



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

**POSTGRADO EN DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS  
INDÍGENAS**

**EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL DE LA LOCALIDAD DE  
TOTOMOCHAPA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO**

**ROSALBA MOZQUEDA BALDERAS**

**T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA TECNÓLOGA**

**Puebla, Puebla  
2011**



COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUE- 43-2-03 ANEXO

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR  
Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Rosalba Mozqueda Balderas**, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección de la Profesora **Dra. Adriana Delgado Alvarado**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **“Evaluación sensorial del mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero”** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, 28 de enero de 2011

\_\_\_\_\_  
**Rosalba Mozqueda Balderas**

Firma

\_\_\_\_\_  
Vo. Bo. Profesora Consejera  
**Dra. Adriana Delgado Alvarado**

La presente tesis titulada: **Evaluación sensorial del mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero**, realizada por la alumna: Rosalba Mozqueda Balderas, bajo la dirección del Consejo particular indicado, ha sido aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRA TECNÓLOGA  
EN  
DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS INDÍGENAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

  
DRA. ADRIANA DELGADO ALVARADO

ASESOR

  
DR. BRAULIO EDGAR HERRERA CABRERA

ASESOR

  
DR. SAMUEL VARGAS LOPEZ

PUEBLA, PUEBLA, ENERO DE 2011

# EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL DE LA LOCALIDAD DE TOTOMOCHAPA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO

ROSALBA MOZQUEDA BALDERAS, MTDSZI.  
Colegio de Posgraduados, 2011

## RESUMEN

Se realizó la evaluación sensorial del mezcal artesanal elaborado en la localidad de Totomochapa, perteneciente al municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero. La valoración consistió en describirlo sensorialmente y determinar su nivel de aceptación por el consumidor, con el propósito de generar una base de la calidad sensorial que permita a los productores compararlo con otros mezcales. Se tomaron tres mezcales de comparación elaborados en Xochihuehuetlán y Zitlala, Guerrero y Tlacolula, Oaxaca. En la descripción sensorial se empleó el método de análisis descriptivo cuantitativo y análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey), además del análisis numérico con Componentes Principales y Conglomerados. Para la aceptabilidad del mezcal, se usó la prueba de preferencia usando el índice R para ordenamiento y la prueba de aceptación usando escalas hedónicas. El mezcal se puede clasificar según su composición química, sin embargo, comúnmente los consumidores lo describen por características sensoriales detectadas al momento de su consumo, como es su olor, color y sabor. Los resultados mostraron que para los 16 descriptores empleados en los cuatro mezcales evaluados las variables con mayor coeficiente de variación son olor a palma, sabor dulce, sabor agrio y olor a humo. El análisis de componentes principales y de conglomerados, concentró a los mezcales en tres grupos: 1) Mezcal de Tlacolula, Oaxaca., que en promedio respecto a los otros grupos se distingue por su sabor residual a alcohol, sabor residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo, 2) Mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero. y Zitlala, Guerrero., que se distingue por sus olores a alcohol y a maguey quemado, sabores a químico y residual a alcohol y picor en cavidad nasal; y 3) Mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero., el cual destaca por presentar olor dulce, sabor a maguey, sabor dulce y sabor agrio y ser de una coloración amarillo-verde. Respecto a la aceptabilidad del mezcal, entre la gente de la comunidad de estudio, colocó al Mezcal de Totomochapa como el mejor mezcal de los evaluados por su sabor suave.

**Palabras clave:** *Agave cupreata*, aceptabilidad, descripción sensorial, maguey silvestre, mezcal, Totomochapa, Guerrero.

# **EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL DE LA LOCALIDAD DE TOTOMOCHAPA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO**

**ROSALBA MOZQUEDA BALDERAS, MTDSZI.  
Colegio de Posgraduados, 2011**

## **ABSTRACT**

Sensory evaluation was conducted of artisanal mezcal produced in the town of Totomochapa, in the municipality of Tlapa de Comonfort, Guerrero. Sensory evaluation was to describe and determine their level of acceptance by the consumer, with the aim of locating a database of the sensory quality to allow compare it with other mezcals. To compare it were taken three mezcals produced in Xochihuehuetlán and Zitlala, Guerrero and Tlacolula, Oaxaca For sensory description was used quantitative descriptive analysis method with the statistical analysis (ANOVA) and comparison of means (Tukey), in addition to the numerical analysis and Principal Component Cluster. For acceptability of the mezcal, we used the preference test using the ratio R for ordering and acceptance testing using hedonic scales. Mezcal can be classified according to their chemical composition, however, consumers commonly described by the sensory characteristics identified at the time of consumption, such as its color, smell and taste. Results indicated that the 16 descriptors used in the evaluation of the four mezcals, the variables with higher coefficients of variation are palm smell, taste sweet, sour taste and smell of smoke. The principal component analysis and cluster concentrate mezcals on three groups: 1) Mezcal Tlacolula, Oaxaca, which on average compared to other groups is characterized by its alcohol aftertaste, bitter aftertaste, and the smell of palm and being scratchy, 2) Mezcal Xochihuehuetlán, Guerrero and Zitlala, Guerrero., distinguished by its odor of alcohol and burned maguey, chemical flavors and residual alcohol and itching in the nasal cavity, and 3) Mezcal Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro., which was notable for its sweet smell , agave flavor, sweet and sour taste and be of a yellowing-green color. Regarding the acceptability of mezcal, among the people of the community under study, placed to the Totomochapa mezcal as the best of those evaluated for its smooth flavor.

Key words: *Agave cupreata*, acceptability, sensory description, maguey wild, mezcal, Totomochapa, Guerrero. .

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes que todo agradezco a Dios por permitirme tener la dicha de concluir uno de mis grandes anhelos.

Al Colegio de Postgraduados Campus Puebla, por darme la oportunidad de continuar con mi formación profesional y académica.

Al Consejo Regional de la Montaña y Secretaria de Desarrollo Rural de la Región Montaña, Guerrero, por su compromiso en la formación de recursos humanos y fortalecer el desarrollo rural.

A la Dra. Adriana Delgado Alvarado, al Dr. B. Edgar Herrera Cabrera, al Dr. Samuel Vargas López, por su apoyo incondicional y asesoría para la realización del presente trabajo de investigación. De igual manera, a los doctores que impartieron los cursos en los diferentes módulos, por su valiosa enseñanza y asesoría, que me permitieron ampliar mi panorama del área rural y de la investigación.

A los productores de mezcal de la comunidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, por su confianza brindada para la realización del presente trabajo de investigación.

De igual manera a la Sociedad de Solidaridad Social Sanzekan Tinemi y en especial a la Ing. Maribel García Cuevas por su colaboración e interés en desarrollar la cadena maguey-mezcal del estado de Guerrero.

A amigos que me apoyaron en las prácticas de catación, ya que sin su valioso apoyo no hubiese obtenido resultados favorables.

## **DEDICATORIA**

A mi esposo, Hermes, que me ha acompañado y apoyado incondicionalmente y, comparte conmigo la dicha de superación personal y profesional.

A mis padres, Rosa María y Rafael, que quiero y respeto sobre todas las cosas, y que están conmigo en todo momento.

A mis hermanos, Rita, Roberto y Rafael, y mis sobrinitos hermosos Rafael y Rodrigo, los quiero mucho.

A mis amigos, con mucho cariño.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	2
2.1. Planteamiento del problema.....	2
2.2. Objetivos.....	3
2.3. Hipótesis.....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL</b> .....	5
3.1. Definición de evaluación sensorial .....	5
3.2. Calidad en los alimentos.....	6
3.3. Importancia de la evaluación sensorial en los alimentos.....	6
3.4. El hombre como instrumento de medición.....	7
3.4.1. Los analizadores.....	7
3.4.2. Características organolépticas.....	10
3.4.3. Características de textura.....	10
3.4.4. Factores que influyen sobre los resultados.....	11
3.5. Escalas de medición de atributos sensoriales.....	13
3.6. Pruebas sensoriales por tipo de panelista.....	14
3.7. Pruebas sensoriales por tipo de objetivo.....	15
3.7.1. Pruebas discriminativas.....	15
3.7.2. Pruebas descriptivas.....	16
3.7.3. Pruebas afectivas.....	19
3.8. Método análisis de componentes principales (acp).....	20
3.9 Estrategias competitivas.....	23
<b>IV. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	27
4.1. Concepto de mezcal.....	27

4.2. Maguey materia prima del mezcal.....	27
4.2.1. Manejo del maguey papalote ( <i>Agave cupreata</i> ).....	30
4.2.2. Usos del maguey.....	32
4.3. Normatividad y denominación de origen del mezcal.....	34
4.4. Tipos de mezcal.....	35
4.5. Clasificación de productores de mezcal.....	36
4.6. Actividades de conservación del maguey en Guerrero.....	38
4.7. Proceso de producción de mezcal en Guerrero.....	39
4.8. Composición química del mezcal.....	43
4.9. Situación actual de la cadena maguey-mezcal en Guerrero.....	45
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
5.1. Definición de la zona de estudio.....	46
5.2. Población objetivo.....	48
5.3. Caracterización del proceso de producción de mezcal.....	49
5.4. Descripción sensorial del mezcal.....	49
5.4.1. Fase de preselección.....	50
5.4.2 Fase de selección.....	50
5.4.3 Fase de desarrollo del lenguaje.....	52
5.4.4 Fase de entrenamiento QDA.....	53
5.4.5 Prueba final QDA y análisis de datos.....	54
5.5. Aceptabilidad del mezcal.....	54
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
6.1. Descripción del proceso de producción de mezcal.....	56
6.2. Descripción sensorial del mezcal.....	59
6.3. Aceptabilidad del mezcal.....	70
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>

<b>VIII. RECOMENDACIONES</b> .....	76
<b>IX. LITERATURA CITADA</b> .....	77
<b>X. ANEXOS</b> .....	81

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 4.1. Especificaciones físicas y químicas del mezcal.....	43
Cuadro 4.2. Compuestos volátiles de mezcales.....	44
Cuadro 5.1. Características físico-climáticas y socioeconómicas de la región de los mezcales empleados.....	47
Cuadro 5.2. Aciertos acumulados de la prueba triangular para fase de selección.....	51
Cuadro 5.3. Valores de Lo y L1 para la prueba triangular.....	55
Cuadro 6.1. Descripción de conceptos para uso de la descripción sensorial del mezcal.....	61
Cuadro 6.2. Valores promedio, coeficiente de variación, y cuadrados medios para los 16 descriptores en la evaluación de 4 mezcales.....	62
Cuadro 6.3. Medias para cada una de los 16 descriptores evaluados en los 4 tipos de mezcal de estudio.....	64
Cuadro 6.4. Valores propios, vectores propios y proporción acumulativa de la variación explicada para cada variable en las primeras 3 dimensiones de los 16 descriptores para los 4 tipos de mezcal estudiados.....	66
Cuadro 6.5. Origen de los consumidores de la prueba de preferencia de mezcal al usar el índice R.....	70
Cuadro 6.6. Prueba de preferencia de mezcal al usar el índice R.....	70
Cuadro 6.7. Características de aceptación y rechazo de los mezcales analizados.....	71
Cuadro 6.8. Análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad.....	71
Cuadro 6.9. Valores de la prueba de aceptabilidad usando escalas hedónicas para los mezcales analizados.....	72

Cuadro 6.10	Diferencias estadísticas significativas de la prueba de medias en los cuatro mezcales provenientes de Totomochapa, Tlacolula, Zitlala y Xochihuetlán a través de la prueba de aceptabilidad.....	73
-------------	--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1. Esquema del proceso de percepción de las características organolépticas de los alimentos (Torricella <i>et al.</i> , 2007).....	11
Figura 3.2. Clasificación de la característica textura (Torricella <i>et al.</i> , 2007).....	11
Figura 3.3. Ejemplo de interacción cruzada y de magnitud.....	18
Figura 5.1. Localización geográfica de la comunidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.....	46
Figura 5.2. Ubicación de “fábrica” de mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.....	48
Figura 5.3. Análisis secuencial para selección de panelistas en base a pruebas triangulares.....	52
Figura 6.1. Análisis de Componentes Principales (ACP) para desempeño de panelistas.....	60
Figura 6.2. Medias estadísticas para los dieciséis descriptores en los cuatro mezcales evaluados.....	65
Figura 6.3. Dispersión de 20 degustaciones de mezcal formada por cinco panelistas y cuatro mezcales, cada degustación formada por tres repeticiones CP1 = sabor a químico, picor en cavidad nasal, sabor residual a alcohol, rasposo, sabor residual amargo y el color amarillo-verde. CP2 = olor dulce, sabor agrio, sabor dulce, sabor a maguey y olor a alcohol. CP3 = olor a humo, olor a ceniza y olor a maguey cocido.....	68
Figura 6.4. Dendrograma de 20 degustaciones de mezcal, basado en la media de 16 características de mezcales de Tlacolula, Oax., Xochihuehuetlán, Gro., Zitlala, Gro., y Totomochapa Tlapa de C. Gro.....	69

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de mezcal en México se centra en cinco estados: Durango, Zacatecas, Guerrero, San Luís Potosí y Oaxaca, siendo Oaxaca con 65% el principal productor nacional, lo que ha dado lugar a relacionar el mezcal con el estado de Oaxaca (Hernández y Domínguez, 2003). En el estado de Guerrero la producción de mezcal también es importante a tal grado que existen destiladoras que envasan y dan nombre comercial a la bebida.

El mezcal es una bebida con mucha tradición en la mayoría de las comunidades del Estado de Guerrero, México. Su mercado se sujeta a lugares cercanos a estas comunidades rurales, lo que le genera una imagen de bebida de baja calidad. Esta primera impresión negativa contribuye a propiciar su poco consumo. Sin embargo, existen consumidores que tienen una imagen muy diferente y son los que conforman la base de la creciente demanda del producto; principalmente en otros países donde han valorado las cualidades intrínsecas del mezcal (Hernández y Domínguez, 2003).

En función de lo anterior, surge el análisis y cuestionamiento en torno a la calidad del mezcal de Guerrero en relación al de Oaxaca. Para este propósito, en los últimos años, se han empleado Métodos de Evaluación Sensorial, para discriminar, describir y conocer la aceptabilidad de un producto (Romero, 1997). Con el apoyo de jueces o panelistas entrenados que pueden lograr respuestas que son tan exactas, precisas y confiables como las que se esperan en un instrumento, pero además directas; porque según el grado de entrenamiento, pueden percibir diferencias mínimas para determinar la calidad global del alimento. Con el propósito de ubicar en un mercado más amplio el mezcal del estado de Guerrero, específicamente el producido en la comunidad de Totomochapa, municipio de Tlapa de Comonfort, región Montaña de Guerrero, México, es importante tener una base sensorial global de su calidad, ya que la localidad lo produce artesanalmente desde hace dos décadas sin ningún parámetro de calidad. De tal forma que dicha base sensorial, permita a los productores en un primer plano comparar su producto con otro mezcal y finalmente, ver si esas características son detectadas por los consumidores y cuál es el grado de aceptación de su producto en relación a otros.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guerrero, la mayor producción de mezcal se lleva a cabo con el uso de maguey silvestre (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger). Debido a la forma tradicional de realizar el trabajo de destilación, a base de trueque, se carece de capital en las diversas etapas que recorre el producto en toda su fabricación, este esquema dificulta la capitalización de los productores y limita su capacidad para entrar a etapas superiores de mercado con mayores ventajas competitivas.

