF	0.39361	0.05031	0.5944	0.58179	0.44688	-0.08121	0.25488	0.55268	0.51259
SFF	0.1722	0.34384	0.80943	0.80013	0.15199	0.28589	0.12512	0.54208	0.07823
AGF	0.03499	0.48848	0.40551	0.2033	-0.05896	0.29385	0.01689	0.00275	-0.17673
ANI	0.51593	0.0599	0.30391	0.31254	0.40869	-0.15664	0.28424	0.30284	0.39182
SMF	-0.0236	0.14478	-0.20649	-0.0337	-0.08401	0.27644	0.0093	-0.14085	-0.11506
CHF_2	0.1891	0.20784	0.09613	0.30593	0.01929	0.20195	0.33293	0.77089	0.3114
NAI	0.11881	-0.13002	0.36026	0.4507	0.22954	-0.02669	0.38503	0.36187	0.47933
COM	0.21766	0.06324	0.11115	0.36819	-0.00297	0.55328	0.33448	0.35768	0.42119
WOF	0.18108	0.16023	0.1243	0.25416	0.35036	-0.08225	-0.07659	0.13313	0.22432
WAL	-0.00258	0.68864	0.46428	0.17455	-0.07283	0.26024	-0.01973	0.24338	0.11309
ORF	0.19753	-0.03501	0.51273	0.66452	0.38278	0.03356	0.20129	0.23121	0.10129
GRA	0.16397	0.13318	0.56713	0.61745	0.31295	-0.03745	0.05951	0.56744	0.52509
ROS	0.23226	0.27307	0.74349	0.76079	0.26297	0.22037	0.07119	0.35997	0.56236
FNF	-0.15696	0.28653	0.52105	0.34905	-0.17732	0.27314	-0.3418	0.06559	0.25419
DNF	0.23174	0.01421	0.07588	0.10859	0.26984	-0.22577	0.05239	0.38138	0.62924
SWN_2	-0.31667	0.58743	0.37828	-0.20212	-0.15447	-0.37127	-0.43908	-0.03204	0.17543

En la Tabla 36 se muestra la continuación de los resultados de la correlación de los atributos de flavour.

Tabla 36. Matriz de correlación de atributos de Flavour para PCA. (Continuación)

	REF	SFF	AGF	ANI	SMF	CHF_2	NAI	COM	WOF
REF	1								
SFF	0.56107	1							
AGF	-0.30155	0.21744	1						
ANI	0.70895	0.2357	-0.31433	1					
SMF	-0.66428	-0.23443	0.35003	-0.60715	1				
CHF_2	0.39222	0.32267	-0.12831	0.42491	-0.21778	1			
NAI	0.5953	0.31739	-0.23774	0.20276	-0.21817	0.21419	1		
COM	0.43658	0.21979	-0.36246	0.47185	-0.18665	0.33005	0.31691	1	
WOF	0.08015	0.15592	-0.05776	0.33878	0.14238	0.36723	-0.10477	0.02965	1
WAL	-0.01093	0.3235	0.70182	-0.12022	0.34102	-0.14361	-0.04521	-0.16786	0.04124
ORF	0.20705	0.5061	0.29735	-0.20051	0.26136	0.17783	0.53576	-0.20744	0.28909
GRA	0.84768	0.7056	-0.43933	0.63788	-0.59181	0.44165	0.56392	0.51247	0.22963
ROS	0.67916	0.5852	0.03077	0.56998	-0.38134	0.23256	0.46713	0.7022	0.11374
FNF	0.43713	0.43366	0.07324	0.31952	-0.47297	-0.1102	0.05267	0.44135	-0.22583
DNF	0.70577	0.00601	-0.68412	0.79651	-0.57132	0.36991	0.28781	0.57037	0.14598
SWN_2	0.09218	0.0747	0.3365	0.18969	-0.28766	-0.31308	-0.17483	-0.27217	-0.01259

A continuación se muestra la Tabla 37 donde se observan las correlaciones encontradas para los últimos atributos de flavour.

Tabla 37. Matriz de correlación de atributos de Flavour para PCA. (Continuación)

	WAL	ORF	GRA	ROS	FNF	DNF	SWN_2
WAL	1						
ORF	0.17755	1					
GRA	-0.16201	0.20675	1				
ROS	0.03636	0.23642	0.70854	1			
FNF	0.11442	-0.19066	0.44344	0.73826	1		
DNF	-0.32608	-0.34783	0.67396	0.44853	0.2983	1	
SWN_2	0.55071	-0.28628	0.01341	0.11234	0.36735	0.05487	1

En el gráfico 22 se explica que para el componente 1 no hay correlación positiva con ningún atributo por el contrario todos los atributos presentan correlación negativa en especial las muestras A14, A8, A5, A4, A12 y A6 que presentan la mayor intensidad de los atributos AOS REF NUM y BHA cabe mencionar que AOS es inversamente proporcional a NUM, AST y RET. Para el componente 2 los atributos que se correlacionaron positivamente fueron AOS, REF, BUR, PER, HOT, BIA, SPI con las muestras A5 A14 A1 A8 A2 A3 A11 A10, los atributos que se correlacionan negativamente con las muestras A6 A4 A12 A13 A7 y A9 fueron RET, AST, NUM siendo estos tres importantes para caracterizar estas muestras.

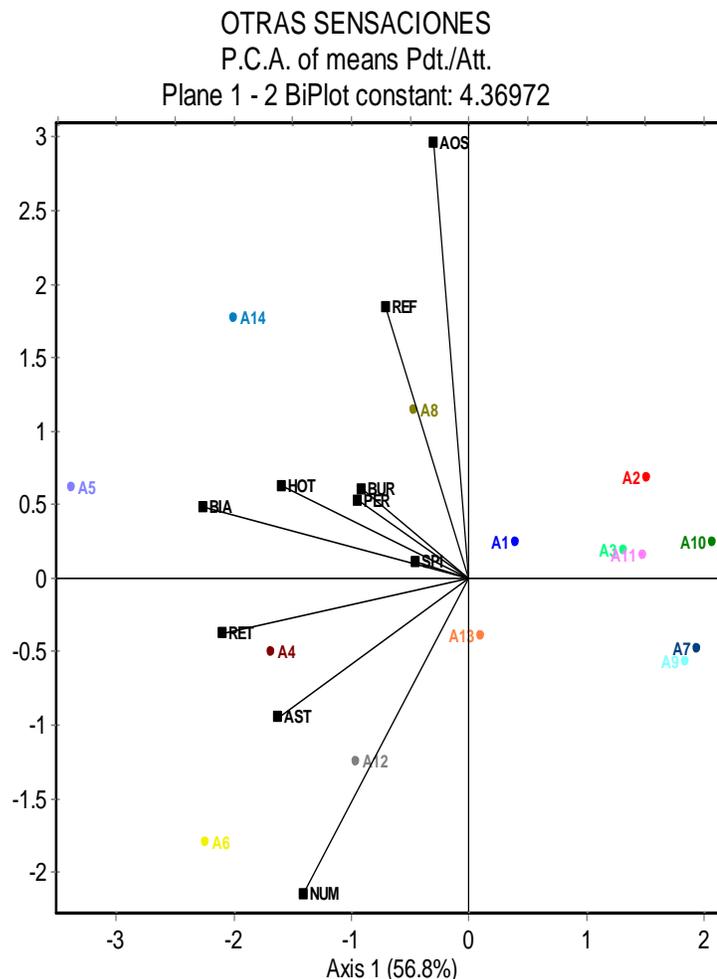


Gráfico 22. PCA Para atributos de otras sensaciones en mezcales con proceso de elaboración tradicional.

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| • Ácido (AOS) | • Adormecimiento (NUM) | • Ardiente (BUR) | • Astringente (AST) |
| • Caliente (HOT) | • Permanencia (PER) | • Picante (SPI) | • Refrescante (REF) |
| • Resabio amargo (BIA) | • Retronasal (RET) | | |

En la Tabla 38 se muestran las correlaciones encontradas para los atributos de otras sensaciones.

Tabla 38. Matriz de correlación de atributos de Otras Sensaciones para PCA

AOS	NUM	BUR	AST	HOT	PER	SPI	REF	BIA	RET	
AOS	1									
NUM	-0.14987	1								
BUR	0.1834	0.48039	1							
AST	0.00798	0.71629	0.35106	1						
HOT	0.1443	0.41486	0.72252	0.71061	1					
PER	0.15669	0.51175	0.82374	0.38699	0.70011	1				
SPI	0.09562	0.1921	0.01452	0.27056	0.01078	0.2735	1			
REF	0.46703	0.04367	0.64865	0.27346	0.58563	0.63245	0.32265	1		
BIA	0.21597	0.43909	0.52233	0.77866	0.84072	0.55178	0.20826	0.34355	1	
RET	0.07512	0.57932	0.55579	0.805	0.78238	0.51841	0.36837	0.32583	0.85595	1

En la Tabla 39 se muestran los atributos que más predominaron en cada uno de los mezcales tradicionales (A1-A14).