El desplazamiento del conocimiento tradicional campesino, que la mayoría de las veces convive armónicamente en equilibrio con su ambiente, es una amenaza que se cierne sobre las culturas indígenas y su medio natural. Las comunidades indígenas campesinas han demostrado con su simple sobrevivencia ante condiciones adversas que su cultura del trabajo de la tierra tiene más cercanía al desarrollo de la agricultura sostenible que a una agricultura comercial (Quiroz, 2000). A partir del fuerte despegue del mezcal oaxaqueño en el mercado internacional, el panorama cambió también en los otros estados que cuentan con la denominación de origen. Lo que ha generalizado la preocupación por elevar los rangos de producción de Mezcal, tanto entre los productores como en los gobiernos de los Estados con denominación de origen (Hernández y Domínguez, 2003).

La mayoría de las comunidades productoras de maguey se caracterizan por su aislamiento geográfico, pobreza económica, falta de servicios, analfabetismo, en pocas palabras viven en condiciones marginales. Por lo que, bajo los criterios de rentabilidad tradicionalmente aceptados será difícil considerar que se pudieran manejar proyectos de inversión viables (Quiroz, 2000). Hasta el momento no se tiene ningún estudio sobre la cadena maguey-mezcal en la localidad de estudio, se conocen trabajos sobre maguey papalote (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) donde se dan a conocer las características socioeconómicas de las familias campesinas que son productoras de Maguey papalote y profundiza en las actividades del manejo campesino en el municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero (Alonso, 2007).

Dado que las comunidades campesinas no conocen los mezcales contra los cuales compiten, la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO) ha apoyado evaluar diferentes calidades de mezcales con catación realizada en la región de Chilapa, Guerrero. En las que se comparan los mezcales entre sí y entre otras bebidas como el tequila, el vodka, el whisky y el ron. Estos conocimientos son importantes para afianzar sus conceptos de calidad de mezcal, que sean respetuosos del gusto regional y de los consumidores de otros lugares (Garza, 2005). A pesar de los esfuerzos, los estudios son escasos e insuficientes, ya que los hacen en lugares donde la producción ya es comercial, además que sólo se efectúa con catadores expertos y los resultados no se evidencian claramente, de tal forma que dichos estudios sirvan realmente a los grupos productores y lo apliquen en su producto.

Con los antecedentes mencionados, surgen muchas interrogantes sobre la producción de Mezcal en la comunidad de Totomochapa, municipio de Tlapa de Comonfort, debido a que no se tiene documentado el proceso de producción de Mezcal, no se sabe cuáles es (son) la (las) especie (s) de maguey que emplean para el proceso, tiempos de elaboración, fechas de corte, tiempo de maduración y fermentación, entre otros, ya que de ello depende la calidad del producto a obtener y las características típicas del Mezcal de la región.

La meta del presente estudio fue conocer las características sensoriales típicas del Mezcal de Totomochapa ubicado en el Municipio de Tlapa de Comonfort, estado de Guerrero. De tal forma que dicha base sensorial permita a los productores comparar su producto con otro mezcal, identificarlo y conocer el grado de aceptación de su producto.

Para ello, el presente trabajo planteó las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo se describe sensorialmente el mezcal producido en la comunidad de Totomochapa?
- ¿El mezcal de Totomochapa es preferido de igual manera que otros mezcales?

## **2.2 OBJETIVOS**

El **Objetivo general** del trabajo fue:

Describir sensorialmente y determinar el nivel de aceptación del mezcal realizado en la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro., en comparación con mezcales realizados en Xochihuehuetlán y Zitlala, Guerrero y Tlacolula, Oaxaca.

Los **Objetivos específicos** fueron:

- Realizar una descripción sensorial del mezcal elaborado en la comunidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero.
- Determinar el nivel de aceptabilidad y/o preferencia del mezcal de Totomochapa respecto a los mezcales elaborados en Xochihuehuetlán y Zitlala, Guerrero y Tlacolula, Oaxaca.

## **2.3 HIPÓTESIS**

### **Hipótesis general**

El Mezcal de Totomochapa tiene una calidad sensorial similar a los de otras regiones productoras, por lo puede describirse con los mismos descriptores usados para otros Mezcales, y los consumidores no detectan diferencia entre ellos.

### **Hipótesis específicas**

- Existen diferencias sensoriales del mezcal producido en la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero con respecto a las muestras de mezcal de Xochihuehuetlán, Gro., Zitlala, Gro. y Tlacolula, Oaxaca.
- El mezcal de Totomochapa es preferido de igual manera que los otros mezcales regionales.

### III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

#### 3.1 DEFINICIÓN DE 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 la ciencia sensorial y la evaluación sensorial es que la ciencia sensorial fundamenta fisiológica y psicológicamente a la evaluación sensorial (Howard, 1998).

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 (Howard, 1998). 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. Para lograr que los resultados de la evaluación sensorial sean objetivos, es decir, no totalmente dependientes de las observaciones e informes de un individuo, y verificables por otros, es indispensable asegurar las siguientes condiciones:

- Local adecuado de cata o degustación.
- Presentación y preparación de las muestras según el tipo de producto y la capacidad de los panelistas.
- Selección del tipo de prueba sensorial en función de los objetivos.
- Utilización de panelistas adecuadamente seleccionados en función del tipo de prueba en la que participarán.
- Empleo de métodos estadísticos y de cálculo de los resultados en concordancia con el tipo de prueba sensorial.

### **3.2 CALIDAD EN LOS ALIMENTOS**

Desde el punto de vista de la química analítica de los alimentos, calidad es el conjunto de índices que determinan el valor de uso de los alimentos y las materias primas empleadas en su elaboración. Ahora bien, la connotación del término difiere según el interés específico que se tenga. La calidad de las producciones agropecuarias se refiere a la medida en que posibilitan: a) la elaboración de alimentos que satisfagan las necesidades del consumidor, b) la utilización de tecnologías modernas y, c) la disminución de los costos de producción (Torricella *et al.*, 2007). Sin embargo, la preferencia o la determinación de un consumidor de incluir en su dieta cierto producto, no depende sólo de la calidad, sino también de otros factores entre ellos la variación de sabor (Kato *et al.*, 2009), la tradición y la oferta (Hernández, 2007).

### **3.3 IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL EN LOS ALIMENTOS**

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 puede analizar todos los atributos a la vez, además que los costos son menores (Daban, 2002).

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 (Pedrero y Pangborn, 1999), lo cual revela su amplio potencial de aplicación en:

- ✓ Desarrollar nuevos productos; formulación de nuevos productos o bien, modificando los existentes.
- ✓ Determinar diferencias sensoriales entre un producto y su sustituto, Estudios de mercado. Controlare calidad. En elaborar normas. En determinar la vida de anaquel. En correlacionar datos sensoriales con aquellos obtenidos por medios físicos, químicos e instrumentales. En lograr mejor comprensión de respuestas humanas para aromas, gustos, textura, etc.

- ✓ 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 amplia de conocimientos, de la química orgánica, físico-química, bioquímica, fisiología de las sensaciones, nutrición humana, psicofísica y estadística aplicada para confirmar resultados (Romero, 1997).

### **3.4 EL HOMBRE COMO INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

Se sabe que lo subjetivo pertenece a la experiencia individual, la que puede ser observada o informada solamente por la persona implicada y está sujeta a la influencia del temperamento, sesgos de personalidad y estado de ánimo del individuo. Sin embargo, el detectar el sabor dulce, es subjetivo, pero también, es totalmente dependiente de las observaciones e informes de un individuo y es verificable por otros, por lo tanto el resultado de los *métodos subjetivos* puede ser objetivo. En las medidas sensoriales los instrumentos de medición son los *sentidos* que según la clasificación convencional de Aristóteles son: vista, oído, gusto, olfato y tacto. Generalmente es más correcto referirse a los *analizadores* que los sentidos. El analizador 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, la percepción de estas es el reflejo o imagen de la realidad que puede ser más o menos fiel en función de la aplicación ((Torricella *et al.*, 2007).

### 3.4.1 Los analizadores

Para poder diseñar e interpretar correctamente los resultados de la evaluación sensorial es indispensable el conocimiento elemental de algunos aspectos psicológicos y fisiológicos de los analizadores. Los clásicos son: vista, olfato, gusto, tacto y oído. En la evaluación sensorial son de interés también los cinestéticos o analizadores del movimiento. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el valor sensorial de un determinado alimento está dado por la integración de los valores particulares asignados a cada una de sus características, ya que éstas no se evalúan independientemente, sino que existe cierto grado de interdependencia entre ellas, por tal motivo no se debe menospreciar la importancia de los analizadores del tacto, cinestéticos, oído y vista (Torricella *et al.*, 2007).

- **Vista.** Estos analizadores son los que generalmente reciben la primera información sobre el alimento: tamaño, forma, color, es decir el *aspecto* en general. Además tienen la función de preparar al organismo para recibir el alimento mediante la estimulación de respuestas como la intensificación de la salivación, o en caso de que el alimento sea repulsivo, náuseas u otras manifestaciones. En ocasiones el aspecto resulta determinante en la motivación del consumidor para aceptar o rechazar un producto determinado.
- **Olfato.** Los receptores olfativos se encuentran en una porción especializada de la mucosa nasal denominada *mucosa olfativa* o *mancha amarilla*, situada en el techo de la cavidad nasal que tiene una superficie aproximada de 2.5 cm<sup>2</sup>. Intercaladas entre las células de soporte en la mancha amarilla existen de 10 a 20 millones de neuronas receptoras, por lo que se suele afirmar que ésta es la región del cuerpo humano en que el sistema nervioso se encuentra en contacto directo con el mundo externo. Estas neuronas tienen dendritas cortas y gruesas con finas protuberancias piliformes dirigidas hacia el epitelio olfativo, mientras que sus axones, a través de finos canales que perforan el techo de la cavidad nasal (área cibiforme), penetran en el bulbo olfativo localizado en el cerebro anterior. Conjuntamente con las células receptoras se encuentran también las terminaciones del nervio *trigémino*, responsable de la percepción de sustancias pungentes e irritantes. La sensibilidad de los analizadores olfativos es muy superior a las del gusto.

- **Gusto.** Se relaciona estrechamente con el olfato y esta unión recibe la denominación de analizador químico, por ser la energía química (concentración de los diferentes compuestos) la que estimula a ambos, sólo que el olfato analiza la composición de la fase gaseosa y el gusto la líquida (compuestos disueltos en la saliva). Una parte de los estímulos olorosos llegan a la mucosa nasal por vía retro nasal durante la masticación, al liberarse sustancias volátiles del alimento. Por tal motivo, estas sensaciones se interpretan por los analizadores como *gusto* aunque en realidad no lo son. Esto no es más que la combinación de las sensaciones olorosas percibidas por vía retro nasal con las del gusto e integradas a nivel de percepción en el cerebro. Los receptores del gusto son los bulbos gustativos que se agrupan fundamentalmente en las papilas gustativas de la lengua, pero también pueden encontrarse en el paladar suave, amígdalas, faringe y laringe. La sensibilidad a los sabores fundamentales (dulce, salado, ácido y amargo) no está distribuida uniformemente sobre toda la superficie de la lengua. El sabor amargo se percibe fundamentalmente en la base de la lengua, mientras que el dulce en la punta. El ácido y el salado se distribuye más o menos uniformemente entre la punta, bordes y base. De ahí la importancia de que al degustar el alimento, éste entre en contacto con toda la superficie de la lengua.
- **Audición.** Los analizadores de la audición reciben información a partir de las ondas acústicas generadas durante la mordida y masticación de los alimentos, o también durante las manipulaciones previas relacionadas con la elaboración (freír, hervir, tostar, batir, partir, cortar, agitar y revolver, entre otras). Los receptores auditivos se encuentran situados en el oído interno que es sensible a vibraciones con una frecuencia entre 20- 20 000 Hz. Las vibraciones que se producen durante la masticación y deglución llegan al oído interno a través de las trompas de Eustaquio o de los huesos del cráneo. Las sensaciones auditivas constituyen un conjunto complejo de patrones mentales que se integran a la percepción de la textura de los alimentos.
- **Tacto.** Los analizadores táctiles reciben información mediante los receptores del tacto a partir de las cualidades mecánicas y térmicas del alimento al actuar sobre la superficie de la piel, durante la masticación, o simplemente al tocarlo. Los receptores del tacto se encuentran en la piel y pueden ser terminaciones nerviosas libres o

receptores especializados, por ejemplo los corpúsculos de *Heissner* situados en las capas superficiales de la piel o los de *Pacini*, ubicados en las profundas.

- **Cinestesia.** Los analizadores cenestésicos reciben información fundamentalmente a partir de las propiedades mecánicas de los alimentos durante los procesos de manipulación o masticación. Los receptores cenestésicos o propioceptores están situados en los músculos, tendones, ligamentos y articulaciones.

### **3.4.2 Características organolépticas**

Las características organolépticas o atributos sensoriales, constituyen el estímulo que se evalúa y a su vez son el reflejo, imagen o percepción, que los analizadores humanos generan a partir de éstas y será más perfecta en la medida que sean mejores los procedimientos, las condiciones de la evaluación sensorial utilizadas y la experiencia de los panelistas. La selección de las características organolépticas a evaluar debe realizarse en función de los mecanismos de la percepción humana y las características concretas del alimento a evaluar, de esta forma se asegura la correcta interpretación de los resultados sensoriales. La figura 3.1 presenta, de forma esquemática muy simplificada, el proceso complejo de formación de la percepción de las diferentes características organolépticas y las interacciones entre los distintos estímulos con los analizadores. A partir de aquí se definen 4 características organolépticas: aspecto, olor, sabor y textura, aunque en la práctica se definen de 3 a 5 en función del tipo de producto de que se trate (Torricella *et al.*, 2007).

### **3.4.3 Características de textura**

La característica de textura es la que presenta la mayor complejidad en su descripción. Se define como el conjunto de propiedades reológicas y de estructura (geométricas y de superficie) de un alimento dado que se perciben por los receptores mecánicos, táctiles, auditivos y visuales. Las características de textura se clasifican en mecánicas, geométricas y otras (Figura 3.2).

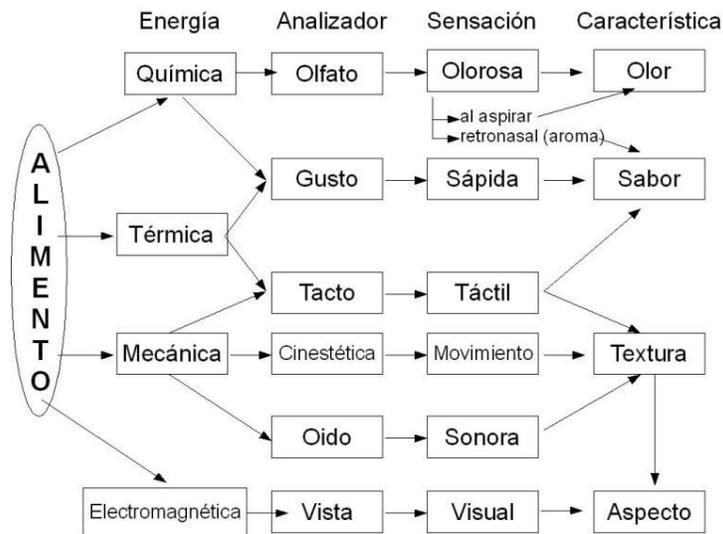


Figura 3.1 Esquema del proceso de percepción de las características organolépticas de los alimentos (Torricella *et al.*, 2007).