Tabla 39. Atributos predominantes en los mezcales A1 a A14

MEZCAL	APARIENCIA	OLOR	FLAVOUR	OTRAS SENSACIONES
A1	Transparente, cristalino, Perlado (tamaño más pequeño)	Barro, tabaco, madera y maguey crudo	Amargo y humo	Picante
A2	Transparente, cristalino, perla (tamaño más grande), tendencia hacia tonos amarillos	Pimiento verde, roble, humo y dulce	Jengibre y humo	
A3	Transparente, cristalino, lagrimeo, perlado (tamaño	Chile	Tabaco	

	más grande), tendencia hacia tonos amarillos y brillante			
A4	Trasparente, cristalino, formación de película, perlado (tamaño más grande)	Manzanilla, pimienta negra, tabaco, resina, maguey dulce y fermentado, roble y maguey crudo	Pimienta negra, madera, orégano, manzanilla y clavo	Retronasal
A5	Trasparente, cristalino, perlado, homogéneo, formación de película y tendencia hacia tonos amarillos	Dulce, pimienta negra, pimiento rojo, resina, roble y nota frutal	Umami, resina maguey cocido, pasto, nota láctea, dulce y chile	Adormecimiento, ardiente, caliente, permanencia, retronasal y refrescante
A6	Transparente, cristalino y formación de película	Barro , huitlacoche, cereza, lavanda, orégano, vainilla, nota láctea, nota frutal y pimiento verde	Huitlacoche, manzanilla, romero, nota frutal, dulce, pimienta negra, maguey dulce y fermentado y maguey cocido	Retronasal
A7	Traslúcida, perlado heterogéneo, perlado (tamaño más grande)	Humo y nota frutal	Clavo	

A8	Transparente, cristalino, perlado (tamaño más pequeño), perlado (mayor cantidad) y luminosidad	Agave, maguey crudo y nota frutal	Dulce, agave, anís, nuez y nota dulce
A9	Transparente, cristalino, luminosidad y tendencia hacia tonos verdes	Madera	
A10	Transparente, cristalino, cuerpo, luminosidad y tendencia hacia tonos verdes		
A11	Transparente cristalino y tendencia hacia tonos verdes		Madera
A12	Transparente cristalino, formación de película, perlado (tamaño más pequeño), luminosidad y tendencia hacia tonos verdes	Jengibre, resina, ajo, humo, cereza, maguey crudo y nota frutal	Pimiento rojo, Ácido y dulce Astringente
A13	Trasparente cristalino, formación de película, perlado (homogéneo) y	Ácido y pimienta negra	Ácido y maguey dulce y fermentado

	luminosidad			
A14	Transparente, cristalino, formación de película y perlado (homogéneo)	Ácido, chile y maguey dulce y fermentado	Amargo, tabaco, chile, jengibre y madera	Ácido, resabio amargo y retronasal

8.5 Evaluación instrumental de color

Los resultados de la evaluación de color en los mezcales se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Promedio y desviación estándar presentados en el atributo de color de los mezcales tradicionales (A1-A14)

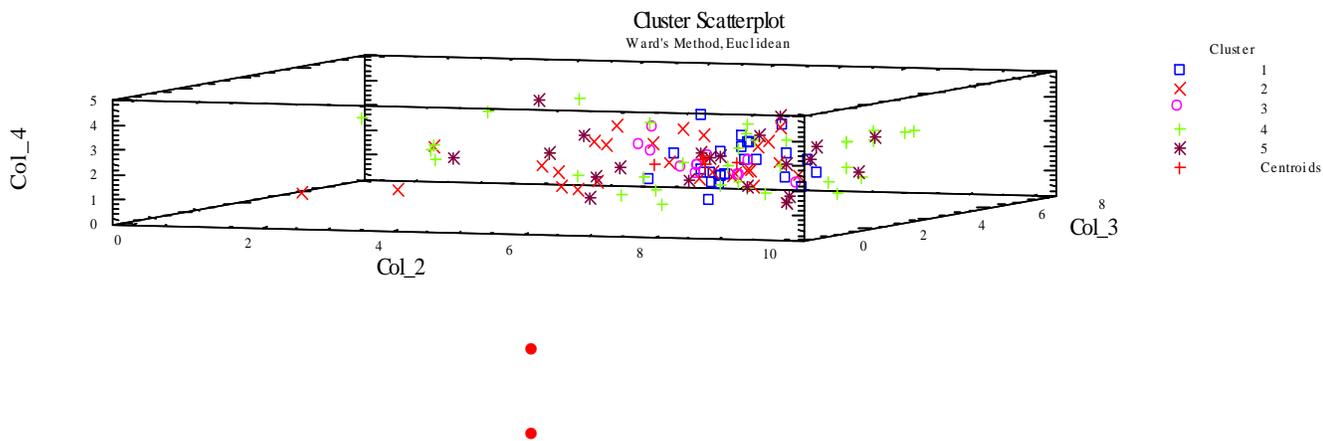
MUESTRAS	L*	a*	b*	C*	h°
A1	96,2±0,01 ^c	-0,8±0,02 ^d	2,9±0,02 ^j	3,03±0,02 ^j	105±0,4 ^b
A2	96,2±0,01 ^b	-1±0,02 ^b	3,3±0,008 ^l	3,5±0,008 ^l	106,4±0,02 ^{ef}
A3	96,03±0,01 ^a	-1±0,02 ^a	3,8±0,03 ^m	3,9±0,03 ^m	105,1±0,17 ^{bc}
A4	96,3±0,02 ^d	-0,8±0,03 ^c	2,8±0,02 ⁱ	2,9±0,03 ⁱ	106,8±0,5 ^{fg}
A5	96,7±0,01 ⁱ	-0,7±0,02 ^e	3±0,04 ^k	3,1±0,04 ^k	102,6±0,5 ^a
A6	96,4±0,01 ^e	-0,6±0,03 ^f	2±0,03 ^g	2,08±0,03 ^g	107,3±0,8 ^g
A7	96,2±0,07 ^c	-0,7±0,004 ^e	2,3±0,02 ^h	2,4±0,02 ^h	106,7±0,08 ^{fg}
A8	96,6±0,01 ^h	-0,4±0,005 ^{hi}	1,1±0,007 ^d	1,1±0,005 ^d	109±0,3 ^{hi}
A9	96,6±0,003 ^{hi}	-0,3±0,003 ^j	0,9±0,02 ^c	1±0,02 ^c	108,7±0,4 ^h
A10	96,6±0,007 ^{hi}	-0,4±0,006 ^h	1±0,003 ^d	1,1±0,004 ^d	110,4±0,3 ^k
A11	96,5±0,02 ^g	-0,3±0,004 ^{ij}	1,2±0,009 ^e	1,2±0,008 ^e	106,1±0,2 ^{de}
A12	96,6±0,01 ^{hi}	-0,3±0,0006 ^k	0,7±0,01 ^a	0,8±0,01 ^a	109,9±0,2 ^{jk}
A13	96,5±0,01 ^f	-0,4±0,004 ^g	1,5±0,0007 ^f	1,6±0,002 ^f	105,7±0,1 ^{cd}
A14	96,6±0,01 ^{hi}	-0,3±0,009 ^j	0,9±0,01 ^b	0,9±0,01 ^b	109,5±0,4 ^{ij}

8.6 Análisis de Clúster

En la Tabla 41 se puede observar la agrupación de los mezcales en cinco clúster diferentes, los mezcales más parecidos fueron aquellos que se encuentran en el mismo clúster, la representación gráfica de este análisis se encuentra en la figura 18. En la Tabla 39 se muestran las notas que caracterizan a los mezcales de cada uno de los clúster.

Tabla 41. Análisis de Clúster

Tabaco/Traslúcido Y Cristalino	Madera/Tonos verdes	Dulce	Agave/Picante	Otras Sensaciones
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
A1	A9	A2	A4	A5
A3	A10	A8	A6	
	A11		A7	
			A12	
			A13	
			A14	



- **Figura 16. Representación gráfica del análisis de Clúster**

9

Análisis de Resultados

El análisis de resultados se muestra en el mismo orden en que se enlistaron los resultados siguiendo el diagrama de trabajo planteado en la Figura 10.

9.1 SELECCIÓN DE JUECES.

9.1.1 PRUEBAS DE OLOR

En la Tabla 8, se muestran los resultados de las pruebas de olor. En ella se observa que en la prueba de reconocimiento, la mayoría de las personas detectaron los aromas (naranja, fresa, limón y canela) sólo 14 candidatos obtuvieron resultados por debajo del 50%. También se observa que los valores más bajos se obtuvieron en la prueba de memoria.

9.1.2 PRUEBAS DE GUSTOS BÁSICOS

En la Tabla 9 se muestran los resultados de gustos básicos en donde se puede observar que el gusto más difícil de detectar fue amargo, seguido de ácido y dulce, mientras que el gusto más detectado fue salado.

9.1.3 CANDIDATOS SELECCIONADOS

Con base en los resultados obtenidos se seleccionaron 18 personas para conformar el panel de mezcal (Tabla 10) de las cuales el 67% fueron mujeres y el 33% fueron hombres. El intervalo de edad de los candidatos fue de 21 a 46 años.

9.2 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

9.2.1 PERFIL DE DILUCIÓN Y GENERACIÓN DE ATRIBUTOS

En la Tabla 11 se puede apreciar que se obtuvo la mayor cantidad de atributos en las muestras de mezcal sin diluir, 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 la Tabla 12 se muestran los atributos generados para olor. Se puede observar que empleando la dilución al 30% de alcohol se obtuvo la mayor cantidad de atributos, mientras que al no emplear dilución hubo una menor generación de los mismos. Esto pudo deberse a que la predominancia de la nota alcohólica no permitió la detección de todos los atributos de olor, esto aunado al uso de material inadecuado para las evaluaciones efectuadas hasta ese momento ya que se empleó una copa para Brandy, lo que concentraba más el olor a etanol, saturando las fosas nasales. Para resolver este problema se utilizó una copa en forma de flauta que permitía al juez una mejor percepción de los atributos de cada mezcal.

En la Tabla 13 se muestran los atributos generados para flavour, en ella se observa que los jueces generaron más atributos al emplear diluciones al 19 y al 30 % de alcohol, que al evaluar sin dilución, ya que probablemente el alto contenido de etanol en las muestras no permitió que los jueces percibieran algunas notas, lo que provocó la generación de pocos atributos.

En la Tabla 14 se muestran los atributos generados para otras sensaciones, en ella se observa que se generaron más atributos al no usar dilución, esto probablemente debido a que una concentración elevada de etanol provoca que se generen atributos como adormecimiento de lengua, caliente, picante etc., en cambio al emplear la dilución al 19% la concentración de etanol se reduce, lo que provoca que no se perciban dichos atributos.

Se observó que para las muestras sin diluir se generaron menos atributos de olor y flavour debido a la gran cantidad de etanol presente en las muestras que enmascaró algunas notas, por otra parte, la dilución al 19% provocó que los atributos de apariencia cómo color, cuerpo y perlado fueran percibidos en menor grado. Para otras sensaciones la cantidad tan baja de alcohol no permitía la percepción de atributos como ardiente, caliente y adormecimiento. Con base en estos resultados, la dilución seleccionada para la evaluación de muestras fue al 30% de alcohol ya que es una concentración cercana a la que se suele degustar

el mezcal sin que llegue a enmascarar atributos de olor y flavour pero manteniendo atributos tanto de apariencia como de otras sensaciones.

En el gráfico 2 se puede observar que cada mezcal presenta un elevado número de atributos descritos siendo el mezcal 8 el que mayor cantidad de atributos presentó.

En el gráfico 3 se observó que los atributos transparente, homogéneo y adherencia a las paredes fueron los atributos de apariencia los que mayor incidencia tuvieron.