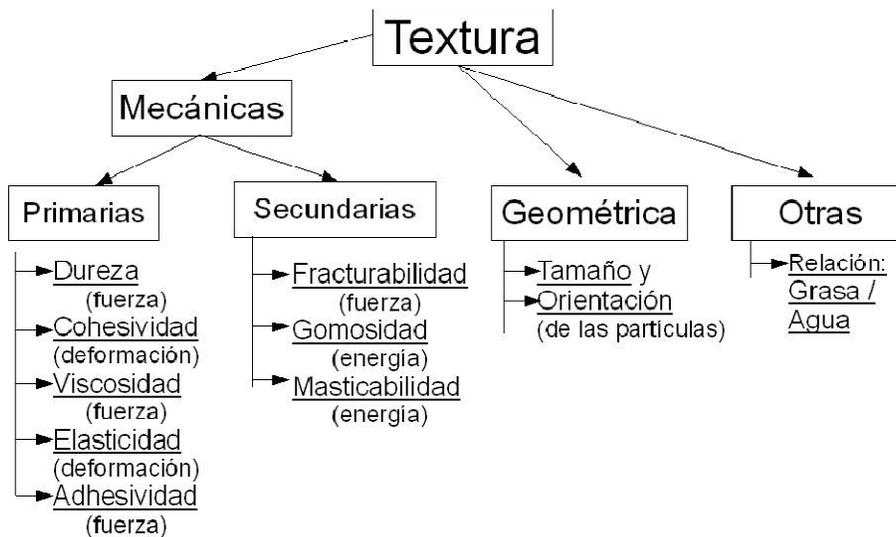


Figura 3.2 Clasificación de la característica textura (Torricella *et al.*, 2007).

### 3.4.4 Factores que influyen sobre los resultados

Los panelistas son los instrumentos de medición empleados en la evaluación sensorial y como tales, se espera que sean repetibles, exactos y precisos. La evaluación o respuesta que

emiten los panelistas ante un estímulo bajo determinadas condiciones no depende solamente de la naturaleza e intensidad del estímulo, sino también depende de otros factores como: patrones mentales de los panelistas, información complementaria que reciben durante la prueba y atención durante la prueba. Los gustos y preferencias se enseñan, ya sea de forma planificada, como por ejemplo, mediante la propaganda a la población o el adiestramiento de panelistas o espontánea como es la tradición, las costumbres o la práctica. Por tal motivo, cuando se quiere introducir determinado producto nuevo es necesario realizar estudios de adaptación o preferencia para conocer el gusto de la población. Pero si lo que se quiere es conocer la calidad sensorial de un producto, entonces los panelistas deben despojarse de sus preferencias o gustos y calificar al producto de acuerdo a determinadas normas preestablecidas y patrones mentales adquiridos durante el adiestramiento.

La información complementaria que reciben los panelistas tiene una influencia directa sobre los resultados del ensayo: es indispensable evitar que con ésta se ayude a los panelistas a evaluar la muestra, es decir, sólo se debe informar lo referente a los procedimientos del ensayo y la forma de calificación y no sobre el origen de la muestra que se evalúa. Es importante considerar lo siguiente:

- ✓ Que este motivado, por lo que debe asegurarse una selección adecuada de los panelistas.
- ✓ Un estado de ánimo deprimido o demasiado eufórico podría sesgar los resultados de la evaluación.
- ✓ Comprobarse constantemente la sensibilidad de los panelistas y eliminar de la prueba a aquellos que temporalmente se encuentren indispuestos, tanto psíquica como físicamente.
- ✓ Evitar interferencias externas como ruidos, conversaciones, trasiego de cargas u objetos ya que pueden disminuir de forma significativa la capacidad de evaluación de los panelistas (Hernández, 2007).

### 3.5 ESCALAS DE MEDICIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES

Para que una respuesta que es dada por los sentidos y a su vez traducida por el cerebro tenga interés y valor desde un punto de vista científico, se requiere que esa respuesta pueda ser cuantificada (Ibañez y Barcina, 2001).

Los analizadores humanos se diferencian por tener una determinada *sensibilidad* ante los estímulos. De forma práctica para estimar la magnitud de un estímulo no se utilizan las sensaciones, sino más bien se evalúan las percepciones, por lo que se emplean diferentes escalas de evaluación como las siguientes (AENOR, 1997; Torricella *et al.*, 2007):

- **Escala nominal.** Cada símbolo en el sistema numérico es diferente y por lo tanto tiene una identidad única. Como en cualquier conjunto de símbolos, el sistema numérico puede ser usado con propósitos de clasificación o de identificación. En las escalas nominales los sistemas numéricos no son empleados cuantitativamente, por lo que no proporcionan una medición sino son *simples descripciones*. Por ejemplo: 1=verde, 2=amarillo, 3=rojo.
- **Escala ordinal.** Es un conjunto de mediciones en las cuales la cantidad de una propiedad del objeto o evento puede ser jerarquizada y el número de la jerarquización representa el valor en la escala para cada medición. En esta escala los puntos de referencia forman una progresión continua o una progresión de conceptos ya pre-establecidos.
- **Escala de intervalo.** Los intervalos entre números están ordenados en el sistema numérico. La diferencia entre cualquier par de números “mayor que”, “igual a”, o “menor que” es igual a la diferencia entre cualquier otro par de números. En esta escala los tramos se eligen de tal forma que a intervalos iguales corresponden diferencias de percepción sensorial igual. Tiene la ventaja de que los puntos intermedios de anclaje, no quedan a criterio de los jueces, sino que se definen estos puntos para establecer un punto de referencia (Anzaldúa-Morales, 1994).

- **Escala de proporción o razón.** Los sistemas numéricos tienen un origen representado por “cero”. Un número específico puede ser tantas veces mayor o menor que otro número con respecto a cero. En esta escala los números se eligen de modo que a cocientes iguales van a corresponder cocientes de percepción sensorial iguales. Entre más precisa sea la escala de medición (las escalas nominales son las menos y las de proporción las más precisas) más restringida será la transformación que pueda ser aplicada a una escala, dejándola invariante. Es importante para el practicante de la evaluación sensorial conocer el tipo de escalas que constituyen sus mediciones, para evitar errores en la selección del método estadístico apropiado (Hernández, 2007).

### 3.6 PRUEBAS SENSORIALES POR TIPO DE PANELISTA

Se clasifica en tipo I y tipo II, según el grado de entrenamiento del panelista (Hernández, 2007):

- ❖ **Evaluación sensorial tipo I.** Tiene como objetivo caracterizar cualquier diferencia entre los alimentos y no caracterizar como los consumidores perciben los alimentos. Su objetivo es similar al del análisis instrumental, donde los instrumentos son los sentidos humanos y cada atributo es medido separadamente, teniendo cuidado de eliminar distracciones tales como la percepción de otros estímulos. Al evaluar individualmente los atributos se requiere la eliminación, o al menos la reducción de las interferencias sensoriales cruzadas. En este tipo de pruebas sensoriales, la confiabilidad y la sensibilidad son factores claves, los participantes son vistos como instrumentos analíticos que detectan y miden cambios en los productos alimentarios o no alimentarios.
- ❖ **Evaluación sensorial tipo II.** Se evalúa si los consumidores pueden distinguir, bajo condiciones ordinarias de consumo, diferencias pequeñas. En estas pruebas, los participantes son seleccionados para que representen a la población de consumidores y evalúen los productos bajo condiciones naturales. El énfasis de las

### 3.7 PRUEBAS SENSORIALES POR TIPO DE OBJETIVO

Hernández (2007) y Torricella *et al.* (2007) clasifican las pruebas sensoriales por el tipo de objetivo que se persigue en la realización de la prueba, en el criterio para la selección del panelista y en su tarea específica en discriminativas, descriptivas y afectivas o hedónicas.

#### 3.7.1 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. Pueden existir muestras que en su formulación química sean diferentes, pero que los humanos no perciban esa diferencia. Las pruebas discriminativas son útiles cuando la diferencia entre las dos muestras es muy pequeña. Existen diferentes tipos de pruebas discriminativas tales como prueba triangular, dúo - trío, dos de cinco, análisis secuencial, diferencia simple, prueba de “A” – “no es A”, diferencia de control, pruebas de n-elección alternativa forzada (n-EAF), índice R (Hernández, 2007).

La **prueba triangular** se usa cuando el objetivo de la prueba es determinar si existen diferencias sensoriales entre dos productos. El método es útil en situaciones donde el efecto de los tratamientos pudo haber producido cambios, que no pueden ser caracterizados, simplemente, por uno o dos atributos. A pesar de que estadísticamente la prueba triangular es más eficiente que a comparación en pares y que la prueba dúo-trío, la prueba triangular produce fatiga, efectos de arrastre o adaptación; y algunas personas perciben al método demasiado confuso. A la persona se le presentan tres muestras codificadas y se le instruye que dos muestras son idénticas y la otra es diferente (Anexo 1). Los resultados se interpretan de acuerdo a las tablas de Roessler *et al.* (1948) que indica la cantidad de respuestas correctas para obtener diferencias con diferentes grados de significancia. La

persona prueba cada producto de izquierda a derecha y selecciona la que es diferente. Se cuenta el número de respuestas correctas y se refiere al anexo 2 para su interpretación. Las **pruebas secuenciales** economizan el número de evaluaciones requeridas para realizar una conclusión. A diferencia de las pruebas anteriores, en donde el tamaño del error tipo II ( $\beta$ ) es minimizado para un  $\alpha$  específico y un número de juicios ( $n$ ), en las pruebas secuenciales los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  se deciden con anterioridad, y  $n$  se determina al evaluar el resultado de cada juicio sensorial a medida que éste va ocurriendo. También, debido a que  $\alpha$  y  $\beta$  son determinados con anticipación, las pruebas secuenciales dan una aproximación para evaluar simultáneamente tanto la diferencia como la similaridad entre las dos muestras. Las pruebas secuenciales son muy prácticas y eficientes, ya que toman en consideración la posibilidad de que la evidencia derivada con las primeras evaluaciones pueda ser más que suficiente (para valores fijos de  $\alpha$  y  $\beta$ ) para inferir una conclusión. Las pruebas secuenciales pueden reducir el número de evaluaciones requeridas, hasta en un 50%.

### **3.7.2 Pruebas descriptivas**

Se considera que este tipo de pruebas constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas del análisis sensorial. En general, el objetivo primordial de dicho análisis 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 del vino o bebida, por grupos de catadores que han sido entrenados previamente. Se utiliza una terminología estandarizada para describir el aroma del vino o bebida (Noble *et al.*, 1987). Las pruebas descriptivas se utilizan para detallar las diferencias entre muestras durante los estudios de calidad, o para definir los atributos y parámetros que más influyen en la calidad sensorial. Los métodos cualitativos incluyen: el perfil de sabor® y los expertos en productos (catador de café, saborista, etc.). Los métodos cuantitativos incluyen: el perfil de textura, el análisis descriptivo cuantitativo (QDA), el Análisis Spectrum, el Perfil de Elección Libre y el Análisis Descriptivo de Diagnóstico (Liria, 2007).

El análisis descriptivo cuantitativo® (QDA)® fue publicado por Stone et al. (1974). Se emplean panelistas entrenados que identifican y cuantifican, en orden de ocurrencia, las propiedades sensoriales de un producto o de un ingrediente. Los datos obtenidos permiten

desarrollar modelos multidimensionales apropiados de una forma cuantitativa, que se entienden fácilmente en los ambientes de mercadotecnia e investigación y desarrollo. El método, emplea una escala sin números, cuyas terminaciones tienen palabras ancladas, lo cual permite obtener mayores diferencias en los productos evaluados que cuando se aplica una escala categórica y se eliminan posibles desviaciones por algún número en particular. La escala es de intervalo y tiene las siguientes características; una línea de 15.24 cm. de longitud, con puntos de anclaje de 1.25 cm. a partir de cada terminación; y normalmente contiene una palabra o una expresión en cada ancla. Los panelistas tienen la tarea de poner una marca vertical sobre la línea, en el punto que refleje la magnitud de la intensidad percibida para ese atributo (Anexo 4).

Se realiza un análisis univariado para cada atributo, y se puede usar el modelo de varianza, con el cual se evalúa tanto el efecto del panelista como del producto. En los diseños de bloques al azar y bloques incompletos balanceados, los panelistas son tratados como factores de bloqueo; esto es, se supone que los panelistas son una fuente de variabilidad identificable, por eso antes de que el estudio sea corrido se reconoce su existencia; por lo tanto, esta fuente de variación deberá ser compensada en el diseño del panel. En el ANOVA los efectos de los panelistas (factores ambientales) y los productos (factor de tratamientos) son supuestos como aditivos. Pero los datos reales obtenidos, divergen ligeramente del patrón supuesto, debido al error experimental. Otra forma de fundamentar este supuesto es considerar que no existe interacción entre los bloques y los tratamientos (vg. jueces y muestras) en un diseño de bloques al azar o un diseño de bloques incompletos balanceados. Los diseños en parcelas divididas se emplean para determinar si existen interacciones entre los panelistas y los tratamientos.

Existen dos tipos de interacciones que son de interés particular (Figura 3.3). En el primer tipo, (A) de *interacción cruzada*, el panelista, o un segmento del panel, invierte los productos, en comparación con el resto del panel. Esto podría reflejar una diferencia real en percepción (bimodalidad) o podría reflejar confusión del panelista en el uso de la escala, lo cual puede no ser fácilmente evidente, sino hasta que se realiza un examen directo en el patrón de respuestas. Al otro tipo de interacción se le llama de *magnitud* (B). En este ejemplo no existió confusión sobre la intensidad del estímulo de los productos, sin

embargo, la magnitud de la diferencia, entre los dos productos, para el panelista 1 fue relativamente pequeña en contraste con la gran diferencia detectada por el panel completo. Esta última interacción es de menor consecuencia (comparada con la cruzada) y refleja diferencias en la sensibilidad y/o uso de la escala, por parte del panelista. Con esta información el líder del panel puede evaluar mejor los resultados de la prueba y trabajar con aquellas personas que muestran mayores tendencias hacia las respuestas cruzadas.

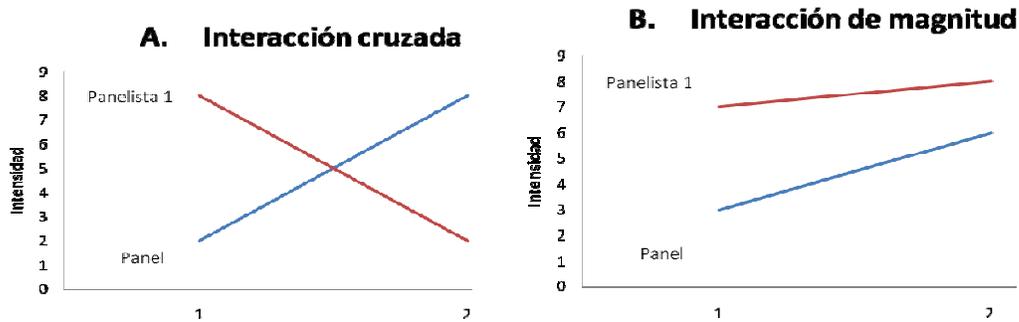


Figura 3.3 Ejemplo de interacción cruzada y de magnitud

Con el análisis de varianza de una ruta se lista el término del error, panelista por panelista. Este tipo de análisis permite al moderador del panel seleccionar a los panelistas más precisos y consistentes, y permite identificar a aquellos que requieren más entrenamiento en el atributo específico o bien a aquellos que deberán salir del panel. Un instrumento, adicional, usado para monitorear el desempeño de los panelistas, es el Análisis de Componentes Principales (ACP). El ACP es una herramienta estadística usada para identificar el número más pequeño de variables latentes, llamadas “componentes principales”, que explican la mayor variabilidad observada. En una serie de datos que contenga de 25 a 30 variables, frecuentemente es posible explicar de 75 % a 90 % de la variabilidad total y obtener, al final, de 2 a 3 variables latentes. La representación gráfica de los datos finales obtenidas del análisis descriptivo cuantitativo (QDA), frecuentemente utiliza las gráficas de “tela de araña” o radiales.