En el gráfico 4 se observó que la nota alcohólica, nota ácida, nota amarga, madera húmeda y nota dulce fueron los atributos de olor que se percibieron con mayor intensidad.

En el gráfico 5 se pudo observar que los atributos alcohol, amargo, adormecimiento, picante, astringente y madera presentaron la mayor frecuencia para flavour.

En el gráfico 6 se observó que la astringencia es el atributo que más se percibió seguido de adormecimiento de lengua, quemante y picor, atributos importantes que deben percibirse para otras sensaciones.

9.2.2 COMPROBACIÓN DEL ENTERAMIENTO DEL PANEL.

En la primera sesión de evaluación, los CV generados para cada atributo fueron altos, la mayoría de los jueces rebasó el 50%, esto debido a que no contaban con un entrenamiento ni experiencia previa en evaluaciones sensoriales de bebidas alcohólicas por lo que esta etapa fue fundamental para que los jueces evaluaran con uniformidad, familiarizaran los atributos con los estándares y les permitiera hacer un mejor uso de la escala para así poder llegar a un entrenamiento exitoso. Se sabe que el panel está entrenado hasta obtener un coeficiente de variación menor ó igual al 35% (Carrasco, 2010) no obstante se decidió establecerlo al 40% debido a la complejidad del mezcal (Carmona, 2013) En general la disminución del

CV, permite comprobar que el entrenamiento realizado es el adecuado lo que da la pauta para proseguir con la elaboración del perfil sensorial del mezcal.

En la gráfica 7 que corresponde a los CV generados para los atributos de apariencia **antes** del entrenamiento, se pudo apreciar que los atributos traslúcido, lagrimeo, perlado homogéneo y perlado cantidad presentan valores entre 70 y 80% de CV, el resto se mantiene alrededor del 50%. Estos resultados se compararon con la Gráfica 8 que corresponden a los CV generados para apariencia **después** del entrenamiento en donde se aprecia notoriamente una disminución del CV. En esta gráfica se observó que los atributos se mantienen por debajo del 40%, salvo algunas muestras como el mezcal 7 que rebasa ligeramente dicho porcentaje en el atributo traslúcido, al igual que el mezcal 10 en el atributo lagrimeo.

Para la gráfica 9 se observaron que los CV generados para los atributos de olor **antes** del entrenamiento se encontraron, la mayoría, por arriba del 50%, pero algunos atributos como barro, maguey dulce y fermentado, cereza, chile, vainilla y nota láctea alcanzaron un coeficiente de variación de 100%. En la gráfica 10 se observaron los CV generados para los atributos de olor **después** del entrenamiento, en ella se aprecia que la mayoría de los atributos se encontraron por debajo del 40%, en comparación con el gráfico 11 se logró disminuir notoriamente el CV.

Para la Gráfica 11 se observaron que los CV generados para los atributos de flavour **antes** del entrenamiento, se encuentran, la mayoría, por arriba del 50%, siendo el mezcal 6 el que reporta CV de hasta 100% en los atributos nota dulce, nota láctea, pasto, nuez y maguey cocido. En la gráfica 12 se observan los coeficientes de variación generados para los atributos de flavour **después** del entrenamiento, en ella se muestra una notable disminución del CV ya que la mayoría de los atributos se encontraron por debajo del 40%, a excepción del mezcal 3 que rebasó este valor en el atributo agave, y el mezcal 4 que también rebasó el 40% en el atributo Umami.

En la gráfica 13 se observaron que los CV generados para los atributos de otras sensaciones **antes** del entrenamiento, se encontraron, la mayoría, por arriba del 40%, entre los más altos se encontró el mezcal 8 con el atributo picante y el mezcal 5 con el atributo ardiente que rebasó el 70%. En la gráfica 14 se observaron que los CV generados para los atributos de otras sensaciones después del entrenamiento, se redujeron considerablemente, siendo el valor más alto el mezcal 13 con el atributo caliente y el mezcal 14 con el atributo refrescante, rebasando ligeramente el 40%.

9.3 PERFIL SENSORIAL DE MEZCALES TRADICIONALES

Apariencia

En el gráfico 15 se observó que el atributo **perlado tamaño** no presentó deferencia significativa, lo cual quiere decir, que fue percibido de manera similar por todos los jueces. También se observó que el mezcal A7 fue el que presentó un perfil diferente al del resto de las muestras.

En la Tabla 19 se observó que para el atributo **transparente** (no presenta color pero permite el paso de luz) la mayoría de las muestras lo presentan en intensidad alta, el mezcal A7 fue el más **traslúcido** (presenta color y permite el paso de luz), el menos **crystalino** y el de menor **formación de película**. El mezcal con mayor **cuerpo** fue A10, y los menores A7 Y A3, el resto fueron similares entre sí. Los mezcales con mayor **formación de película** fueron A14 y A4.

La Tabla 20 muestra que la mayor intensidad en la que se percibió el atributo **lagrimeo** fue en el mezcal A3, mientras que la menor intensidad la tuvo el mezcal A4, por otro lado, las muestras A2 A5, A8, A9, A10, A11, A14, A6 y A7, fueron similares entre sí.

Se ha reportado en la literatura que la variación de resultados obtenidos para este atributo se debe al efecto Gibbs-Marangoni (Catania & Avagnina, 2007) que es la transferencia de masa en una interface 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 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 hay mayor concentración de agua y tensión superficial, en tanto que en 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 (tipo de alcohol secundario untuoso) sustancias minerales y azúcares residuales.

Se sabe que el perlado es un parámetro para evaluar la calidad del mezcal, el tamaño y la duración de las burbujas o perlas formadas indican el grado alcohólico además del tipo de procedencia de maguey empleado. (Pérez, 2007). Como se aprecia en la tabla 20, A7 es la muestra con el perlado más heterogéneo, mientras que A5 es el mezcal con el perlado más homogéneo. Los mezcales con el perlado más pequeño fueron A1, A8 y A12, mientras que el más grande se percibió en los mezcales A2, A3, A4 y A7, el resto de las muestras presentaron características similares. Por otro lado el mezcal A8 presentó la mayor cantidad de perlado y A7 la menor, el resto de las muestras presentaron intensidades intermedias (valores 5 - 6.9).

Olor

En el gráfico 16 se observa que de los 36 atributos evaluados en olor, sólo dos de ellos agave y humo, resaltados en color azul no presentan diferencia significativa entre las muestras, es decir, ambos atributos fueron percibidos de manera similar por todos los jueces. Se sabe que un parámetro de calidad es percibir el aroma a maguey cocido al oler un mezcal tradicional (Pérez, 2007) y justamente los

atributos agave y humo hacen alusión a dicho parámetro. Para el resto de los atributos se observa diferencia significativa.

La Tabla 21 muestra que los mezcales que presentaron la mayor intensidad de **olor ácido** (AOD) fueron A12, A13 y A14, los menores fueron A2 y A7, los grupos que presentaron éste atributo con intensidades similares entre sí fueron A1, A4 y A5 que coinciden en estar elaborados con agave Espadín. La mayor presencia del olor a **barro** (MUD) se encontró en las muestras A1 y A6 mientras que la menor intensidad se encontró en el mezcal A10, el resto reportó la nota en intensidades bajas. La **nota dulce** (SWE) de olor, se reportó en mayor cantidad en la muestra A5. La mayor intensidad del olor a **huitlacoche** (HUI) se presentó en el mezcal A6, y la menor intensidad la mostraron los mezcales A2, A3, A8, A9, A10 y A11. Por otro lado las muestras A12, A13 y A14, presentaron similitud en esta nota coincidiendo que las tres muestras son de Zapotitlán Jalisco. En el olor a **jengibre** (GIN) los mezcales con menor intensidad de esta nota se presentaron en las muestras A8-A11, todas ellas producidas por el mismo maestro mezcalillero y elaboradas con agave Ixtero Amarillo (excepto la muestra A10). Por otro lado la mayor intensidad de este olor se encontró en el mezcal A12, elaborado únicamente con agave Azul Tel Cruz. La mayor intensidad del olor a **manzanilla** (CHA) lo mostraron los mezcales A4 y A5). La mayor intensidad del olor a **pimienta negra** (BPE) se encontró en los mezcales A4, A5, y A13, la menor intensidad de este atributo se reporta en el mezcal A11.

En la Tabla 22 se muestran otros 7 atributos de olor, en ella se observa que el mezcal A5 fue la muestra que presentó la mayor intensidad de olor a **pimiento rojo** (RPE) mientras que A8 y A9 son los que tiene la menor intensidad de este atributo. Para el atributo **pimiento verde** (GPE) las muestras A2, A3, A8-A11 presentaron la menor intensidad (valores menores a 2 en escala, 1.4-1.8) mientras que A6 fue la de mayor intensidad (3.8) aunque es importante hacer notar que todas las muestras presentaron una baja intensidad. Para el atributo **tabaco** (SNU) todas las muestras presentaron baja intensidad siendo la que mayor intensidad mostró las muestras A1 y A3 (3.8). El olor a **resina** (RES) se presentó

en intensidades bajas (muestras A8-A11) a intermedias (muestras A6, A7 y A14). El atributo a **maguey dulce y fermentado** (SMF) y el de **agave** (AGA) son dos de los más importantes, ya que se relacionan directamente con la materia prima con la que se elabora el mezcal, para ambas notas se observó que están presentes en todas las muestras estando la nota a agave en mayor intensidad que la nota a **maguey dulce y fermentado** (SMF) que se presentó en baja intensidad en la mayoría de las muestras, esto probablemente debido a que el estándar fue muy difícil de conseguir, aunado a que debía estar ligeramente fermentado, esta condición fue difícil de mantener en todas las sesiones de evaluación, por lo que fue el estándar que menos se le proporcionó a los jueces, mientras que el estándar de agave se les pudo proporcionar en todas las sesiones, familiarizándose más con este último. Para la misma nota a **maguey dulce y fermentado** (SMF) dos mezcales elaborados con mezclas de agaves presentaron los mayores valores (A4 y A5) y dos mezcales elaborados con un solo agave (A12 y A14) también, por lo que podría ser el tipo de agave el que marca la diferencia en este atributo y no el hecho de que estén mezclados. La presencia de la nota a agave caracteriza a los mezcales tradicionales como un producto de origen y alta calidad por lo que su presencia en cada muestra es fundamental, así se observa que la muestra A8 elaborada con agaves Ixtero amarillo y ChonCuellar fue la que presentó la nota más intensa mientras que A11 elaborada con Ixtero amarillo y Limeño fue la menos intensa, en términos generales los mezcales elaborados con mezclas de agaves de mayor edad presentaron los mayores valores para esta nota. El mezcal con la mayor intensidad del atributo **ajo** (GAR) es A12 mientras que los mezcales con menor intensidad de esta nota fueron A11 y A9.

En la Tabla 23 se observa que para el atributo **humo** (SMO) los mezcales A10 Y A11 fueron las muestras con menor intensidad, mientras que los mezcales A7 y A12 presentaron la mayor intensidad del atributo, para el resto de las muestras se observó una gran similitud en su intensidad. Los atributos de cereza, chile y lavanda se encontraron en muy baja intensidad, siendo la muestra A12 la que mostró mayores valores en estos tres atributos así como la muestra A6 que tuvo la más alta intensidad en el atributo chile y lavanda. En el mezcal A7 se detectó la

intensidad más baja para el atributo **madera** (WOO), mientras que en los mezcales A1, A8, A9 y A13 se percibió la intensidad más alta (3.2-3.3) para este atributo, presentando una gran similitud en la percepción de la intensidad en los mezcales A2-A6 y A12. La menor intensidad del atributo **orégano** (ORE) fue detectada en el mezcal A9 mientras que la mayor intensidad fue detectada en el mezcal A6, percibiéndose de manera similar las muestras A3, A5, A11 y A14.

En la Tabla 24 se muestran los últimos atributos de olor, en ella se muestra que para los atributos **roble** (ROB), **vainilla** (VAN), **nota frutal** (FRN) presentaron intensidades bajas para todas las muestras. Por otro lado la nota a **magüey crudo** (CRM) se percibió en todos los mezcales encontrándose en mayor intensidad en las muestras A6-A8 y A1. Los mezcales A6, A13 y A14 mostraron la mayor intensidad de la **nota láctea** (DAN).

OBSERVACIONES:

Los esfuerzos por conocer, cuantificar y analizar los compuestos volátiles de una bebida alcohólica se basan en que ellos son responsables del olor y aroma de una bebida. El típico sabor de una bebida está estrechamente ligado al proceso así como a la materia prima con que se elaboró la bebida (Escalona y col, 2004). Por ello se realizaron las siguientes conjeturas ya que en esta tesis no se pudo demostrar se propone que se hagan los pertinentes estudios y análisis para su comprobación.

-Una intensidad alta de **olor ácido** probablemente se deba a que los mezcales A12 Y A13 fueron elaborados con agaves jóvenes, mientras que los mezcales A2 y A7 fueron elaborados con agaves con antigüedad de hasta 10 años lo que influye en la concentración de azúcares presentes en cada agave. Por otra parte, el constituyente principal de la acidez volátil de las bebidas es el ácido acético, este ácido es producido por las levaduras al comienzo de la fermentación alcohólica, cuando el ácido acético se encuentra en concentraciones elevadas (> 1g/L), indica que ha habido una intervención de las bacterias acéticas y a estos

niveles de concentración el olor se considera un defecto importante de la bebida. (Martí, 2005).

- La nota dulce de olor se detectó en el mezcal A5 y se pudo deber a que es el único mezcal elaborado con 3 distintos agaves (Espadín, San Martinero y Tosalá), lo que pudo proporcionar una mayor cantidad de azúcares que no fueron agotados al final de la fermentación. Por otro lado, las muestras A4, A12, A7 y A10 presentan similar la nota dulce a pesar de no tener similitud en tipo de agave o proceso de elaboración, esto puede deberse a la presencia del compuesto dietil acetal cuya presencia fue elevada en un estudio realizado por Molina et.al. (2007) con 10 mezcales jóvenes. El dietil acetal es el resultado de la reacción de etanol y acetaldehído, su presencia en bebidas alcohólicas contribuye fuertemente a la generación de un olor intenso a dulce y afrutado (Consejería de Agricultura y pesca, 2002)

-Una intensidad alta de olor a manzanilla la presentaron los mezcales A4 Y A5. En un estudio realizado por Molina et.al. (2007) con 10 mezcales jóvenes se detectaron alcoholes con doble ligadura en su cadena como lo son 3-metilbut-3-en-1-ol (α -prenol) y 3-metilbut-2-en-1-ol (prenol), los cuales han sido reportados en aceites esenciales de la flor de manzanilla (Sefidkon y Omidbaigi, 2004), dichos alcoholes pudieran estar presentes y generar el olor a manzanilla.

-Los mezcales que presentaron la mayor nota de olor a humo fueron A7 Y A12, en un estudio realizado por Molina et.al. (2007) con 10 mezcales jóvenes se observó la presencia de fenoles, reportando notas aromáticas a humo dichos fenoles pudieran estar presentes y generar el olor a humo. Por otra parte, este atributo también podría deberse al proceso tradicional de producción, en el cual se emplea un horno de tierra para la cocción de las piñas, como afirma García, (2012) en su tesis de Maestría; de acuerdo a la percepción de los jueces, el mezcal¹ se caracteriza por las notas a humo y madera, indicativo de un proceso de cocción con leña, proceso típico en la zona de procedencia del mezcal.

- Los mezcales que presentaron la mayor nota a madera fueron A1, A8, A9 y A13, en un estudio realizado por Molina et.al. (2007) con 10 mezcales jóvenes se observó la presencia de ácidos y ésteres, reportando notas aromáticas de madera dichos ácidos y ésteres pudieran estar presentes y generar el olor a madera.

-La baja intensidad en la que se percibieron las muestras para la nota frutal puede deberse a la concentración de etanol que se empleó para evaluar (30% de alcohol). Escudero (2007), evaluó el efecto del etanol sobre la percepción de las notas frutales de mezclas de 9 compuestos volátiles con notas frutales a altas concentraciones, cuando no había etanol en la mezcla, la intensidad de las notas era fuerte, pero la intensidad disminuía conforme la intensidad del etanol se elevaba, hasta un punto en el cual la nota ya no se percibía.

Flavour

En la gráfica 17 se muestra que todos los atributos de flavour presentan diferencia significativa para todas las muestras de mezcal por lo que el análisis de componentes principales presentado a continuación es primordial para comprender la riqueza y complejidad de estas muestras de mezcal en cuanto a flavour.

En la Tabla 25 se muestran los resultados para los atributos de flavour en donde se puede ver que los mezcales A2, A7-A10 fueron las muestras con menor intensidad el atributo **amargo** (BIT), la mayor intensidad fue para los mezcales A1 y A14 el resto de las muestras mantuvieron una gran similitud en la percepción de la intensidad de este atributo. Los mezcales A10 y A11 fueron las muestras en las cuales se detectó menor intensidad de la **nota dulce** (SWN) coincidiendo con los resultados obtenidos para el perfil de olor en donde A11 también presentó la menor intensidad de éste atributo, el mezcal A8 fue el que presentó la mayor intensidad. La menor intensidad del atributo **huitlacoche** (HUF) fue detectada en el mezcal A9 mientras que la mayor intensidad fue en el mezcal A6. La menor intensidad del atributo **manzanilla** (CHF) fue detectada en los mezcales A9 y A10, mientras que la mayor intensidad fue detectada en el mezcal A6, El mezcal A2

presentó la intensidad más baja para la **nota pimienta negra** (BPF) y en el mezcal A4 la mayor intensidad para este atributo. En los mezcales A4, A8 y A10 se detectó la menor intensidad del atributo **pimiento rojo** (RPF), mientras que para el mezcal A12 la mayor intensidad.

En la Tabla 26 se observan otros 6 atributos de flavour en donde la menor intensidad del atributo **tabaco** (SNF) fue detectada en los mezcales A2, A8 y A10, la mayor intensidad fue detectada en el mezcal A3. Los mezcales A9 y A11 fueron las muestras con menor intensidad del atributo té de **jengibre** (GIT), el mezcal A2 presentó la mayor intensidad. El mezcal A10 presentó la menor intensidad para el atributo **Umami** (UMA), mientras que el mezcal A5 la mayor intensidad. En los mezcales A1 y A3 así como A9 y A11 se reportó la mayor intensidad para el atributo **resina** (REF), mientras que la mayor fue para el mezcal A5. En los mezcales A1, A3, A5 así como en las muestras A8 y A10 se detectó la intensidad más baja para el atributo maguey **dulce y fermentado** (SFF), la mayor fue para el mezcal A13. El mezcal A5 fue la muestra en la cual se detectó la menor intensidad el atributo **agave** (AGF), mientras que el mezcal A8, presentó la mayor intensidad del atributo, como ya se había mencionado este es uno de los mezcales que presenta la mezcla de tres agaves. Un mezcal debe oler y saber a agave (maguey) para ser precisos a agave cocido, materia prima con la que se elabora el mezcal tradicional.

En la tabla 27 se continua con siete atributos más de Flavour se observa que el mezcal A5 reportó la menor intensidad del atributo **anís** (ANI), contrariamente al mezcal A8, en el que se detectó la mayor intensidad. En general cómo se ha observado hasta el momento el mezcal A5 reportó las menores intensidades de notas dulces como maguey dulce fermentado, agave y anís contrariamente al mezcal A8 que presentó las mayores intensidades de estas mismas notas.

El mezcal A7 fue la muestra con menor intensidad el atributo **humo** (SMF), contrariamente al mezcal A2, que presentó la mayor intensidad, esta nota se genera debido a la cocción del agave en horno de tierra (método tradicional), por otra parte también puede ser generada por el sobrecalentamiento de los azúcares,

lo que incrementa la concentración de furfural dando un sabor ahumado. (Cedeño, 1995). La menor intensidad del atributo **chile** (CHF) fue detectada en el mezcal A9, mientras que la mayor intensidad fue detectada en el mezcal A14. La menor intensidad del atributo **clavo** (NAI) fue detectada en el mezcal A10, mientras que la mayor intensidad fue detectada en el mezcal A7. Los mezcales A8 y A10 fueron las muestras en las cuales se detectó menor intensidad el atributo **magüey cocido** (COM), el mezcal A5 presentó la mayor intensidad. La menor intensidad del atributo **madera** (WOF) fue detectada en el mezcal A7, mientras que la mayor intensidad la presentó el mezcal A4. Las muestras que presentan la mayor intensidad del atributo **nuez** (WAL) se reportó en el mezcal A8 mientras que la menor intensidad en los mezcales A5, A9, A7 y A10.