Los datos obtenidos en un QDA siguen una distribución normal, por lo que se usa la estadística paramétrica aunque existen algunos autores que recomiendan el uso de la

estadística no paramétrica. Los datos de un QDA deben ser vistos como valores relativos, y no como absolutos. Los estudios con QDA deben ser diseñados para incluir a más de una muestra y/o un producto estándar. El QDA se ha empleado extensivamente, pero frecuentemente los experimentos no se diseñan exactamente como fueron descritos por Stone y Sidel (1985). La simplicidad relativa de la técnica, permite ser adaptada en muchas formas diferentes.

### 3.7.3 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas miden actitudes subjetivas, tales como la aceptación de un producto y la preferencia. Los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por su uso actual o potencial de los productos. En estudios de campo participan de 50 a 200 consumidores. El objetivo de estas pruebas es seleccionar, ordenar o calificar muestras (Torricella *et al.*, 2007).

Existen dos enfoques en las pruebas con consumidores: la medición de preferencia y la medición de aceptación. En la medición de preferencia el consumidor panelista tiene una selección. Un producto debe ser seleccionado sobre otro u otros productos. En la medición de aceptación o gusto, los panelistas consumidores califican su gusto por el producto en una escala. Algunas de las pruebas son: preferencia por pares, preferencia por ordenamiento, índice R para ordenamiento, entrevista, entrevista uno a uno, y la observación (Torricella *et al.*, 2007).

El **Índice R para ordenamiento** es posible su obtención por medio de ordenamiento. Se puede ordenar por lo menos cuatro estímulos de acuerdo a la cantidad o intensidad del atributo usado para la prueba. Es también posible usar este método de análisis con datos de preferencia. Es especialmente útil para calcular que tan diferentes o que tan preferidas son ciertas muestras. El distanciamiento entre cada número es distinto para cada individuo. Para algunas personas puede ser más fácil pasar de 5 a 6 que de 6 a 7, así como el 4 de una persona puede ser el 5 de otra. El índice R, en este caso, es la probabilidad de escoger 'S' como la muestra que presente más o mayor intensidad del atributo usado para el ordenamiento al ser presentada junto con 'R'. Se anota el número de veces que 'S' o 'R' se encuentra en 1er, 2do, 3º, o 4º lugar. Las probabilidades también se encontrarán entre el

50% y 100%. La significancia del índice R, para pruebas de ordenamiento, se obtiene a partir del Anexo 5 utilizando la columna de  $\alpha$  (dos colas) y el número de juicios para el producto evaluado (Hernández, 2007).

Las **pruebas de aceptación usando escalas hedónicas**, las palabras seleccionadas para cada opción de la escala están basadas en espacios de intervalos iguales, lo que permite asignar valores numéricos a las opciones de respuestas y usar estadística paramétrica en el análisis de los datos. Se ha reportado que la escala es confiable y tiene una alta estabilidad de respuesta, que es independiente de la región y en cierta medida del tamaño del panel. Es posible convertir los resultados de la escala hedónica en datos de preferencia de pares o bien en datos de ordenamiento. El estadístico de prueba para este tipo de escala cuando se tienen dos muestras es la "t de Student" para comparaciones de pares; cuando se tienen más de dos muestras se utiliza el análisis de varianza para un diseño de bloques completamente al azar (Hernández, 2007).

### **3.8 MÉTODO ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)**

Pla (1986) define al ACP como una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para aplicar la estructura probabilística de los errores. El ACP es un método esencialmente descriptivo, por lo tanto, según sean los objetivos particulares del estudio que se realiza, el ACP podrá ser suficiente para alcanzar el objetivo, o no representar más que una primera aproximación, pero preliminar, para el empleo de otros métodos estadísticos (Philippeau, 1990). El uso del ACP es el primer paso en el análisis de factores y es menos dependiente de las decisiones subjetivas, a diferencia de otros métodos.

El propósito del ACP es encontrar "espacios de dimensiones más pequeñas" en los cuales sea posible observar a los individuos de la "mejor manera". Los espacios escogidos tendrán una dimensión, en otras palabras rectas o dos dimensiones (caso más frecuente), es decir, planos. Estas nuevas variables o componentes principales resumen en pocas dimensiones la mayor parte de la variabilidad de un gran número de variables. Los componentes principales sucesivos corresponden a porcentajes cada vez menores de la varianza total y el

problema consiste en determinar cuántos componentes pueden ser interpretados (Philippeau, 1990 y Pla, 1986).

El análisis por componentes principales deberá ser aplicado cuando se desee conocer la relación entre los elementos de una población y se sospeche que en dicha relación influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos (Pla, 1986). Al estudiar un conjunto de  $n$  individuos mediante  $p$ -variables es posible encontrar nuevas variables denominadas  $Y(k)$ ,  $k=1,\dots,p$  que sean combinaciones lineales de las variables originales  $X(j)$ , e imponer a este sistema ciertas condiciones que permitan satisfacer los objetivos del análisis por componentes principales. PLA (1986) señala, que esto implica encontrar  $(p \times p)$  constantes tales que:  $k = 1, \dots, p$ .

donde  $l(jk)$  es cada una de esas constantes. Obsérvese que debido a la sumatoria, en cada nueva variable  $Y(k)$  intervienen todos los valores de las variables originales  $X(j)$ . El valor numérico de  $l(jk)$  indicará el grado de contribución que cada variable original aporta a la nueva variable definida por la transformación lineal. Puede expresarse la transformación lineal de componentes principales en términos matriciales:  $\mathbf{Y}_{(n \times p)} = \mathbf{X}_{(n \times p)} \mathbf{L}_{(p \times p)}$ .

El conjunto de ecuaciones representadas en  $\mathbf{Y}$ , define la relación que hay entre los componentes principales y la matriz de varianza-covarianza (en este caso la matriz  $\mathbf{S}$  de varianza-covarianza estimada) o la matriz de Correlación  $\mathbf{R}$ , dependiendo de cuál vía se utilice para generar los componentes principales.

La generación de estas nuevas variables o componentes principales es susceptible a la escala en la cual estén medidas las variables originales. Por lo que se recomienda utilizar los datos centrados cuando todas las variables estén expresadas en las mismas unidades, es decir, hacer los cálculos vía matriz varianza-covarianza. Se utilizan datos centrados reducidos cuando la matriz de datos originales esté constituida por variables de naturaleza diferente o caracterizada por diferentes unidades, esto con el objetivo de no incurrir en interpretaciones erróneas debido a la diversidad de escala de medición.

Pla (1986) señala que en algunos casos, al hacer los cálculos vía matriz varianza-covarianza, se obtiene que el primer componente explica casi toda la variabilidad, sin

embargo, si no se ha previsto que en la matriz de datos originales exista heterogeneidad en las escalas de medición; cualquier interpretación que se haga puede ser no confiable. Cada componente principal explica una proporción de la variabilidad total y esa proporción puede calcularse mediante el cociente entre el valor propio y la traza de **S**. Este cociente se denomina proporción de la variabilidad total explicada por el componente k-ésimo.

Dado que los valores propios representan la varianza de los componentes, cuando se ordenan en forma creciente se pueden seleccionar los primeros  $p$  como valores propios, siendo  $p \ll k$ , y la eficiencia del ajuste de los datos originales, por los nuevos  $k$  componentes principales estará dada por la proporción de la variación total explicada por la suma de los  $k$  primeros valores propios (Pla, 1986).

Pla (1986) indica que decidir el número de componentes necesarios para que el porcentaje de variación explicada sea satisfactorio puede ser un inconveniente a la hora de pretender reducir la dimensionalidad del problema, puesto que no es posible aplicar una prueba de hipótesis que tenga validez para toda situación y que permita decidir cuándo se ha alcanzado el "nivel satisfactorio". Un caso particularmente complejo se presenta cuando todos los componentes sintetizan proporciones similares de la variación total, y en consecuencia, es difícil decidir cuántos componentes deberán seleccionarse o si debe aceptarse que la verdadera dimensión del problema analizado es la original.

Existen diversos criterios que permiten tomar una decisión sobre el número de componentes a incluir (Pla, 1986): 1) Inspección de la correlación de los componentes principales con las variables originales; 2) inspección de la matriz **S** o **R**; 3) graficar el porcentaje de la variación explicada por cada componente en las coordenadas y los componentes en orden decreciente en las abscisas, método de las ondas, 4) incluir sólo aquellos cuyos valores propios sean superiores al promedio. Si se utiliza la matriz **R**, se incluirán los componentes cuyos valores propios sean mayores que 1, sin embargo, este criterio de acuerdo con Kaiser tiende a incluir muy pocos componentes cuando el número original de variables es inferior a 40 y 5) probar la hipótesis de que los últimos  $p-k$  valores propios son iguales. Esta prueba se conoce también como la prueba de isotropía ya que implica que en las últimas  $p-k$  dimensiones los datos están dispersos en una hiperesfera y,

por lo tanto, el incluir uno de los componentes en el análisis debería implicar la inclusión de todos los restantes.

En los dos primeros componentes principales se sintetiza el mayor porcentaje de la variación total, es decir, es en estos dos vectores donde va a estar la mayor cantidad de criterios de clasificación debido a las variables originales. Esto permite clasificar a los individuos utilizando el gráfico donde se crucen los valores de los dos primeros componentes principales, pudiendo determinar los valores específicos que adopte cada individuo en particular. Esto se logra asignando a cada individuo un número de identificación. El gráfico permitirá separar a los grupos de individuos que tengan características diferentes y que tienen la mayor ponderación sobre los dos primeros componentes.

El análisis de componentes principales tiene la ventaja de que se basa en un conjunto amplio de criterios y no en una sola variable, además, se tiene mayor certeza respecto a cuales son en realidad los mejores individuos del grupo, lo cual es importante ya que otros métodos de clasificación comparativos sólo generan tres estratos. Una vez que se hace la selección se calculan las características medias para cada grupo, con tales resultados se podrían utilizar las pruebas de hipótesis que fuesen necesarias (Quevedo, 1991).

### **3.9 ESTRATEGIAS COMPETITIVAS**

La estrategia competitiva tiene como propósito definir qué acciones se deben emprender para obtener mejores resultados en cada uno de los negocios en los que interviene la empresa. En cierto sentido el producto juega un papel de enlace entre oferta y demanda, por lo que el éxito al que se hace referencia está condicionado por la capacidad de la empresa para superar a la competencia y desde luego, por la bondad del producto desde la perspectiva del cliente.

El diseño de la estrategia competitiva descansa en el análisis de tres partes clave, que son la industria, el mercado y el perfil del producto, para definir con qué capacidad competitiva se

cuenta, cuáles son las necesidades del mercado y qué características debe reunir el producto.

Si bien estas tres partes son importantes y tienen un carácter complementario

Los puntos siguientes se refieren al desarrollo de la estrategia competitiva desde tres puntos de vista:

1. Estrategia de producto - mercado: Incluye una breve descripción de las conocidas estrategias de bajo costo, diferenciación y enfoque.
2. Estrategia de rivalidad: Cómo enfrentar a los oponentes para ganar o defender una posición.
3. Estrategia comercial: Cómo atraer la atención del cliente y cómo acceder al mismo, apoyándose en las 4 Ps de la mercadotecnia (producto, precio, promoción y plaza).

Esto quiere decir que en la formulación de la estrategia competitiva no hay una palanca o punto de partida único, sino que es algo variable que depende de la naturaleza de la empresa y el medio en el que se desenvuelve.

**1. Estrategias de producto - mercado:** Una empresa puede aspirar a buenos resultados si cuenta con una ventaja que le permita ofrecer un producto mejor a un más bajo precio que sus competidores, a partir de lo cual se distinguen tres estrategias de producto - mercado, conocidas también como estrategias competitivas genéricas:

- a) Estrategia de liderazgo en costos (o de bajos precios). Una empresa que cuenta con una ventaja competitiva de bajos costos está en posibilidad de manejar un producto de precio reducido, para ganar con ello la parte del mercado que es más sensible a esta variable. Por lo general, lo que se ofrece es un producto estándar de calidad aceptable, con un alto volumen de ventas que compensa el sacrificio en precio, siendo variadas las posibles fuentes del bajo costo.
- b) Estrategia de diferenciación (o agregación de valor). Consiste en el desarrollo del producto con un perfil tal que los hagan más deseables para un segmento del mercado, a

cambio de lo cual el cliente está dispuesto a pagar un mayor precio. Las posibles formas de diferenciación del producto son muy diversas (desempeño, confiabilidad, servicio, etc.), cada una de las cuales debe estar respaldada por una correspondiente capacidad al interior de la empresa (ingeniería del producto, sistemas de calidad, grupo de ventas, etc.)

- c) Estrategia de enfoque (o nichos). La atención se dirige hacia un pequeño espacio del mercado, ya sea en términos geográficos, demográficos, de la línea de productos, etc., conforme al cual se alinean las capacidades de la empresa, lo que permite ofrecer mejores precios o lograr un producto superior de acuerdo a los requerimientos particulares de esa pequeña parte del mercado.
- d) Posesionado a la mitad. El contar con una ventaja competitiva y la adopción de una estrategia de producto - mercado apropiada, supone un rendimiento superior al promedio de la industria, pero esto no es fruto del azar sino que es una posición que se debe saber crear, explotar y mantener.

**2. Estrategia de rivalidad.** Hasta se ha visto a la estrategia competitiva como una lucha contra una sombra anónima, cuando en muchos casos tiene nombre y apellidos, lo que lleva a las empresas a una lucha frente a frente para ganar o defender una posición en el mercado.

**3. Estrategia comercial:** La estrategia comercial está representada por las clásicas 4'p de la mercadotecnia (producto, precio, promoción y plaza), cada una de las cuales integra una gran variedad de herramientas para atraer al cliente y facilitar el intercambio del producto, integrando un todo en el que la falta en una parte afecta al conjunto (ej. Un excelente producto con una mala distribución está condenado al fracaso).

- a) Producto: Constituye el corazón de la estrategia comercial, tal que a través del manejo de los atributos de calidad, servicio e imagen se construye un perfil de producto de particular interés para un espacio del mercado.
- b) Precio: Esta variable tiene una estrecha correspondencia por ejemplo, puede ser alto, medio o bajo. Con frecuencia se manejan los precios por debajo de su valor para ganar la preferencia del cliente.

- c) Promoción:** Su papel es informar, persuadir y reafirmar la preferencia del cliente, con las herramientas de la publicidad, promociones (regalos, descuentos, rifas, etc.) relaciones públicas y fuerzas de ventas.
  
- d) Plaza:** Se plantea el modo en que se mueve el producto desde la fábrica hasta el consumidor (canales y puntos de venta), lo cual es de primordial importancia ya que gran parte de la batalla se libra en estos lugares.