En la tabla 28 se muestran los últimos atributos de flavour, en ella se observa que el atributo **orégano** (ORF) se presentó en mayor intensidad en el mezcal A4 mientras que la menor intensidad de este atributo se reportó en el mezcal A5. El mezcal que reporta la mayor intensidad del atributo **pasto** (GRA) fue A5 mientras que la menor intensidad de este atributo se reportó en los mezcales A1, A3 y A10. La nota a **romero** (ROS) el mezcal A6 tuvo la mayor intensidad de esta nota mientras que la menor la presentó el mezcal A9. La **nota frutal** (FNF) se reportó en mayor intensidad en el mezcal A6 mientras que la menor intensidad de este atributo se reportó en los mezcales A3 y A4. La **nota láctea** (DNF) se presentó en mayor intensidad en el mezcal A5, la menor presencia de este atributo se reportó en el mezcal A1. La **nota dulce** (SWN) tuvo la menor percepción en los mezcales A1, A3, A4 y A11 mientras que la mayor percepción se presentó en el mezcal A8 confirmando que las mayores intensidades de notas dulces son para este mezcal.

OBSERVACIONES:

Al igual que para los atributos de olor en Flavour también se realizaron las siguientes conjeturas ya que en esta tesis no se pudieron definir por lo que se propone que en un futuro se hagan los pertinentes estudios y análisis para su comprobación.

Los mezcales A10 y A11 fueron las muestras en las cuales se detectó menor intensidad de la **nota dulce** (SWN) coincidiendo con los resultados obtenidos para el perfil de olor en donde A11 también presentó la menor intensidad de éste atributo, el mezcal A8 fue el que presentó la mayor intensidad debido a que fue elaborado a base de 2 tipos de agave, Ixtero Amarillo (12 años) y Choncuéllar (10 años) lo que pudo proporcionar una mayor cantidad de azúcares que no fueron agotados al final de la fermentación, coincidiendo con el perfil de olor para este atributo en donde una vez más la mezcla de agaves refleja esta nota.

El mezcal A5 fue la muestra en la cual se detectó la menor intensidad el atributo **agave** (AGF), mientras que el mezcal A8, presentó la mayor intensidad del atributo, como ya se había mencionado este es uno de los mezcales que presenta la mezcla de tres agaves para su elaboración lo que influye en aumento de esta nota. Un mezcal debe oler y saber a agave (maguey) para ser precisos a agave cocido, materia prima con la que se elabora el mezcal tradicional.

En general como se ha observado hasta el momento el mezcal A5 reportó las menores intensidades de notas dulces como maguey dulce fermentado, agave y anís contrariamente al mezcal A8 que presentó las mayores intensidades de estas mismas notas, esto debido a que el mezcal A5 está elaborado a partir de Espadín (8-11 años), San Martinero (13 años) y Tosalá (10 años) como materia prima pero pertenece a La Compañía Ejutla Oaxaca, mientras que el mezcal A8 está elaborado con Ixtero Amarillo (12 años) y Choncuéllar (10 años) y pertenece a Zapotitlán Jalisco.

La menor intensidad del atributo **madera** (WOF) fue detectada en el mezcal A7, mientras que la mayor intensidad la presentó el mezcal A4, la cocción del agave en horno de tierra (método tradicional) produce un sabor amaderado.

Otras sensaciones

En la gráfica 18 se observa que todas las sensaciones percibidas en los mezcales muestran diferencias siendo el mezcal A5 el que mayor diferencia numérica presenta respecto al resto de las muestras. La presencia de otras sensaciones

esta generada en gran medida por la presencia de alcohol en cada una de las muestras.

En la Tabla 29 se observa que en general la muestra A5 presentó intensidades intermedias en todos los atributos al igual que A6 (excepto para AOS) estas dos muestras fueron las que contenían el mayor porcentaje volumen/alcohol (60%) lo que aún cuando todas las muestras se diluyeron al 30% vol.alc indicó que la presencia del glicerol y otros compuestos como Capsaicinoides, taninos etc. también podrían estar contribuyendo, mientras que para el resto de las muestras se presentaron intensidades bajas. Por otro lado, las muestras A7 y A10 con bajo contenido alcohólico comparado con el resto de los mezcales (excepto A13) presentaron las menores intensidades, esto podría indicar que el contenido alcohólico de los mezcales está relacionado con la intensidad en que se perciben otras sensaciones como AOS, NUM, BUR, AST, HOT y PER.

9.4. Método análisis de componentes principales (PCA) para apariencia, olor, flavour y otras sensaciones.

APARIENCIA

La grafica 19 muestra el análisis de PCA que muestra un porcentaje de explicación total del 85.9% para todos los atributos de apariencia explicando el componente 1 el 62.2 % de variabilidad, los atributos que se correlacionan positivamente con este eje son FFO, PEC, BOD, CRY y TNP, todos estos descriptores son directamente proporcionales entre sí, las muestras A9 A12 A2 A3 A11 A10 A1 A8 y A6 tienen correlación con todos los atributos antes mencionados pero en especial con los atributos FFO y TNP, las muestras A4 A14 A13 A5 tienen correlación negativa con el componente 1 en los atributos TNL, PET, TEA y PEH. El componente 2 explica el 23.7% del análisis de PCA, en él las muestras A4 A14 A13 A5 A6 A8 presentaron correlación positiva con TNL FFO y TNP que son directamente proporcionales entre sí, mientras que las muestras A12 A9 A2 A3 A11 A10 A1 presentaron correlación negativa con PEH.

En la Tabla 31 se muestra la matriz de correlación para los atributos de apariencia, en donde 1 representa una correlación absoluta, por ello se marcan en color verde aquellos atributos con los valores más altos, considerando sólo los valores de 0.7 en adelante. Se observa que el atributo TNP se correlaciona positivamente con PEC, BOD y CRY. Por otro lado el atributo cristalino CRY se correlacionó positivamente con cuerpo.

OLOR

En el gráfico 20 se observa el análisis de PCA que muestra un porcentaje de explicación total del 65.9% para todos los atributos de olor en donde el componente 1 explica el 49.2 % de la variabilidad mostrando que ningún atributo mantiene correlación positiva con este componente, presentando todos los descriptores correlación negativa: las muestras A5, A12, A13, A4, A14, A6 y A7 presentaron todos los atributos sobresaliendo AOD SFM ORE CHE CHI CRM y RES, todas estas notas presentan correlación ya que son notas frescas, herbales y verdes que producen la misma sensación en la nariz. Respecto al componente 2 este explica el 16.7% del análisis del PCA, las muestras que presentaron correlación positiva con los atributos AOD, SFM, BPE, SNU, WOO, GAR, GIN, ROB, RES fueron A5 A12 A4 A14 A13 A1 A3 A9 A11 A10, esta correlación se presenta debido a que son notas muy fuertes y perfumadas ya que pertenecen a notas relacionadas con especias y maderas.

En la matriz de correlación (Tabla 32) se observa que el atributo HUI se correlacionó positivamente con notas de pimienta tanto verde como rojo SFM, RES, CHA y GPE. Por otro lado, el atributo GIN se correlacionó positivamente con RPE, GAR, BPE y RES es decir con notas fuertes de olor. El atributo BPE tuvo la mayor correlación positiva con el atributo RES, SFM y GAR.

En la Tabla 33 se observa que el atributo RES se correlacionó positivamente con el atributo SFM. Por otro lado, el atributo CHI se correlacionó de forma positiva con LAV y DAN dos olores con notas débiles, lo que no se esperaba ya que el olor a chile es penetrante, fuerte e irritante.

En la Tabla 34 podemos apreciar que los atributos ORE, ROB, VAN, CRM, DAN, FRN, no se correlacionan entre sí, esto se pudo deber a que la mayoría de ellos presentaron intensidades muy bajas, apenas perceptibles.

FLAVOUR

El gráfico 21 se muestra el PCA para los atributos de flavour, en ella se muestra que existe un 52.5% de explicación para todos los atributos teniendo que el componente 1 informa el 31.3 % del análisis. Los atributos SNF PPF BIT DNF REF COM ANI NAI GRA CHF ORF ROS GIT UMA FNF SFF HUF SWN_2 se correlacionaron positivamente con las muestras A5 A4 A12 A14 A6 A13 A7 mientras que los descriptores SMF AGF se correlacionan negativamente con las muestras A1 A3 A11 A9 A10 A8 y A12. El componente 2 explicó el 21.2% del análisis de variabilidad en donde las muestras A10 A9 A11 A3 A1 A5 A4 A12 se correlacionaron positivamente con los atributos SNF BPF BIT DNF COM ANI NAI REF mientras que las muestras A14 A6 A13 A7 A8 A2 se correlacionaron negativamente con los atributos de SMF RPF ORF CHF WAL FNF UMA ROS GIT SFF HUF AGF SWN_2 GRA SWN.

En las Tablas 35 a la 37 se muestra la matriz de covarianza de atributos de Flavour sabiendo que la correlación perfecta es 1 se tomaron los valores, iguales ó mayores a 0.7 para estudiar las correlaciones entre atributos. El atributo amargo (BIT) se correlacionó con pimienta negra (BPF), así como tabaco (SNF) dos notas fuertes que dentro de sus descriptores presentan la nota amarga. La nota dulce (SWN) también se correlacionó con la nota nuez (WAL). A su vez el sabor a Huitlacoche se correlacionó con notas a romero (ROS) esto podría deberse a la sensación herbal liberada al masticar cada grano de huitlacoche (Carrasco, 2010), así como con el atributo chile (CHF) y maguey dulce y fermentado (SSF), a su vez el atributo chile también es correlacionado con el atributo romero (ROS).

En la Tabla 36 se muestra la continuación de los resultados de la correlación de los atributos de flavour el atributo resina (REF) se correlacionó con anís (ANI), la nota a pasto (GRA) y la nota láctea (DNF) . El atributo maguey dulce y fermentado se

correlacionó con el atributo pasto (SFF) ambas notas verdes. Mientras agave (AGF) se correlacionó con el atributo nuez (WAL), anís (ANI) y nota láctea. Por otro lado el atributo maguey cocido (COM) se correlacionó con la nota a romero (ROS), la correlación de estas notas es muy importante que se presente en cada muestra de mezcal que se analice ya que es un parámetro de calidad que se toma en cuenta para determinar si es un mezcal tradicional auténtico.

En la Tabla 37 donde se observan las correlaciones encontradas para los últimos atributos de flavour de los cuales la nota pasto se correlacionó con la nota a romero, siendo estas últimas notas herbales ó verdes presentes, características en algunas de las muestras de mezcal, la nota a romero también se correlaciona con la nota frutal (FNF).

OTRAS SENSACIONES

En el gráfico 22 se explica que para el componente 1 no hay correlación positiva con ningún atributo por el contrario todos los atributos presentan correlación negativa en especial las muestras A14, A8, A5, A4, A12 y A6 que presentan la mayor intensidad de los atributos AOS REF NUM y BHA cabe mencionar que AOS es inversamente proporcional a NUM, AST y RET. Para el componente 2 los atributos que se correlacionaron positivamente fueron AOS, REF, BUR, PER, HOT, BIA, SPI con las muestras A5 A14 A1 A8 A2 A3 A11 A10, los atributos que se correlacionan negativamente con las muestras A6 A4 A12 A13 A7 y A9 fueron RET, AST, NUM siendo estos tres importantes para caracterizar estas muestras.

En la Tabla 38 se muestran las correlaciones encontradas para los atributos de otras sensaciones la mayoría de los atributos en este caso se correlacionan ya que la presencia alta de alcohol presente en las muestras es lo que genera todas estas sensaciones y muchas de ellas en cadena, por lo que se observa que el atributo adormecimiento (NUM) se correlacionó con el atributo astringente (AST) ardiente (BUR) y está altamente correlacionado con la sensación caliente (HOT), permanencia (PER), la sensación de astringencia también se correlaciona directamente con HOT y BIA, por otro lado el atributo HOT también se correlacionó

con BIA, RET y PER y el atributo BIA se correlacionó con el atributo retronasal (RET).

En el presente trabajo a través del uso de la metodología empleada se logró obtener el perfil sensorial de los mezcales tradicionales, las pruebas descriptivas se utilizaron como herramienta para describir las propiedades sensoriales del mezcal y cuantificar la intensidad percibida de dichas propiedades, de tal forma que los resultados proveen una descripción completa del mezcal.

Los resultados resumidos en la Tabla 39 permite mostrar que en general utilizar mezcla de agaves si produce una mayor riqueza de atributos y por lo tanto mezcales más complejos, además de demostrar que al hacer uso de mezclas de agave Espadín y Mexicano como materia prima generó las intensidades más altas de las notas maguey crudo y maguey cocido, que al utilizar agave San Martinero se generó la nota a humo y que al utilizar agave Tobalá se generó la nota dulce y nota frutal como principales características.

9.5 Evaluación instrumental de color

Los resultados de la evaluación de color en los mezcales se muestran en la Tabla 40, en ella se puede observar que la muestra A3 fue la que presentó menor luminosidad (L), mientras que A5 presentó la mayor luminosidad seguido de los mezcales A8, A9, A10 y A13 que presentan el atributo L de manera muy similar entre sí. En la figura 16 se muestra la escala de luminosidad.

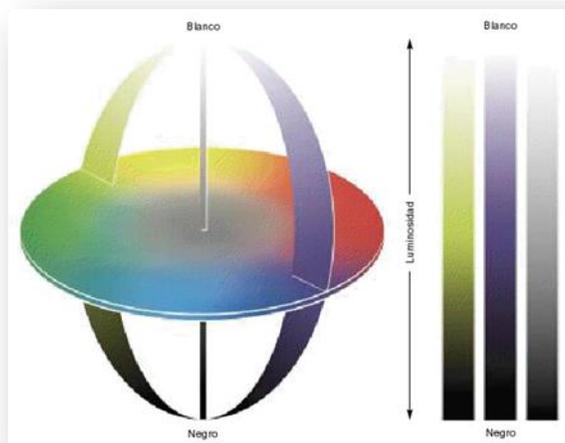


Figura 17. Sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad.

Para el atributo a^* se observó que todos los valores obtenidos fueron negativos lo que significa predominancia hacia los tonos verdes, el mezcal A3 presentó la menor tendencia hacia estos tonos, contrariamente el mezcal A12 presentó las mayores tonalidades, se observa también una gran similitud en el grupo de mezcales A9, A11 y A14 con tendencia al mismo color aunque estas tres últimas fueron distintas al mezcal A3 y al mezcal A12 ya antes mencionados.

Para el atributo b^* se puede observar que el mezcal A12 en congruencia con los resultados obtenidos para el atributo a^* fue el que presentó menor tendencia al color amarillo inclinándose más hacia los tonos verdes, mientras que el mezcal A3 fue la muestra que presentó la mayor tendencia hacia los tonos amarillos, seguido del mezcal A2.

El atributo C, se refiere al croma que describe lo llamativo o lo apagado de un color, en otras palabras, qué tan cerca está del color ya sea al gris (apagado) o al saturado (vivo). El croma también se conoce como saturación. Se puede apreciar que la muestra con menor croma fue A12, mientras que la muestra más brillante fue A3 (Figura 17).

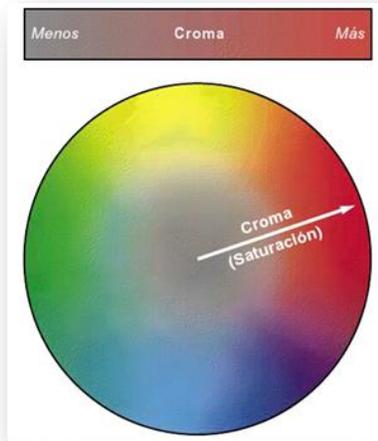


Figura 18. Croma o Saturación

El atributo h° denota el ángulo del tono, se observa que se tiene un intervalo de ángulo de entre 102,6 a 110,4 grados siendo la muestra A5 el mezcal que menor ángulo presenta inclinándose hacia el tono amarillo mientras que la muestra A10 es la que presenta un mayor ángulo inclinándose a los tonos verdes.

9.6 Análisis de Clúster

Utilizando tanto los atributos sensoriales y los de color se realizó un análisis de clúster que tiene como finalidad mostrar las similitudes de los mezcales evaluados, dado que agrupa las muestras de acuerdo a la semejanza de sus atributos. En la Tabla 41 se puede observar la agrupación de los mezcales en cinco clúster diferentes, los mezcales más parecidos fueron aquellos que se encuentran en el mismo clúster, la representación gráfica de este análisis se encuentra en la figura 16. En la Tabla 41 se muestra que el clúster 1 se caracteriza por agrupar las muestras con las intensidades más altas de la nota Tabaco, Traslucido y Cristalino los mezcales que pertenecen a este clúster son de Yogana Ejutla Oaxaca y fueron elaborados con agave Espadín de 8-11 años de madurez además de que su destilador es de cobre con platillos y ambos tienen una sola destilación. En clúster 2 están los mezcales caracterizados por tener la presencia de la nota Madera y tendencia hacia los tonos verdes, los 3 mezcales de este grupo pertenecen al mismo maestro mezcalillero Macario Partida son de

Zapotitlán Jalisco y su destilador fue de cobre con platillos tienen 2 destilaciones y además de compartir el flavour amaderado las tres muestras de mezcal tienen tendencia hacia los tonos verdes. En el clúster 3 se engloban los mezcales Dulces ya que presentaron las intensidades más altas de atributos como dulce, jengibre, nota frutal, anís y nuez. En el clúster 4 es donde se agrupa a la mayoría de los mezcales, estos comparten la característica de estar elaborados con cuatro agaves principalmente: agave Azul Telcruz, agave Ixtero Amarillo, agave Espadín y agave Mexicano, todos estos mezcales fueron destilados en el periodo 2010-2012 y se caracterizan por tener las intensidades más altas de notas picantes generados por atributos como pimienta negra, pimienta roja, pimienta verde, ajo así como mantener las intensidades más altas de la nota a agave ya que los atributos como maguey dulce y fermentado, maguey crudo y maguey cocido fueron evidentes en estos seis mezcales. El clúster 5 se caracteriza por ser diferente al resto de los mezcales, sin tener similitudes que le permitan agruparse ya que esta muestra presenta 6 de los 10 atributos de otras sensaciones a pesar de que se trabajó con dilución al 30%, pertenece a La Compañía Ejutla Oaxaca y es el mezcal que generó las intensidades más altas de todos los atributos de Otras Sensaciones.

10

Conclusiones

- Se logró el objetivo principal de este proyecto, elaborar el perfil sensorial de la bebida tradicional mexicana mezcal, empleando para ello un grupo de jueces entrenados
- 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- 46 donde el 67% lo conforman mujeres y el 33 % fueron hombres.
- Se comprobó la hipótesis ya que se generaron una gran variedad de atributos para apariencia, olor, flavor y otras sensaciones en ambas muestras (Jalisco y Oaxaca).
- Se generaron un total de 60 atributos finales, de los cuales 7 atributos pertenecen a apariencia, 19 a olor, 24 a flavour y 10 a otras sensaciones.
- Los atributos que no presentaron diferencia estadística fueron perlado (tamaño) para apariencia, además de agave y humo para olor, haciendo alusión estos 2 últimos a la característica principal del mezcal tradicional, agave cocido.
- El análisis instrumental de color mostró que los cinco atributos evaluados para las muestras de mezcal tradicional presentaron diferencia significativa, además de mostrar tendencia hacia los tonos verdes y amarillos.
- El análisis de clúster permitió identificar los atributos que tienen en común cada grupo, coincidiendo en que las agrupaciones se ven influenciadas por el tipo de agave utilizado, el proceso de elaboración, el maestro mezcalillero y la región de procedencia del mezcal.

11

RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de compuestos volátiles para evaluar los principales compuestos aromáticos generados durante el cocimiento, la fermentación de los mostos y en el mezcal como producto final en sistemas tradicionales de producción.
- Realizar una investigación de los procesos de elaboración de mezcales comerciales comparado con los tradicionales y mostrar en un amplio estudio de mercado si el proceso tiene alguna influencia para ser adquirido por el consumidor.
- Desarrollar un perfil sensorial para mezcales comerciales y comparar los resultados con los obtenidos en éste proyecto.