## **IV. MARCO DE REFERENCIA**

### **4.1 CONCEPTO DE MEZCAL**

Algunos historiadores indican que el origen de la palabra mezcal (mexcalli), está conformada por dos vocablos de la lengua náhuatl, a saber: “metl” o “meztl”, que significa maguey, y de “ixcalli”, que significa cocer, por lo que su traducción sería entonces, “maguey cocido”; otros señalan que proviene del nombre que le daban al maguey: “mexcalmetl” (Berumen, 2009).

El mezcal es un destilado de agave característico de México y particularmente de regiones semiáridas o de bajo desarrollo económico, el cual surgió a partir de la fusión de la tradición prehispánica en cuanto al uso del maguey y la técnica de destilación traída por los españoles. Así entonces, en tiempos de la colonia prosperaron grandes haciendas dedicadas a la producción y comercialización del mezcal, pero también se dio y prevalece aun en nuestros días, la producción artesanal en baja escala de agricultores que cultivan o recolectan los agaves de su región, para elaborar el destilado destinado al consumo local (Morales *et al.*, 2007).

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, el mezcal se define como: bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de diferentes especies de 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.

### **4.2 MAGUEY MATERIA PRIMA DEL MEZCAL**

En la taxonomía clásica el maguey se ubica en la familia Amaryllidaceae, subfamilia Agavoideae. El género *Agave* es el más grande de esta familia, comprendiendo aproximadamente, doscientas setenta y cinco especies (Lawrence, 1951). Este género

incluye, de la nomenclatura tradicional, géneros que pertenecen a la familia Liliacea y otros a la Amaryllidacea (Lawrence, 1951; Gómez-Pompa, 1963). En esta nomenclatura, el subgénero *Agave* lo integran 12 secciones con 82 especies, 21 subespecies y 23 variedades. En total 197 taxas (Gentry, 1982).

De acuerdo a Aguirre *et al.* (2001), el mezcal se obtiene de diferentes especies del género *Agave*, subgénero *Agave*, dependiendo de la región. Por citar algunos se encuentran: *Agave Angustifolia* Haw (maguey espadín) en Oaxaca, *Agave Esperrima* jacobi (maguey de cerro, bruto o cenizo); *Agave Weberi* cela, *Agave patatorum* Zucc (maguey de mezcal); *Agave Salmiana* Otto Ex Salm ssp *Crassispina* (Trel) Gentry (maguey verde o mezcalero) y, *A. cupreata* Trel A. Berger (maguey papalote, ancho, bravo o de mezcal) Guerrero.

Se piensa en el maguey como un producto agrícola, sin embargo, en México se ocupan más de diez especies diferentes de maguey para elaborar mezcal y con excepciones como el tequila de Jalisco y el espadín de Oaxaca, que son cultivados en plantaciones, casi todos los demás son silvestres y caen bajo la categoría de productos forestales no maderables. Desde tiempos antiguos, los habitantes de lo que ahora es México han valorado los diversos productos derivados de los magueyes, sobre todo las fibras, las bebidas y los alimentos. Con el paso del tiempo y el desarrollo de la agricultura, algunos agaves fueron seleccionados y cultivados, garantizando así la satisfacción de muchas necesidades. El manejo de unos pocos de los magueyes seleccionados para mezcal, como el azul y el espadín, se desarrolló de tal forma que constituye hoy en día todo un paquete tecnológico industrial, cuyos componentes principales son:

- La propagación vegetativa, sobre todo mediante cultivo de tejidos.
- El cultivo en plantaciones mono específicas, esto es, de una sola especie o variedad.
- El empleo de grandes cantidades de agroquímicos (fertilizantes, fungicidas, insecticidas, enraizadores, etc.) para acelerar y asegurar la producción de materia prima.
- La elaboración del mezcal mediante procesos fabriles, sobre todo en el caso del tequila.

Como se mencionó, este modelo tiene riesgos y costos ambientales y sociales que deben considerarse seriamente antes de seguir con su expansión. Por otro lado, la mayoría de los magueyes mezcaleros siguen siendo aparentemente silvestres, pues crecen en los bosques, los pastizales y los desiertos sin que nadie los plante y sin aplicarles ningún producto químico. Decimos que aparentemente son silvestres porque en realidad, como sucede con muchas otras plantas útiles, se están desarrollando bajo variadas formas de manejo tradicional practicadas por familias campesinas e indígenas, de modo que dependen en mayor o menor medida de las actividades humanas, generalmente poco intensivas pero a la larga eficientes y productivas.

Así, hay desde magueyes que se extraen del monte prácticamente sin que se les haya manejado, por lo que se catalogan como especies forestales no maderables, hasta agaves que crecen exclusivamente en ambientes creados por el trabajo de hombres y mujeres. Pero muchos otros crecen como cercas vivas en casas y solares o en la orilla de los campos de cultivo, donde reciben diversos cuidados que constituyen prácticas de manejo. Algunas de estas especies dependen totalmente de los sistemas de producción, por lo que ya no se les encuentra en medios naturales: están en avanzado proceso de domesticación.

Es muy importante caer en la cuenta de que toda planta en proceso de domesticación está asociada a conocimientos, prácticas de manejo y arreglos sociales que se han desarrollado a lo largo de los siglos. Tratándose de magueyes, hemos de ubicar a cada especie en el marco de su propio proceso de domesticación, y entender que éste no siempre ni necesariamente se orienta hacia las plantaciones. La domesticación de los agaves está dirigida a atender necesidades y aspiraciones campesinas muy diversas, de modo que las plantas ocupan variados espacios del territorio rural. No es aventurado afirmar que los magueyes útiles, como los conocemos hoy en día, son resultado de cientos o miles de años de interacción con los indígenas y campesinos, cuyos esfuerzos han incluido procesos de selección y domesticación así como de conservación y custodia. Esta inversión de tiempo, conocimiento, tecnología, organización y trabajo tiene un valor incalculable que debe ser reconocido y considerado al hablar de propiedad intelectual.

#### **4.2.1 Manejo del maguey papalote (*Agave cupreata*)**

El maguey papalote (*Agave cupreata*) es endémico de la cuenca del Balsas, encinares, selva baja caducifolia y pastizales; su reproducción es exclusivamente sexual, alcanzando su madurez comercial entre los 8 y 12 años (Illsley, 2005).

Los polinizadores principales son murciélagos (*Leptonycteris nivalis*) nocturnos, que vienen migrando desde Texas y Arizona, dada la gran dispersión de la población se encuentran densidades naturales de entre 100 y 1,500 plantas por hectárea, prefiriendo zonas con condiciones despejadas y rocosas (Illsley, 2005). Éste tipo de maguey presenta su floración de febrero a abril, con 120 flores por umbela, y hasta 60,000 semillas por escapo; debido al alto grado de depredación de semillas y plántulas, solamente se logra una repoblación de aproximadamente 20 plantas nuevas por escapo (Illsley, 2005).

Los sistemas de manejo para este maguey silvestre que se reproduce tan sólo por semillas son de monte y agroecológicos. Los agroecológicos incluyen un sistema de manejo tradicional llamado "de semilla regada", y los sistemas innovadores de producción de planta en vivero para reforestación y restauración de suelos degradados. El manejo de monte es el que se usa en mayor extensión. Como en muchos otros casos en el mundo en que se extraen especies forestales no maderables, puede ser exitoso siempre y cuando se mantenga un equilibrio entre la extracción y la regeneración. El manejo agroecológico representa una situación intermedia entre el manejo de monte y el agrícola, pues simula las condiciones naturales del crecimiento del maguey y a la vez aprovecha el suelo para obtener productos de árboles, arbustos y cultivos anuales. El sistema de manejo de monte es el más sencillo. Las plantas se desarrollan en el bosque, el pastizal o el desierto, donde se establecen espontáneamente, bajo la aplicación de algunas prácticas, como dejar ciertas plantas para semillero, cortar los quiotes sólo después de la maduración y dispersión de las semillas, rotar áreas de cosecha y cercar para impedir el daño por el ganado. Cuando se considera que está disminuyendo el maguey, la comunidad decide establecer vedas de corta por uno a tres años. En algunas comunidades sólo se cosecha cada tres o cada cuatro años, como forma de garantizar el repoblamiento.

### **Ventajas del manejo de monte:**

- No requiere de muchos cuidados ni de mucho esfuerzo (más que para la cosecha).
- Se puede cosechar año con año.
- No se tala el monte para poner plantaciones de maguey.
- Se mantienen todos los beneficios del monte: suelo, agua, leña, plantas medicinales, fauna silvestre y mejor clima.
- No se aplican agroquímicos, es orgánico.
- Se conservan grandes territorios de monte, que atrae a los polinizadores.
- Se cruzan los magueyes de manera natural y se pueden mantener más fuertes las poblaciones.
- Si se hace un buen plan de manejo y se aplica, es una forma muy moderna de manejar el maguey, porque no es destructiva.

### **Desventajas del manejo de monte:**

- Se producen pocas plantas por hectárea; cosechar requiere de mucho esfuerzo, sobre todo de caminar lejos.
- Si no se hace con cuidado se puede acabar todo el maguey en pocos años.
- Comparte los sitios con el ganado. Que pisotea y come los magueyes, sobre todo los chicos.
- Está expuesto a incendios

Para garantizar el equilibrio entre la extracción y la regeneración hay algunas prácticas de manejo en el sistema de monte que son básicas:

- 1.- Dejar suficientes quiotes para semilla.
- 2.- No cortar maguey tierno.
- 3.- Cuidar a los polinizadores (insectos y murciélagos).
- 4.- No cortar flores para comer ni para el ganado ni para los venados.
- 5.- No cortar el quiote antes de que maduren y sequen los frutos y las semillas se dispersen.
- 6.- Cercar áreas para proteger al maguey del ganado.
- 7.- Evitar y combatir incendios.

8.-Planear la producción del maguey.

#### 4.2.2 Usos del maguey

La importancia del uso del maguey se remonta a la época prehispánica, cuando los pueblos indígenas del centro y norte del país encontraron en esta planta una fuente de materia prima para elaborar una gran cantidad de productos. En un trabajo reciente sobre los principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica del Agave se evidencian las bondades que tiene en su uso para el beneficio económico de los pobladores rurales con la elaboración de mezcal y la recolecta y producción de insectos comestibles y la alimentación del ganado, así como su manejo agroecológico al ser usado en la conservación de suelos para mantener el equilibrio del hábitat propio del entorno donde crece (García-Herrera *et al.*, 2010).

El género agave comprende dos subgéneros: el *Littaea* y el *Agave*. El primero de forma espigada, con alto contenido de saponina, se destina a ornato y contiene esmilagenina, materia prima indispensable para elaborar esteroides. Las especies que componen el subgénero *Agave* se explotan para producir bebidas fermentadas -el pulque- y destiladas -el tequila o los mezcales-, o bien para extraer fibras, forrajes y alimentos. Es el caso del *Agave fourcroydes* o henequén y el *Agave sisal*, cultivados en la zona costera del Golfo de México y la Península de Yucatán. Otros productores de fibras son el *Agave lechuguilla*, aprovechado en el Valle del Mezquital, y el *Agave peacockii*, cuyo hábitat es el Valle de Tehuacán (Oliver, 1995).

Entre los agaves que producen bebidas alcohólicas, además del *A. tequilana* y el *A. angustifolia*, tenemos el *A. atrovirens* Kawr, *A. lehmannii*, *A. cochlearis* y *A. lattisima Jacobi*, de donde se saca el aguamiel, ingrediente fundamental en la elaboración del pulque (Oliver, 1995).

Los antiguos mesoamericanos aprovechaban el maguey de múltiples maneras: con los quiotes manufacturaban la estructura habitacional; posteriormente, se cubrían techo y paredes con las pencas, las cuales a su vez se utilizaban como canales conductores de agua,

platos, materia prima para elaborar el papel con que se hacían los códices, y también para engalanar a sus dioses (Oliver, 1995).

Asimismo, de las pencas se extraían las fibras necesarias para manufacturar cactlis y telas para la confección de huipiles, naguas, mantas o tilmalis, estas últimas empleadas como preciados regalos a los nuevos tlatoanis, para declarar la guerra a otros señoríos o como moneda en tiempos prehispánicos. Desde muy pequeña, la mujer era la encargada de elaborar las diversas prendas en el telar de cintura; para las más finas se utilizaban las fibras del corazón del maguey. Para obtener una manta térmica, a los hilos del ixtle se le agregaban plumas y pelo de conejo. Las láminas de los códices Matrícula de Tributos y Mendocino muestran los señoríos que cada 80 días tributaban mantas a la Triple Alianza -integrada por Tenochtitlán, Texcoco y Tlacopan. El señorío de Hueyepochtlan, además de mantas, proporcionaba miel negra o neuctli. Nada del maguey se desperdiciaba, pues con las flores se elaboraban exquisitos platillos. Las púas servían como agujas de coser y para los usos rituales del autosacrificio (Oliver, 1995).

Dentro de la farmacopea mesoamericana los derivados del maguey (el pulque o la miel) fueron utilizados para el tratamiento de ciertas enfermedades. Los escritos del protomédico Francisco Hernández mencionan que las pencas asadas aplicadas calientes sobre el vientre del enfermo calmaban los dolores, desbarataban los cálculos renales y desalojaban las vías urinarias. Así mismo, el jugo de las pencas asadas y serenadas toda la noche se le daba al enfermo (dos veces al día) para aliviar sus malestares, y con la tela que cubre la hoja, la gente cicatrizaba rápidamente las heridas. Una taza de pulque después del parto y durante la lactancia era lo más indicado para que las madres produjeran leche y amamantaran a sus hijos (Oliver, 1995).

En los principios del siglo XXI -debido a la explotación irracional, inadecuada de las siembras y a las políticas tendentes a sustituir el uso de las fibras naturales por sintéticas y del pulque por otras bebidas como la cerveza, el vino o los rones- el maguey y sus derivados tienden a desaparecer. No obstante, se continúan las investigaciones a nivel de laboratorio para su aprovechamiento industrial, como son fibras, celulosas, papel para

elaborar billetes bancarios, aglomerados, fructuosa, acetona, saponina, sueros glucosados e insulina, plásticos y forrajes (Oliver, 1995).

#### **4.3 NORMATIVIDAD Y DENOMINACIÓN DE ORIGEN DEL MEZCAL**

En 1991 se constituyó la Cámara Nacional de la Industria del Mezcal, con la participación de los estados de Durango, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí y Zacatecas y en 1994 se inician las gestiones para obtener la declaración de protección de la denominación de origen, misma que fue publicada en el DOF el 28 de Noviembre de 1994. Esta denominación de origen inicialmente comprendió a los Estados de Oaxaca, Guerrero, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas; posteriormente el 19 de Noviembre de 2001 se solicitó una modificación para incluir al municipio de San Felipe, Guanajuato. El 26 de Enero de 2002, el Gobierno del Estado de Puebla solicitó incluir la región de la Mixteca de ese Estado en la denominación de origen del Mezcal. Por otro lado, en Marzo de 2003 el estado de Tamaulipas es incluido en la denominación de origen del mezcal (Bautista, 2004).