12

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio, C. T. (2007). Los destilados de agave en México y su denominación de Origen, Ciencias, Distrito Federal, México Impresión y acabados offset Rebosán, S.A.de C.V. pp 44-47.
- Almaraz, A. N. (1984). Estudio Etnobotánico de los Agaves del Altiplano Potosino. Tesis de Licenciatura. UNAM. México.
- Ávila, R.J.A. (2010) Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del mezcal de Durango para el desarrollo de un índice de calidad, Tesis Doctorado IPN.
- Ávila, R. S. (2001). Selección y entrenamiento de un grupo de jueces para Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA) de saborizantes artificiales de frutas. UNAM pp. 19-20.
- Barcenas, P., I. Pérez. E. F. J. (2000). Análisis Sensorial de Alimentos. Desarrollo del Vocabulario Descriptivo y uso de Referencias Específicas., Alimentaria, 314: 23-28.
- Benn, S., Y Peppard, T. (1996). Characterization of Tequila Flavour by Instrumental and Sensory Analysis, J. Agriculture Food Chemistry, 44: 557-566,.
- Berumen, B. M. E. (2009). Oaxaca: La actividad productiva maguey-mezcal. Santiago Matatlán. Tlacolula Oaxaca, México. p.87 ISBN-13:978-84-692-1413-8.
- Boletín UNAM-DGCS-066, (2010) Ciudad Universitaria. 31 de enero.
- Bruman, H. J. (1944). The Asiatic origin of the Huichol still. Geographical Review 34: 418-427.
- Catania C., Avagnina, S. (2007). Curso Superior de Degustación de Vinos. EEA Mendoza. INTA. p.8.
- Carmona, E.R.P. (2008). Perfil Sensorial y Círculo Aromático del Tequila, Tesis Licenciatura. UNAM pp. 116,117.

- Carrasco, G. R. (2010). Estudio Comparativo del Perfil Sensorial del Huitlacoche (*Ustilago mayvis*) y otros hongos comestibles, Tesis Licenciatura. UNAM p.156.
- Carrillo, T. L. A. (2007). Los destilados de agave en México y su denominación de origen Revista Ciencias 87, UNAM, México: pp 44
- Cedeño, C. M. (1995). Tequila Production. Critic. Rev. Biotech. 15: 1-11.
- Colunga-García Marín P., y Zizumbo Villareal D. (2007.), La introducción de la destilación y el origen de los mezcales en el occidente de México. En Patricia Colunga-García Marín, Alfonso Larqué, Luis Equiarte y Daniel Zizumbo (eds.), En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, CONACYT, CONABIO, SEMARNAT e Instituto Nacional de Ecología, pp. 85-112.
- Colunga-García Marín P., y Zizumbo Villareal D. (2007.), El tequila y otros mezcales del centro-occidente de México: domesticación diversidad y conservación de germoplasma. Colunga-García Marín P. et al. (eds.) Agaves de Importancia económica en México. Mérida. Centro de Investigación Científica de Yucatán- Academia Mexicana de ciencias, pp 113-131
- Escalante. M.P., Barba. R. A., Santos. L., León. R. A. (2012). Aspectos Químicos y Moleculares del Proceso de Producción del Mezcal, Laboratorio de Bioingeniería Ambiental, Universidad de Colima.16:pp 58-62.
- Escalante H. B., Villanueva S. J., López J.E., Gonzáles R. M. C., Martín del Campo T., Estarrón M., Cosi R., Cantor E., (2004) Capítulo 6 Calidad del Tequila como Producto Terminado. Ciencia y Tecnología del

Tequila; Avances y Perspectivas. CIATEJ, Guadalajara, México, Primera Edición.

- Escudero A., Campo E., Fariña L., Cacho J., Ferreira V., (2007) Analytical Characterization of The Aroma of Five Premium Red Wines, insights into the Role of Odor Families and the Concept of Fruitiness of Wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(11), 4501-1510
- García A. (2007). Desarrollo de la metodología de evaluación de procesos olfativos, Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM
- García, B. S. E. (2012). Efecto de la región de Procedencia del Agave y las Condiciones de Fermentación sobre el Perfil Aromático del Mezcal Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología de diseño del estado de Jalisco A.C., Guadalajara Jalisco pp. 17,35, 38,104
- Gentry S. H. (1982) *Agaves of Continental North America*. University of Arizona Press. Tucson.
- GEA (Grupo de Estudios Ambientales). (2002). Informe de mercado maguey / mezcal. Guerrero, México
- Gonzales C. L. (1990). Medida del Color de Bebidas Fermentadas y derivados. *Vinos, Cervezas y brandis, Alimentaria*, 216: 59-64.
- Gutiérrez D. J. A., Hernández P. J. E., Altamirano T. J. A. (2009). Metodología para la comercialización de un producto genuino mexicano (mezcal de Oaxaca) al mercado Chino., UNAM. pp 15.
- Hernández, M.C. (2006). Influencia de los capsaicinoides en la percepción de los gustos básicos, Tesis Licenciatura, UNAM, pp 37,38.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Banco de Información sobre Perfiles de Suelo, versión 1.0 (1998) México p.26.

- Lawlees, H., and Heymann, H. (1998). Scaling, Capítulo 7; en Sensory Evaluation of Food, principles and practices. Chapman y Hall, New York.
- León R. J. (2011). Evaluación clínica, sensorial y antropométrica de pacientes con diagnóstico de Esquizofrenia. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química. UNAM.
- Martí M P., (2005) Estudi de L'aplicaió del Nas Electrònic i de la Cromatografia de Gasos-Olfactometria a L'anàlisi de L'aroma de Vins i Aiguardents. Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Martínez A. S. J. (2011). Evaluación de las características sensoriales, clínicas y antropométricas en pacientes con diagnóstico de Trastorno Depresivo Mayor (TDM). Tesis de Licenciatura, Facultad de Química. UNAM.
- Méndez Q.C. (2011). Evaluación olfatoria uni y birinal en pacientes con Epilepsia del lóbulo temporal. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química. UNAM
- Molina, G. J. A., Botello Álvarez J.E., Estrada Baltazar A., Navarrete Bolaños J. L., Jimenez Islas H., Cárdenas Manriquez M., Rico Martinez R. (2007). Compuestos Volátiles en el Mezcal. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Universidad Metropolitana- Iztapalapa. Distrito Federal México pp 44-46.
- Michel-Cuello C., Juárez Flores B., Aguirre Rivera J. y Pinos-Rodríguez J. (2008) Quantitative characterization of nonstructural carbohydrates of Mezcal Agave (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick). J. Agric. Food Chem. 56: 5753-5757
- Mozqueda, B.R. (2011). Evaluación Sensorial del Mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero, Tesis Maestría,

Instituto de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Puebla, Puebla Puebla pp 39-43.

- Noble, A.C., Bursick G.F. (1984). The contribution of Glycerol to Perceived Viscosity and Sweetness in White wine. *Am.J. Enol. Vitic.* 53: 90-92
- Nuñez H. A. (2011) La Construcción de nichos alternos en el Mercado de las bebidas espirituosas en México: Los licores de Agave de Tonaya sin la protección de la Denominación de Origen Tequila ni Mezcal. Tesis de Maestría. CIESAS. Guadalajara, Jalisco. pp 45
- Parson, J. R., Darling. J. A. (2000). Maguey (*Agave spp.*) utilization in Mesoamerica civilization: a case for precolombian pastoralism. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66: 81-91.
- Pedrero, D. y Pangborn, R.M. (1996). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos analíticos. Alambra Mexicana, México, pp. 87-99.
- Pérez, C.,(2007). Mezcales Tradicionales de los pueblos de México, herencia cultural y biodiversidad. *Revista Ciencias*, 87 UNAM, México: pp 55-56.
- Peña Álvarez A, Díaz L., Labastida C., Capella., S y Vera L. (2004) Characterization of three Agave species by gas chromatography and solid-phase-gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.* 1027:131-136.
- Rames, O. M., Ortiz, B. E, (2006). El proceso de elaboración del Mezcal. *Revista Bebidas Mexicanas.* ISSN 0188-8088. Alfa Editores Técnicos, México. pp 28-32.
- Riu, A. M. (2005). Caracterización de compuestos volátiles en bebidas derivadas de fruta. Tesis de grado de Doctor en Ciencias, Universidad de Barcelona España.

- Rodríguez Gómez, G. (2007). La dimensión intangible de la legitimidad: cultura y poder en las dimensiones de origen. En Patricia Colunga-García Marín, Alfonso Larqué, Luis Equiarte y Daniel Zizumbo (eds.), En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, CONACYT, CONABIO, SEMARNAT e Instituto Nacional de Ecología, pp. 191-211
- Rodríguez Gómez, G. (2003). La denominación de origen y la globalización neoliberal: el caso de dos quesos artesanales en España y México. En las expresiones locales de la globalización: México y España. Carme Bueno y Encarnación Aguilar (coord.) CIESAS, Universidad Iberoamericana y Miguel Ángel Porrúa México.
- Sefidkon1, F. y R. Omidbaigi, R. (2004). Essential oil composition of *Cephalophora aromatica* cultivated in Iran. *Flavour Fragra* 19, 153-155
- Shlens, J. (2009). "A Tutorial on Principal Component Analysis" Center for Neural Science, New York University. pp. 1-5.
- Smith J. (1986). Preceramic Plant Remains from Guilá Naquitz in: Guilá Maquitz. Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, México (Ed. Flannery, K. V.) Academic Press. New York, pp.265-301.
- Somera, M. G. (1952). Fabricación de Mezcal. Tesis Licenciatura. UNAM pp. 6 y 7.
- Torija, M. J. (2002). Ecología de levaduras, selección y adaptación a fermentaciones vínicas. Tesis de doctorado. Universidad Rovira I Virgil. Departament de Bioquímica I Biotecnología. Facultat de Enologia
- Torricella, M.R.G., Zamora, U.E., Pulido, A.H. (2007). Evaluación Sensorial, Aplicada a la Investigación, Desarrollo y Control de la Calidad

en la Industria Alimentaria. Editorial Universitaria. 2da. Edición La Habana. p.137.