La producción de mezcal en México está sustentada en la NOM- 070- SCFI- 1994 (Bebidas alcohólicas-mezcal-especificaciones) en concordancia con la NOM- 142- SSAI- 1995 (Bautista, 2004). La SECOFI en Mayo de 1997, registra ante la Comunidad Europea la protección a la denominación de origen del mezcal como bebida espirituosa. Así mismo, en este mismo año se publica la Norma Oficial Mexicana para la producción de mezcal, que considera las condicionantes señaladas anteriormente; así mismo, se establece un plazo a partir de este periodo de cinco años para integrar a las regiones y productores de agave y mezcal para constituir el Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal (COMERCAM).

En Diciembre de 2001, el poder legislativo aprobó y estableció una tasa de 60% al Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) a la importación de bebidas con graduación alcohólica de más de 20° G.L (Bautista, 2004).

El Abril de 2002, la H. Cámara de Senadores presenta una iniciativa de reformas a los Artículos 179 bis y 180 de la Ley de Desarrollo Sustentable (LDS) para fomentar la producción de agave destinado a la elaboración de tequila y mezcal; incluyendo a este cultivo a formar parte de los productos básicos y estratégicos señalados en la LDS (Bautista, 2004).

#### **4.4 TIPOS DE MEZCAL**

Según la NOM-070-SCFI-1994, de acuerdo al porcentaje de los carbohidratos provenientes del agave que se utilicen en la elaboración del mezcal, éste se clasifica en los tipos siguientes (Berumen, 2009):

- Tipo I. Mezcal 100% agave: Es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con 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.
- Tipo II. 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 o añejo y susceptible de ser abocado.

El mezcal se clasifica en tres tipos con base al periodo de reposo después de su elaboración.

- Mezcal joven: Producto obtenido conforme al concepto de mezcal presentado, susceptible de ser abocado.
- Mezcal reposado: Producto susceptible de ser abocado que se deja por lo menos 2 meses en recipientes de madera de roble blanco o encino, para su estabilización.

Mezcal añejo o 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 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. Los mezcales, tipo I o II, pueden mostrar en sus envases la leyenda “ENVASADO DE ORIGEN”, siempre que se envasen en el estado productor, y los mezcales envasados fuera del estado productor, deben mostrar la leyenda “ENVASADO EN MEXICO”, se puede utilizar el nombre del estado productor, siempre que el envasador demuestre que la totalidad del mezcal que envasa se ha adquirido en el estado que en la etiqueta es mencionada como productor, para ello, el envasador debe comprobar la procedencia de los lotes ante el organismo de certificación acreditado (Berumen, 2009)

#### **4.5 CLASIFICACION DE PRODUCTORES DE MEZCAL**

De acuerdo con el Plan Rector del sistema-producto agave-mezcal, basado en información del Programa Nacional de Certificación 2005. COMERCAM- CNPMMAC, en México existen tres grupos de productores de mezcal (Morales, 2007):

##### **Grupo I**

Se refiere a aquellos productores ubicados en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Donde sus fábricas las ubican en cascos de haciendas y manejan tecnología tradicional de la época de la colonia, utilizan hornos verticales de piedra que operan a base de leña, tahonas, calderas de carbón, pilas para fermentación, prensas etc. Trabajan de dos a tres turnos por día y llegan a producir de 10 hasta 20 mil litros en un mes. La materia prima principal de estos productores de mezcal es el *Agave salmiana* Otto, mismo que es recolectado en 59,000 hectáreas de agostaderos de uso común, donde no recibe ningún manejo de cultivo, pudiendo ser considerado como un agave orgánico, si es sometido a un proceso de certificación. Hasta ahora en esta región, las empresas productoras de mezcal sólo producen el de 100% agave, pero la tecnología con la que cuentan y el proceso de producción les permite elaborar, si lo desean, el mezcal tipo II. Para este grupo de productores la posibilidad de elaborar mezcal Tipo II, mejoraría el rendimiento alcohólico del mosto y reduciría la presión sobre los agaves silvestres, porque se recolectarían menos plantas.

## **Grupo II**

En este grupo se concentra la mayoría de los productores de mezcal localizados en los estados de Guerrero, Oaxaca y Durango, está representado por un gran número de pequeñas factorías llamadas “palenques” o “vinatas”. Las fábricas son de tipo familiar y aún conservan la tradición y producen mil litros de mezcal al mes, como lo aprendieron de sus antecesores. Tienen hornos cónicos en el subsuelo donde calientan piedras con leña para la cocción del agave, tahonas tiradas por una mula o caballo, las tinas de fermentación son de madera de 500 o mil litros, con alambiques de cobre y en las zonas como Oaxaca, utilizan ollas de barro sobre puestas. Generalmente los productores sólo trabajan en una época del año durante las secas y durante la época de lluvia se dedican a labores agrícolas. La producción promedio es de mil litros de mezcal al mes. Los productores de Guerrero utilizan el maguey *bravo* (*Agave cupreata Trel*), y en Durango; el maguey cenizo (*Agave duranguensis Gentry*).

La forma artesanal de producir el mezcal y la tradición de siempre producir mezcal 100% agave en Oaxaca, Guerrero y Durango, hace que algunas empresas de Oaxaca se pronuncien porque la NOM-070 sólo contemple el mezcal tipo I. Sin embargo, debe considerarse que si se modifica la norma para permitir el mezcal tipo II con al menos 51% de azúcares de agave, dicha norma no limitaría su derecho para conservar la cultura regional y podrían continuar con la producción de mezcal 100% agave, aunque también deben considerarse las realidades de otras regiones comprendidas en la denominación de origen. Como ya se explicó en los productores del grupo I, para ellos es importante contar con la alternativa de producir mezcales mixtos con calidad certificada. Del grupo II de productores de mezcal certificados predominan las empresas de Oaxaca, ya que en Guerrero y Durango han tenido mayores dificultades para certificarse.

## **Grupo III**

En este grupo se ubican productores de mezcal del sur de Zacatecas, e incluye algunas nuevas mezcaleras de Durango y Tamaulipas. Poseen fábricas con un mayor grado de tecnificación; existen los molinos de trapiche, tinas y alambiques de acero inoxidable, estas fábricas producen en forma continua y utilizan como materia prima *Agave tequilana Weber*

*var. azul* y *Agave salmiana*. A diferencia de las fábricas del sureste zacatecano, las de Oaxaca, Guerrero y Durango, donde se produce de manera artesanal, los productores de mezcal del grupo III tienen el equipamiento necesario para realizar mejores prácticas de manufactura y cumplir las normas de inocuidad exigidas en el mercado internacional.

El grupo III de productores de mezcal puede verse incrementado con las nuevas fábricas que están en construcción en Oaxaca y Durango, donde se pretende utilizar tecnologías para extraer todas las mieles e inulinas del agave. Esto permitiría utilizar el exceso de agave para elaborar edulcorantes, aunque un sector de mezcaleros no está de acuerdo en permitir la elaboración de mezcal con este método de extracción de los azúcares, argumentando que la Norma establece la definición del mezcal como un destilado obtenido a partir del cocimiento previo de las piñas de agave.

#### **4.6 ACTIVIDADES DE CONSERVACION DEL MAGUEY EN GUERRERO**

En Guerrero la cadena maguey- mezcal se ha declarado como la quinta agroindustria más importante, por tal razón, un grupo de productores guerrerenses, de la organización campesina regional SSS Sanzekan Tinemi, ubicada en la región de Chilapa, optaron por avanzar hacia el registro de una marca colectiva como paso previo a una denominación de origen. Esta organización está probando un modelo novedoso de organización y autorregulación, que parte de dos componentes:

1. El manejo campesino de los recursos naturales incluyendo al maguey silvestre
2. La organización para la gestión del maguey y para el desarrollo de una empresa de producción y comercialización de un mezcal de calidad y producción limitada.

Este es un intento que puede aportar elementos para ajustar los esquemas actuales vigentes para la regulación oficial del maguey y del mezcal que apuntan a dejar fuera a los pequeños mezcaleros artesanales, a favor de acopiadores con mayor capacidad económica o de acceso a los financiamientos disponibles. Puede también ofrecer alternativas para adecuar la declaratoria de denominación de origen del mezcal que en su forma actual resulta un instrumento excluyente en lugar de una oportunidad para agregar valor a los mezcales privilegiando su diversidad.

En Oaxaca se están desmontando grandes extensiones de selva baja para introducir plantaciones de maguey, sobre todo el espadín. En el Valle de Apatzingán están sustituyendo huertas frutícolas por agave tequilero. Por todos lados hay una fiebre por la siembra de los magueyes que ya tienen asociado un paquete tecnológico: sobre todo el tequilero y el espadín.

Esto se hace con poco o ningún cuidado por la conservación y distribución natural de las especies y esto conlleva dos riesgos ambientales:

1. Continuar la deforestación para sustituir selvas bajas, matorrales y encinares por plantaciones de maguey
2. Sustituir las especies nativas de magueyes por las más comerciales, y perder diversidad. Se habla de la extinción reciente de una especie, el *Agave jaiboli*.

Otro riesgo es el de la pérdida de la diversidad de procesos de elaboración de las bebidas, que en muchos casos están además íntimamente relacionadas con las culturas étnicas. Los programas de apoyo vigentes parten de la idea generalizada de que hay que industrializar, homogeneizar y producir grandes volúmenes para poder entrar al mercado. La realidad de otras regiones ha demostrado que mantener la diversidad y producir cantidades limitadas de un producto con características distintivas puede resultar en mayor valor agregado.

#### **4.7 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL EN GUERRERO**

Según estudios realizados por el Grupo de Estudios ambientales en el Estado de Guerrero el proceso de producción de Mezcal en la región consiste en (GEA, 2002):

**1.- Selección.** El maguey es seleccionado en campo y separado con base al grado de avance de la floración, ya sea maguey en velilla o maguey capón. El maguey en velilla es el maguey que está a punto de iniciar la etapa de floración, se caracteriza por tener un alargamiento inicial del cogollo. El maguey capón es el que ha sido castrado, es decir que se ha cortado el escapo floral en sus primeras etapas de crecimiento, dejándolo después reposar así en el campo durante varios meses con el fin de que concentre los azúcares en la

cabeza. Es importante hacer por separado todo el proceso para cada uno de éstos dos tipos de maguey, ya que puede influir en el sabor y por lo tanto en la calidad del mezcal. Para la recolección de la materia prima (agave o maguey) son necesarias ciertas condiciones o características, tales como las siguientes: 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 que puedan ser aprovechados por los microorganismos para la generación de alcohol.

**2. Labrado.** El proceso de labrado consiste en cortar la base de las hojas o pencas del maguey, hasta dejar blanca la piña o 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. En cada comunidad existen personas que se han especializado en la selección y labrado del maguey mezcalero, para eso cuentan con un conocimiento acumulado de años de experiencia realizando esta actividad, son los labradores.

**3. Transporte.** Una vez que el labrador deja listas las piñas o cabezas de maguey, éstas son acomodadas por otra persona en un sitio accesible, para ser transportadas en bestias de cargas (burros o mulas) a la fábrica. Si el tamaño de la cabeza es muy grande, ésta puede partirse en dos o cuatro pedazos, para facilitar su transporte. La cantidad de cabezas obtenidas se miden por tarea, que equivale a 30 cabezas de maguey, realizando una tarea por día. Es importante no exponer por mucho tiempo las cabezas de maguey a los efectos del ambiente, ya que éstas se pueden reseca o incluso si se llegan a mojar (por la lluvia) pueden resultar inservibles.

**4. Horneado o cocción del maguey.** Generalmente, el horneado del maguey se hace muy cerca de la fábrica destiladora, para esto 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 emplear un horno ya empleado en años anteriores, probablemente sea 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 debe ser de preferencia 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 (*Brahea dulcis*) y tierra, permaneciendo en esta condición de 2 a 4 días para que agarre color. 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 para su almacenamiento o listas para ser martajadas.

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, quemado en caso de estar muy caliente el horno o ahumado en caso de un mal tapado.

La temperatura óptima del horno se define en base a la experiencia del fabriquero, apoyada en el tiempo de combustión de una hoja verde de palma. La minimización del tiempo de tapado del horno fomenta una cocción uniforme y evita el ahumado de las cabezas. Para esta actividad generalmente se requiere del trabajo de 3 o 4 personas.

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).

**5. Martajado del maguey.** El martajado, machacado o macerado del maguey cocido 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. La cantidad de maguey machacado necesaria para una tina es de aproximadamente de 40 cabezas. Esta cantidad es realizada entre dos personas al día.

Para la obtención de un mezcal de calidad, en el martajado se debe cuidar los siguientes aspectos. En primer término seleccionar las partes de la cabeza cocida con un sabor dulce y desechar las de sabor amargo o agrio. En segundo término evitar que queden pedazos grandes de maguey, porque éstos no fermentan. Tercero, procurar que el tiempo máximo

que permanezcan las cabezas cocidas sin martajar no sea mayor de 15 días, ya que se empiezan a enmohecer.

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

La trituración tiene como finalidad hacer que los monosacáridos obtenidos en la cocción sean más disponibles a la acción microbiana, así como a la captación de microorganismos del medio para favorecer la fermentación (Ramales y Ortiz, 2006).

**6. Fermentación.** Deshebrada la piña, se obtiene lo que los productores le llaman bagazo, el cual se coloca en tinas que contienen agua, y se deja reposar. Las tinas son grandes recipientes (150 a 200 litros) de madera de pino o encino. El tiempo requerido para la fermentación varía desde uno hasta quince 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. Debido a que las bajas temperaturas pueden detener la fermentación, es recomendable que en tiempos de frío se disponga de un fogón en el sitio donde se encuentren las tinas. El agua a utilizar debe ser dulce, es decir con una 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 a las tinas 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, por lo que se recomienda estén en un lugar apartado o con acceso restringido. 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).

**7. Destilado y refinado.** Una vez que las tinas de maguey machado alcance su punto óptimo de fermentación, determinado por el fabriquero en base al olor, sabor y burbujeo de la tina, se procede a la destilación, la cual se realiza en aparatos de destilación de cobre, que constan de una olla, una montera y un serpentín. La primera destilación es conocida como la simpleada y la segunda la refinada. El producto final se mezcla hasta unificar el grado

alcohólico, que queda entre 49 y 53°. En esta operación se efectúa la separación del alcohol del agua aprovechando para ello sus diferentes puntos de ebullición. El etanol, debido a la 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 (Ramales y Ortiz, 2006).

**8. Agregación de valor.** El envasado es la forma más directa de agregar valor. También reposar (dejar descansar cuatro meses) y añejar (dejar descansar por lo menos un año) o abocar (añadir algún saborizante como una hierba o una fruta durante el reposo) son formas de añadir valor al producto.

#### 4.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MEZCAL

Según la NOM-070 el Mezcal debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas establecidas en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Especificaciones físicas y químicas del mezcal

ESPECIFICACIONES	MÍNIMO	MÁXIMO
% de alcohol en volumen a 20°C	36,0	55.0
Extracto seco g/l	0,2	10.0
Mg/100 cm <sup>3</sup> referidos a alcohol anhidrido Acidez total (como ácido acético)		170.0
Alcoholes superiores mg/100 ml	100,0	400.0
Metanol mg/100 ml	100,0	300.0

Datos de la NOM-070-SCFI-1994

La información referente a los compuestos volátiles que distinguen a un mezcal de otro es escasa, dada la gran diversidad de mezcales en el país, según estudios realizados por Molina *et al.* (2007), muestran resultados de algunos mezcales como se ejemplifica en el Cuadro 4.2, y donde se puede identificar algunos compuestos con una nota aromática (vinagre, frutal, manzana, plátano, humo, dulce, agrio, sudor, grasa, etc.). Se estudiaron los compuestos volátiles en diez mezcales comerciales mediante la extracción-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, cetonas, aldehídos, ésteres y ácidos. Además, se encontraron 30 componentes previamente reportados en la literatura como importantes descriptores de aromas en bebidas alcohólicas (Molina *et al.*, 2007).

Cuadro 4.2 Compuestos volátiles de mezcales

<b>Grupo</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Nota aromática</b>
Acetales	Dietil acetal	frutal
	1,3 dietoxi 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, chocolate
	1-butanol	Dulce, fusel
	3-metilbut-2-en-1-ol	Herbal
	3-metil-1-butanol	Alcohol, dulce, frutal, vino
	1-hexanol	Pasto verde, tostado
	Oct-1-en-3-ol	Seta, tierra
Cetonas	2-feniletan-1-ol	Floral, rosas, seta, dulce
	Oct-1-en-3-ona	Seta
Aldehídos	Acetaldehído	Químico
Esteres	Butanoato de etilo	Frutal, plátano, piña, fresa
	Octanoato de etilo	Fruta madura, dulce, pera
	Decanoato de etilo	Dulce, canela, madera
	Acetato de 3-metil butilo	Frutal, plátano
	Acetato de 2-feniletilo	Floral, tepache, frutal, rosas
Fenoles	Cresol	Dulce
	Eugenol	Clavo, especias, medicina, bálsamo
	Mequinol	Humo, fenolico
Furanos	Furfural	Floral, frutal
Terpenos	Citronelol	Dulce, floral, frutal, especias

Datos tomados de Molina *et al.* ( 2007).

Dentro de los grupos de los acetales la presencia elevada de dietil acetal, producto de la reacción de etanol y acetaldehído, contribuye al aroma fuerte, dulce y afrutado, en el caso de los ácidos, que pueden describir aromas a queso, grasa principalmente. Se encontró otro grupo que son los alcoholes, los cuales dan los descriptores de aromas frutales y florales, aromas que igual describen a los ésteres. El grupo de los fenoles y furanos son compuestos

de origen variado, pero generalmente provienen del procesamiento térmico de las materias primas, es decir, durante el cocimiento. Respecto a los terpenos, la generación de los aromas puede darse desde el cocimiento hasta en el almacenamiento, aunque aún es incierto definirlo según lo indican varios autores (Molina *et al.*, 2007).

#### **4.9 SITUACIÓN ACTUAL DE LA CADENA MAGUEY-MEZCAL EN GUERRERO**

Los productores de maguey-mezcal están organizados como un Consejo Estatal del Mezcal Guerrerense, A.C. (CEMEZCAL), desde el 20 de agosto de 1999 y en el Comité Sistema Producto a partir del Abril del 2005. Guerrero cuenta con denominación de origen, y cuatro empresas envasadoras con ocho marcas registradas, que procesan unos 20,000 litros al año y exportan 7,000, a Australia y EUA. Genera más de 2,000 empleos temporales. La producción de mezcal significa una derrama económica de más de \$40'000,000.00. En el año 2003 se apoyó al CEMEZCAL con \$1'219,048.00 para el fortalecimiento del Comité con la elaboración de proyectos y giras de intercambio comercial. En el año 2004 se autorizó un monto de \$1'860,000.00 para fortalecimiento de los comités sistemas producto, proyectos de inversión, eventos de capacitación, giras de intercambio tecnológico y honorarios. En el 2005 se le asignó un monto de \$1, 005,369 en recurso federalizado (SAGARPA, 2008). El consejo estatal de Maguey-Mezcal actualmente está ejecutando proyectos de producción de planta de maguey en viveros, con la finalidad de aumentar la superficie de maguey establecida en el Estado. Por otro lado, se está promoviendo la modernización de las fábricas de mezcal existentes además de introducir tecnología que le permitan al productor certificar la producción de mezcal e infraestructura y equipamiento de plantas homogeneizadoras y envasadoras de mezcal continuando con el proceso de certificación del producto, situación que es requisito indispensable para contar con el mezcal en el mercado conforme a la norma NOM-070. Se estima una producción anual superior a un millón de litros de mezcal, a base de más del 90% de material silvestre. La obtención del mezcal se realiza en más de 80 localidades ubicadas en 18 Municipios, en las regiones Centro, Costa Grande y Tierra Caliente. Su cultivo se realiza en suelos delgados y de pendiente pronunciada, limitantes para otros cultivos, coadyuvando a la conservación de los suelos.

## V. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos del trabajo el análisis sensorial del mezcal se realizó con el apoyo de dos procesos diferentes, debido a que cada una de ellos difiere en el tipo de panelista y el objetivo de la prueba, quedando en descripción sensorial y aceptabilidad (preferencia) del mezcal.

### 5.1 DEFINICIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio fue el ejido de Totomochapa, el cual se ubica a una latitud  $17^{\circ}32'28''$  y una longitud de  $98^{\circ}27'33''$  a 1450 msnm. Se localiza a 180 kilómetros de la capital del estado, en el municipio de Tlapa de Comonfort, que pertenece a la región de la Montaña del estado de Guerrero. El municipio de Tlapa de Comonfort se ubica al este de Chilpancingo, se encuentra en las coordenadas  $17^{\circ}30'$  y  $17^{\circ}40'$  de latitud norte y a  $98^{\circ}27'$  y  $98^{\circ}47'$  de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich (Figura 5.1). Colinda al norte con Cualác y Huamuxtitlán; al sur con Copanatoyac, Xalpatlahuac y Alcozauca, al este con Tlalixtaquilla de Maldonado y Alpoyecaca y al oeste con Atlixnac (Enciclopedia de los municipios de México, 2003).



Figura 5.1 Localización geográfica de la comunidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.

Para realizar la comparación del mezcal se utilizaron productos de otras tres regiones (Zitlala, Gro., Xochihuehuetlán, Gro., y Tlacolula, Oax.), las características físico-climáticas y socioeconómicas de las regiones se muestran en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Características físico-climáticas y socioeconómicas de la región de los mezcales empleados.

Lugar/ Característica	Tlapa de Comonfort	Xochihuehuetlán	Zitlala	Tlacolula
Colindancias	Norte: Cualác y Huamuxtitlán. Sur: Copanatoyac, Xalpatlahuac y Alcozauca. Este: Tlalixtaquilla y Alpoyecá. Oeste: Atlixtaç.	Norte: Huamuxtitlán y el estado de Puebla. Sur: Huamuxtitlán. Oeste: Huamuxtitlán Este: estados de Puebla y Oaxaca.	Norte: Huitzucó y Copalillo. Sur: Chilapa. Este: Ahuacuotzingo. Oeste: Mártir de Cuilapan y Tixtla.	Norte: Santa Ana del Valle, Villa Díaz Ordaz y San Pablo Villa de Mitla. Sur: Magdalena Teitipac, San Bartolomé Quialana, San Lucas Quiavini, Santiago Matatlán y San Dionisio Ocotepec. Oeste: San Juan Guelavía, Santa Cruz Papalutla y Magdalena Teitipac. Este: San Lorenzo Albarradas y San Pedro Quiatoni.
Clima	Subhúmedo-semi cálido y subhúmedo-cálido; con una temperatura media anual 24.5 °C, precipitación media anual de 764.1 mm	Sub-húmedo-cálido y subhúmedo-semi-frío con una temperatura media anual de 24°C. Precipitación media anual en 850 mm.	Subhúmedo-cálido, subhúmedo-semi-cálido, cálido y templado. Temperatura media anual 22°C. Precipitación media anual de 800-1000mm.	Templado, con verano cálido y lluvias en verano y otoño. Temperatura media anual 20 °C. Precipitación media anual de 600-800 mm.
Orografía	1,000-2,000 msnm. Presenta tres tipos de relieve; las zonas accidentadas representan el 70% del territorio; las zonas semi-planas abarcan 20% de la superficie y las zonas planas tienen el 10%.	1040 msnm. Presenta tres tipos de relieve: Las zonas planas 40%, las zonas accidentadas 30%, Y las zonas semi-planas, que se hallan alrededor de las zonas accidentadas por lomeríos con pendientes.	1,645 msnm. Presenta zonas accidentadas, semi-planas, y planas ocupando el 75, 20 y 5% respectivamente del territorio municipal.	1600 msnm. Su territorio está conformado básicamente por pequeñas planicies que llegan hasta lomeríos y parte de serranía.
Suelo	Prevalece chernozem o negro, el color de ellos varía con frecuencia, tienen una consistencia agrológica con alto grado de material orgánico y altos contenidos de sales minerales que hacen que estos suelos sean muy aptos para la agricultura.	Existen los chernozem o negros, aptos para la agricultura por su gran contenido en sales minerales; además los estepa praire o pradera que son benéficos para la explotación ganadera.	Chernozem o negro, se localizan en zonas planas y semi-planas, los cuales son aptos para la agricultura por el gran contenido de sales minerales; las estepas o pradera con descalcificación, que cubren algunas zonas accidentadas y semi-planas propias para la ganadería.	Pertenece a la clasificación del cambisol cálcico.
Vegetación	Predomina selva baja caducifolia, también	Principalmente por la selva baja caducifolia	selva baja caducifolia, pequeños bosques y	Asociación de pastizal con plantas semidesérticas y

	existen escaso bosque de pino - encino.		leguminosas	un chaparral bajo.
Hidrografía	Principalmente en el río Tlapaneco, tributario del río Balsas, tiene a la margen derecha las corrientes tributarias de Zapotitlán del río Iguanita, Chuquito y Grande.	Río Tecoloyan que es afluente del río Tlapaneco, que atraviesa el municipio de este a oeste y algunos arroyos o barrancos de poca importancia con escurrimientos temporales.	Fundamentalmente el río Balsas, Atempa, o Tlapehuala; las lagunas las Mancuernas, y Epazote, que son permanentes; además cuenta con una presa llamada Miramontes.	Su superficie es regada por diversos afluentes.
Uso de suelo	Destaca la producción de: Maíz, frijol, cebolla, jitomate, chile y arroz.	Destaca el cultivo de maíz, frijol y cacahuate.	Destacan la producción de frijol, jitomate y maíz.	Destacan la producción de frijol y maíz.
Actividades productivas	18% se dedica a las actividades primarias, 20% a la construcción y manufactura, 57% a actividades comerciales, y el restante 5% a otras actividades.	44% se dedica a las actividades primarias, 29% actividades de la construcción y manufactura, 24% comercio y el restante 3% otras actividades.	41% se dedica a actividades primarias, 45% a actividades secundarias, 13% al comercio y 1% a otras actividades.	23% actividades primarias, 25% actividades secundarias, 50% comercio, restante 2% otras actividades.

Fuente: Enciclopedia de los municipios de Mexico ( 2009).

## 5.2 POBLACIÓN OBJETIVO

La población objetivo son los productores de mezcal de la localidad de Totomochapa, que pertenece al municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero. Debido a que sólo se encuentran reconocidas en la comunidad dos “fábricas” productoras de mezcal, y sólo una de ellas está activa, no fue necesario realizar un muestreo, sino que se tomó como base de análisis la fábrica que se encuentra trabajando activamente en la producción de mezcal (Figura 5.2).



Figura 5.2 Ubicación de “fábrica” de mezcal de la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.

El trabajo se realizó básicamente en tres etapas: a) Caracterización del proceso de producción del mezcal, b) Descripción sensorial del mezcal, y c) Aceptabilidad del mezcal del área de estudio.

### **5.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL**

Como unidad básica de estudio se consideró al mezcal artesanal de la comunidad de Totomochapa, perteneciente al municipio de Tlapa de Comonfort, Gro. Y como parte de la identificación del mezcal de acuerdo a su origen, se requirió conocer el proceso de producción.

Para conocer el proceso de producción de mezcal, y por contar con una “fábrica” activa se realizó una encuesta a productores de mezcal, con la finalidad de tener una base de comparación con los procesos de producción de otras zonas productoras. La encuesta se dividió en seis secciones, la primera sección se basó en datos generales, la sección dos incluyó preguntas relacionadas sobre la cosecha del maguey, la sección tres preguntas dirigidas al productor de mezcal que compra el maguey, la sección cuatro se basa a la descripción del proceso de producción de mezcal, la sección cinco incluye preguntas sobre costos de producción del mezcal y finalmente, la sección seis trata sobre preguntas relacionadas con la comercialización del mezcal (Anexo 6).

### **5.4 DESCRIPCIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL**

Para realizar la descripción sensorial se empleó el método de Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) (Hernández, 2007). Las características básicas del método QDA son: a) Se basa en la introspección para desarrollar atributos sensoriales y se aplican pruebas estadísticas formales para proporcionar confiabilidad, b) Se desarrolla el lenguaje en un proceso grupal, donde el moderador muestra liderazgo y dirección pero sin participar activamente en la evaluación del producto, c) La selección de los panelistas se basa en su desempeño durante la evaluación de los productos sin usar sistemas modelos, d) Se emiten juicios repetidos que se colectan de cada panelista para monitorear tanto el desempeño individual como el del panel, e) Todos los datos individuales se colectan en cubículos aislados probando muestras codificadas, f) Se usan escalas de intervalo para medir las intensidades percibidas de los atributos sensoriales individuales para analizar los datos del

desempeño de los individuos y del panel se recurre al análisis de varianza y g) Para determinar las variables sensoriales primarias y eliminar redundancia se usa el análisis de componentes principales (Stone *et al.*, 1974).

Dicha prueba descriptiva requirió la realización de actividades previas, como: 1) Fase de preselección, 2) Fase de selección, 3) Fase de desarrollo del lenguaje y 4) Fase de entrenamiento.

#### **5.4.1 Fase de preselección**

Se hizo la invitación a compañeros de la Secretaria de Desarrollo Rural de la Región Montaña, ubicado en la cabecera municipal de Tlapa de Comonfort, Gro., para participar en la prueba descriptiva de mezcal, estando interesados un grupo de once personas, con disposición de tiempo e interés, con rango de edades entre 22 y 34 años.

#### **5.4.2 Fase de selección**

Para la fase de selección se realizó una prueba de reconocimiento de gusto y de olfato, para la primera selección quedando un grupo de siete personas. Posteriormente se realizaron un conjunto de nueve pruebas triangulares para la selección final de acuerdo a su capacidad sensorial quedando un grupo de cinco panelistas.

Las pruebas fueron:

***Prueba de reconocimiento de gustos básicos:*** Esta prueba se realizó con la finalidad de observar el grado de reconocimiento de los gustos básicos. Se utilizaron soluciones de sacarosa al 1 y 2% para el gusto dulce, cloruro de sodio al 0.1 y 0.2% para el gusto salado, ácido cítrico al 0.05 y 0.1% para el gusto ácido y, café soluble al 0.1 y 0.2% para el gusto amargo. Se pidió que trabajaran en pares por facilidad de la prueba, se presentaron las dos concentraciones codificadas para cada gusto y con ayuda de hisopos se puso en las cuatro áreas de la lengua, y se pidió a los panelistas identificaran en que área era más detectable, que gusto era y de las dos cual era más fuerte la sensación (Anexo 7). Se seleccionó a los panelistas que por lo menos acertaron en 70% (nueve panelistas).