- Valenzuela-Zapata, A. G., Nabhan. G. P. (2003). Tequila. A natural and cultural history. The University of Arizona Press. Tucson.
- Zizumbo- Villarreal, D., P. Colunga-García M. (2008). Early coconut distillation and the origins of mezcal and tequila spirits in west- central México. Genetic Resource and Crop Evolution 55: 493-510.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Denominación de Origen
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=698211&fecha=03/03/2003 última fecha de consulta 01/04/14
- NMX-V-013-NORMEX-2013 Bebidas alcohólicas determinación de porcentaje de alcohol en volumen (% Vol.) a 20°C. última fecha de consulta 01/04/14
- NOM-070-SCFI-1994 Norma Oficial Mexicana: Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones. Dirección General de Normas. Secretaría de Economía. México.
<http://www.colpos.mx/bancodenormas/noficiales/NOM-070-SCFI-1994.PDF> última fecha de consulta 09/10/13
- Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. COMERCAM
<http://www.crm.org.mx/> última fecha de consulta 09/10/13
- Ramales O.M, Ortiz E.G. (2010) El proceso de elaboración del mezcal y la importancia económica de la industria
<file:///C:/Users/lg/Desktop/tesis/EL%20PROCESO%20DE%20ELABORACION%20DEL%20MEZCAL.htm> última fecha de consulta 07/04/14

- SAGARPA, ITSM, INCA. (2006). Plan rector sistema nacional maguey mezcal.
<http://www.sientemezcal.com/pdf/PlanRector.pdf>
Última fecha de consulta. 09/10/13
- SAGARPA-SIAP 2012
www.siap.gob.mx última fecha de consulta 09/10/13
- SAGARPA
<http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Maguey%20Mezcal.pdf> última fecha de consulta 01/04/14
- SECRETARIA DE ECONOMÍA
<http://www.economia.gob.mx/> última fecha de consulta 09/10/13
- Sistema Producto Destilados de Agave y sus Derivados, AC. Plan Rector 2012 pp 23.
http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic/docs/Plan_Rector_Agave_2012.pdf última fecha de consulta 09/10/13
- Variación de la concentración de azúcares y saponinas durante la cocción del maguey mezcalero potosino.
<http://www.redalyc.org/pdf/730/73013006007.pdf>
Última fecha de consulta 07/04/14

ENTREVISTA

- MMJ. Asesora Jurídica del COMERCAM. ANH. Fecha de entrevista Noviembre de 2009.

13

ANEXOS

Ejemplo de análisis estadístico de mezcal (Olor Agave)

• SUMMARY STATISTICS FOR AGA					
MUESTRAS	Count	Average	Variance	Standard deviation	Minimum

A1	9	4.38889	2.95611	1.71933	2.8
A10	8	3.175	1.05643	1.02783	1.6
A11	8	2.925	0.919286	0.958794	1.7
A12	9	4.21111	1.98611	1.40929	2.3
A13	9	3.53333	1.065	1.03199	1.8
A14	9	3.43333	1.68	1.29615	1.0
A2	9	3.23333	0.99	0.994987	1.6
A3	9	3.85556	1.82778	1.35195	2.3
A4	9	4.16667	1.745	1.32098	2.8
A5	9	3.78889	1.37611	1.17308	2.3
A6	9	4.22222	2.70694	1.64528	2.3
A7	9	3.74444	1.92778	1.38844	1.4
A8	9	5.23333	3.51	1.8735	2.3
A9	8	3.775	1.585	1.25897	2.3

Total	123	3.84797	1.95743	1.39908	1.0

MUESTRAS	Maximum	Range	Std. skewness	Std. kurtosis	

A1	7.7	4.9	1.70909	0.405732	
A10	5.0	3.4	0.413371	0.417353	
A11	4.6	2.9	0.613673	-0.256382	
A12	5.9	3.6	-0.421981	-0.918975	
A13	5.1	3.3	-0.255266	-0.335469	
A14	5.7	4.7	-0.153247	0.8737	
A2	4.6	3.0	-0.38193	-0.520504	
A3	7.0	4.7	2.13416	2.33051	
A4	6.9	4.1	1.66419	0.792327	
A5	5.9	3.6	0.460171	-0.137789	
A6	6.8	4.5	0.883483	-0.710874	
A7	5.7	4.3	-0.327914	-0.39133	
A8	7.9	5.6	0.137828	-0.391808	
A9	5.7	3.4	0.320331	-0.706489	

Total	7.9	6.9	3.50713	1.16934
The StatAdvisor				

This table shows various statistics for AGA for each of the 14 levels of MUESTRAS. The one-way analysis of variance is primarily intended to compare the means of the different levels, listed here under the Average column. Select Means Plot from the list of Graphical Options to display the means graphically.				
WARNING: The standardized skewness and/or kurtosis is outside the range of -2 to +2 for 1 levels of MUESTRAS. This indicates some significant nonnormality in the data, which violates the assumption that the data come from normal distributions. You may wish to transform the data or use the Kruskal-Wallis test to compare the medians instead of the means.				

• ANOVA TABLE FOR AGA BY MUESTRAS					
Analysis of Variance					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

Between groups	39.7153	13	3.05503	1.67	0.0770
Within groups	199.092	109	1.82653		

Total (Corr.)	238.807	122			
The StatAdvisor					

The ANOVA table decomposes the variance of AGA into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 1.67258, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference between the mean AGA from one level of MUESTRAS to another at the 95.0% confidence level.					

- **MULTIPLE RANGE TEST FOR AGA BY MUESTRAS**

Multiple Range Tests for AGA by MUESTRAS

 Method: 95.0 percent LSD

MUESTRAS	Count	Mean	Homogeneous Groups
A11	8	2.925	X
A10	8	3.175	XX
A2	9	3.23333	XX
A14	9	3.43333	XX
A13	9	3.53333	XX
A7	9	3.74444	XX
A9	8	3.775	XX
A5	9	3.78889	XX
A3	9	3.85556	XX
A4	9	4.16667	XXX
A12	9	4.21111	XXX
A6	9	4.22222	XXX
A1	9	4.38889	XXI
A8	9	5.23333	X

Tabla de correlación para la determinación del grado alcohólico de las muestras.

Correction table for alcoholmeter with temperature 20°C = 68 °F																					
reading - % vol.	reading temperature																				
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
35 % vol.	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0	34,6	34,2	33,8	33,4	33,0
36	42,1	41,7	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0
37	43,1	42,7	42,3	41,9	41,5	41,1	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0
38	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0
39	45,0	44,6	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0
40	45,9	45,5	45,1	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0
41	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,5	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0
42	47,8	47,4	47,1	46,7	46,3	45,9	45,5	45,1	44,7	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0
43	48,8	48,4	48,0	47,6	47,3	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,6	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0
44	49,7	49,3	49,0	48,6	48,2	47,8	47,5	47,1	46,7	46,3	45,9	45,5	45,2	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0
45	50,7	50,3	49,9	49,6	49,2	48,8	48,4	48,1	47,7	47,3	46,9	46,5	46,2	45,8	45,4	45,0	44,6	44,2	44,8	44,4	43,1
46	51,6	51,3	50,9	50,5	50,2	49,8	49,4	49,0	48,7	48,3	47,9	47,5	47,1	46,8	46,4	46,0	45,6	45,2	44,8	44,5	44,1
47	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,5	48,1	47,8	47,4	47,0	46,6	46,2	45,9	45,5	45,1
48	53,5	53,2	52,8	52,4	52,1	51,7	51,4	51,0	50,6	50,2	49,9	49,5	49,1	48,8	48,4	48,0	47,6	47,2	46,9	46,5	46,1
49	54,5	54,1	53,8	53,4	53,1	52,7	52,3	52,0	51,6	51,2	50,9	50,5	50,1	49,7	49,4	49,0	48,6	48,2	47,9	47,5	47,1
50	55,4	55,1	54,7	54,4	54,0	53,7	53,3	52,9	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,5	48,1
51	56,4	56,1	55,7	55,3	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2	52,8	52,5	52,1	51,7	51,4	51,0	50,6	50,3	49,9	49,5	49,1
52	57,4	57,0	56,7	56,3	56,0	55,6	55,3	54,9	54,5	54,2	53,8	53,5	53,1	52,7	52,4	52,0	51,6	51,3	50,9	50,5	50,2
53	58,3	58,0	57,6	57,3	56,9	56,6	56,2	55,9	55,5	55,2	54,8	54,4	54,1	53,7	53,4	53,0	52,6	52,3	51,9	51,5	51,2
54	59,3	58,9	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2	56,9	56,5	56,1	55,8	55,4	55,1	54,7	54,4	54,0	53,6	53,3	52,9	52,5	52,2
55	60,2	59,9	59,6	59,2	58,9	58,5	58,2	57,8	57,5	57,1	56,8	56,4	56,1	55,7	55,4	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2
56	61,2	60,9	60,5	60,2	59,9	59,4	59,2	58,8	58,5	58,1	57,8	57,4	57,1	56,7	56,4	56,0	55,6	55,3	54,9	54,6	54,2
57	62,2	61,8	61,5	61,2	60,8	60,5	60,1	59,8	59,5	59,1	58,8	58,4	58,1	57,7	57,4	57,0	56,6	56,3	55,9	55,6	55,2
58	63,1	62,8	62,5	62,1	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,7	59,4	59,1	58,7	58,4	58,0	57,6	57,3	56,9	56,6	56,2
59	64,1	63,8	63,4	63,1	62,8	62,4	62,1	61,8	61,4	61,1	60,7	60,4	60,0	59,7	59,3	59,0	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2
60	65,1	64,7	64,4	64,1	63,8	63,4	63,1	62,7	62,4	62,1	61,7	61,4	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,3	58,9	58,6	58,2
61	66,0	65,7	65,4	65,1	64,7	64,4	64,1	63,7	63,4	63,1	62,7	62,4	62,0	61,7	61,3	61,0	60,7	60,3	60,0	59,6	59,3

62	67,0	66,7	66,4	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,0	63,7	63,4	63,0	62,7	62,3	62,0	61,7	61,3	61,0	60,6	60,3
63	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,0	63,7	63,3	63,0	62,7	62,3	62,0	61,6	61,3
64	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,7	63,3	63,0	62,6	62,3
65	69,9	69,6	69,3	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,6	63,3
66	70,9	70,6	70,2	69,9	69,6	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,6	64,3
67	71,8	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3	69,9	69,6	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3
68	72,8	72,5	72,2	71,9	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3	70,0	69,6	69,3	69,0	68,7	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3
69	73,8	73,5	73,1	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6	71,3	70,9	70,6	70,3	70,0	69,7	69,3	69,0	68,7	68,3	68,0	67,7	67,3
70	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6	72,2	71,9	71,6	71,3	71,0	70,6	70,3	70,0	69,7	69,3	69,0	68,7	68,4