**Prueba de reconocimiento de olores:** El poder de evocación y capacidad descriptiva fue medida por el reconocimiento de olores comunes. Se empleó para esto: vinagre, orégano, canela, pimienta, ajo, vainilla, guayaba, coco, manzana, mango, piña y clavo. Las cuales se presentaron en vasos del No. 0, cubierto de papel aluminio y dejando sólo cuatro perforaciones para permitir que el aroma saliera. Estas muestras codificadas se presentaron a los panelistas candidatos, se les pidió reconocieran el aroma o bien, señalaran un producto que evocaron con el aroma, que permitió describirlo por lo menos (Anexo 8). Se seleccionó a los panelistas que por lo menos acertaron en 70% (siete panelistas).

**Prueba triangular:** Se realizaron nueve pruebas triangulares por candidato (Cuadro 5.2), y se usó el análisis secuencial para la selección final de los panelistas. Se presentaron a los candidatos en cada prueba tres muestras codificadas, de las cuales dos eran iguales y una diferente, se pidió al panelista que seleccionará la muestra diferente. Se consideró la combinación AB y BA, en sus seis permutaciones (AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB). Se emplearon productos comerciales (mermelada, leche, cátsup) de diferentes marcas para las pruebas (Anexo 1).

Cuadro 5.2 Aciertos acumulados de la prueba triangular para fase de selección

Pruebas	Aciertos acumulados						
	Pan 1	Pan 2	Pan 3	Pan 4	Pan 5	Pan 6	Pan 7
1	1	1	1	1	1	0	0
2	2	2	2	2	2	1	0
3	3	2	2	3	3	2	0
4	4	3	2	4	4	2	0
5	5	4	3	5	5	3	1
6	5	5	3	6	6	4	2
7	6	6	4	6	7	5	2
8	7	6	5	7	8	6	3
9	8	7	5	8	9	7	3

Pan = Panelista

Para el análisis secuencial se realizó un conteo acumulado de los aciertos de las pruebas triangulares (Cuadro 5.1), al resolver las ecuaciones lineales para una prueba triangular se obtuvieron los valores de  $L_0$  y  $L_1$  (Cuadro 5.3) y se graficó junto con los aciertos acumulados (Figura 5.3).

$$L_0 = a_0 + b\eta = -1.453993916 + 0.515715169 \eta \quad \text{línea inferior, y}$$

$$L_1 = a_1 + b\eta = 1.866742887 + 0.515715169 \eta \quad \text{línea superior.}$$

Cuadro 5.3 Valores de  $L_0$  y  $L_1$  para la prueba triangular

H	$L_0$	$L_1$
0	-1.453993916	1.866742887
1	-0.938278747	2.382458056
2	-0.422563578	2.898173225
3	0.093151591	3.413888394
4	0.608866760	3.929603563
5	1.124581929	4.445318732
6	1.640297098	4.961033901
7	2.156012267	5.476749070
8	2.671727436	5.992464239
9	3.187442605	6.508179408

Se seleccionó a los cinco panelistas que quedaron en la zona de aceptación como resultado del análisis secuencial (Figura 5.3).

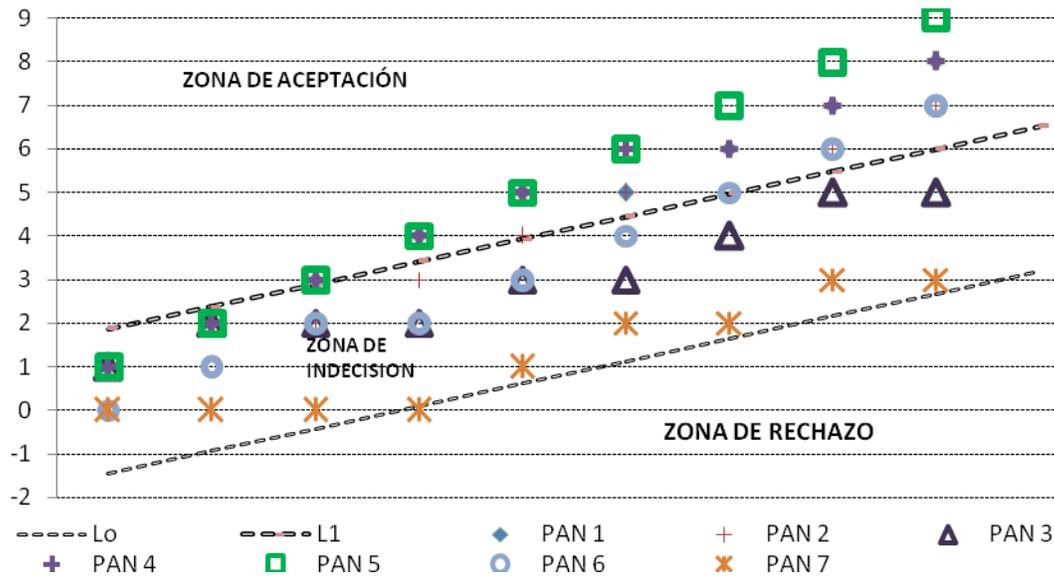


Figura 5.3 Análisis secuencial para selección de panelistas en base a pruebas triangulares.

### 5.4.3 Fase de desarrollo del lenguaje

Los candidatos seleccionados recibieron un periodo de entrenamiento en Análisis descriptivo cuantitativo (QDA). Como base de la metodología en forma grupal se

recibieron las muestras de mezcal para analizarlo y se definieron los atributos para describir el mezcal presentado. Inicialmente se formó una lista de diferentes descriptores que cada uno de los panelistas definió y se detectó en orden de ocurrencia, donde finalmente se englobaron a dieciséis descriptores para evaluar el producto.

Posteriormente se trabajó con la forma de usar la escala, que corresponde a una línea horizontal de 15.24 cm de longitud, con puntos de anclaje de 1.25 cm., donde el panelista coloca una línea perpendicular donde según su juicio considera se ubica la intensidad del atributo o descriptor evaluado.

#### **5.4.4 Fase de entrenamiento QDA**

Se realizaron pruebas para determinar el manejo de los atributos al realizar el método de QDA. Se definió el orden de ocurrencia de los atributos o descriptores, ordenando la lista de los dieciséis descriptores, se ubicaron en cada ancla los límites de cada uno de los atributos y se homogenizaron entre los panelistas con uso de diferentes productos característicos, para darle los valores límites de cada uno de los descriptores.

Posteriormente se realizaron las pruebas de los mezcales, de la siguiente manera:

1. Se presentó un formato para QDA (Anexo 4) con los dieciséis descriptores en orden de aparición, elaborado previamente con el grupo, con su respectiva línea con dos anclas, para evaluar un tipo de mezcal. Posteriormente se entregó otro formato con otro tipo de mezcal. Así sucesivamente se presentaron las cuatro muestras de mezcal a evaluar, es decir, en el día 1 se realizó la primera repetición. En el día 2, se entregó nuevamente uno por uno los mezcales a evaluar, hasta completar los cuatro mezcales a evaluar, donde se obtuvo la repetición 2. En el día 3, se entregó a los panelistas la tercera repetición de la misma forma que el día 1 y 2. Cada día los mezcales eran evaluados al azar.
2. Con ayuda de una regla recta de 30 cm, se obtuvo los valores asignados a cada uno de los descriptores por cada tipo de mezcal, en sus tres repeticiones. Con apoyo de la herramienta estadística de Análisis de Componentes Principales (ACP), a través

del paquete SAS (SAS, 2000), se observó el trabajo en equipo y la repetitividad de cada uno de los panelistas.

3. El proceso descrito anteriormente se repitió al no mostrar un trabajo en equipo en el primer intento.

#### **5.4.5 Prueba final QDA y análisis de datos**

Se realizó el análisis estadístico de datos mediante el modelo equivalente al diseño completamente al azar (PROG GLM, SAS, 2002). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (SAS, 2002).

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + R_k + PR_{ik} + PT_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:  $Y_{ijk}$  es la característica sensorial,  $(\mu)$  media general,  $P_i$  panelista,  $T_j$  tratamiento,  $R_k$  repetición,  $PR_{ik}$  interacción panelista por repetición,  $PT_{ij}$  interacción panelista por tratamiento y  $E_{ijkl}$  error experimental.

El análisis multivariado de los datos se realizó mediante dos métodos de análisis numéricos: Análisis de Componentes Principales (ACP) y conglomerados (Cluster) con distancia euclidiana y ligamento promedio como medida de distancia y método de agrupamiento con ayuda del paquete estadístico SAS 9.1 (SAS, 2002).

#### **5.5 ACEPTABILIDAD DEL MEZCAL**

Para la prueba de aceptabilidad del mezcal se realizaron dos tipos de pruebas afectivas: Prueba de preferencia usando el índice R para ordenamiento y, prueba de aceptación usando escalas hedónicas.

**1. Prueba de preferencia usando el índice R para ordenamiento.** Consistió en que cada consumidor o juez ordenó las muestras codificadas dadas por preferencia, dándole el valor 1 al más preferido y el 4 al menos preferido (anexo 9), es un método de selección forzada, es decir, no se permite darle el mismo valor a dos o más muestras, tiene que decidir un valor para cada uno. Posteriormente se realizó una matriz de respuesta, anotándose el número de veces que se repitió cada ordenamiento para cada uno de los mezcales

analizados. La matriz se empleó para calcular el índice R por cada par formado, es decir, el índice R del par Totomochapa-Tlacolula, par Totomochapa-Xochihuehuetlán, y par Totomochapa-Zitlala. Los valores obtenidos por cada par se compararon con el índice R significativo con un  $\alpha$  (dos colas) de 0.05 y el número de 50 juicios empleados para la prueba (anexo 5), realizándose dicha prueba en la cabecera municipal de Tlapa de Comonfort, Guerrero. Donde índice R:

$$\text{Índice R} = ( a(f+g+h)+b(g+h)+ch+1/2 (ae + bf + cg + dh) ) / ( (a+b+c+d)(e+f+g+h) )$$

Matriz para cálculo de R (pares): S      S?      R?      R

Estímulo    señal

a	b	c	d
e	f	g	h

Condición    ruido

**2.- Prueba de aceptación usando escalas hedónicas.** La prueba de aceptación usando escalas hedónicas fue de nueve puntos (Anexo 10), dicha prueba consiste en darle un valor a cada uno de las muestras dadas, en forma independiente, es decir, la muestra A se ubicó en un valor de la escala hedónica de 1 a 9, lo mismo fue con las otras tres muestras, pudiendo ubicar otra en el mismo valor de la escala. La prueba se realizó utilizando 50 consumidores o jueces disponibles, en la cabecera municipal de Tlapa de Comonfort, Guerrero. Posteriormente, se realizó un vaciado de datos y se empleó el análisis de varianza de diseño de bloques completamente al azar, con ayuda del programa estadístico SAS 6.0 (SAS, 2000) para su análisis.

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCAL**

La producción de mezcal en la comunidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort se concentra en una “fábrica” que está actualmente activa. El dueño es el Sr. Reynaldo Merlín García quien trabaja en la factoría con su familia y vecinos. Su actividad principal es el cultivo de maíz y frijol, en época donde estos cultivos están cosechados o requiere de poca mano de obra, se le dedica tiempo a la producción de Mezcal.

La producción de mezcal en esta área es completamente artesanal y dado que se produce sólo en una “fábrica” y en una época muy corta la producción es poca, por lo que sólo es para satisfacer una parte de la demanda local.

Cabe mencionar que es difícil que los productores expliquen ampliamente el proceso de producción, ya que es parte de sus tradiciones de pasar la receta, conocimiento que han adquirido a través del tiempo, sólo a sus descendientes. Sin embargo, a grandes rasgos se puede describir el proceso y buscar las semejanzas y diferencias con los procesos realizados en Zitlala región centro de Guerrero, Xochihuehuetlán región Montaña Guerrero y Tlacolula Oaxaca.

Los productores recolectan el maguey silvestre como materia prima para la realización del mezcal. Se seleccionan los magueyes de aproximadamente ocho a diez años, los identifican cuando estos tienen hijuelos pequeños, de esta manera dejan material disponible para posteriores cosechas.

La época de cosecha del maguey es en los meses de diciembre a mayo y depende de la disponibilidad de los productores por la temporada de siembra de maíz y frijol. Además de usar la planta para la producción de mezcal, la gente de la comunidad emplea el quiote o calehual y las flores como alimento y elaboración de dulce.

El proceso de producción de Mezcal que realizan los productores de Totomochapa, se puede describir de la siguiente manera:

**1.- Selección.** Los productores seleccionan los magueyes de tamaño y edad apropiada en sus terrenos, dejan algunos que floreen para que haya más plántulas de maguey y a otros les cortan la parte floral para que se concentren sus azúcares y la calidad del mezcal sea mayor, a este maguey le llaman capón. Un maguey con un buen grado de concentración de azúcares se observa en la coloración verde oscuro en la penca y hojas secas en la base.

**2. Labrado o limpieza de las cabezas.** El proceso se realiza utilizando una tarecua o jima, y consiste en retirar las hojas o pencas de la base del maguey para dejar la cabeza o base limpia, sin restos de hojas verdes. Este proceso tarda de diez a quince días por cada tanda de cocimiento, que es aproximadamente 120 cabezas de maguey, con un peso aproximado de 5 toneladas. Este proceso lo realizan dos personas capacitadas de la “fábrica” de estudio.

**3. Transporte.** Las cabezas una vez limpias se transportan con burro o mulas a la fábrica, que está a una distancia entre tres a cinco kilómetros. Sin embargo, en fechas que no hay disponible planta en sus terrenos, compran maguey en parcelas aledañas quienes les venden el corte de 120 cabezas por dos mil pesos. La movilización de las cabezas requiere de cuatro viajes con un costo de doscientos pesos cada uno, es decir, el transporte de una carga de cocimiento tiene un costo aproximado de ochocientos pesos.

**4. Horneado o cocción del maguey.** Para la cocción del maguey se requiere un horno, que es un hueco que se realiza en el suelo, y se protege con piedras alrededor para evitar que se derrumbe. La preparación del horno se realiza anticipadamente, debe limpiarse, retirar las piedras caídas, ceniza y restos del cocimiento anterior. El proceso de cocimiento inicia con el acomodo de leña de la región, que es aproximadamente diez toneladas, y posteriormente se acomoda piedra de tamaño mediano y se inicia el fuego para que el horno guarde el calor que posteriormente permitirá que los azúcares del maguey sean fermentables, este proceso dura aproximadamente ocho a nueve horas.

Una vez que se termina de quemar la leña, se colocan las cabezas de maguey encima de las piedras y se tapa con hojas de palma de la región, de esta manera se protege que no se escape el calor y las cabezas se cuezan homogéneamente, y finalmente se cubre con tierra, para hacer más hermético el horneado. Aquí se deja el horno por cuatro a cinco días, dependiendo del tamaño de las cabezas y la observación de los maestros Mezcaleros.

Transcurridos los días de cocimiento, se destapa el horno, para ello se usa palas y picos, las cabezas cocidas son de un color rosado a rojizo, y se transportan con burros a la fábrica que se encuentra a unos 70 metros de distancia. Para este proceso trabajan de cinco a seis personas.

**5. Martajado de cabezas de maguey.** Este proceso se realiza en forma manual, con el uso de hachas, sobre una canoa de hechiza de cemento en el suelo. El proceso de desfibrado dura entre cuatro a seis horas, y debe de realizarse el mismo día que se abre el horno para que la fermentación sea más favorable.

El martajado debe ser lo más homogéneo posible, en términos coloquiales, debe quedar como greñas, ya que si queda trozos gruesos disminuye la cantidad de mezcal, así como también se debe de eliminar esas partes que se vean crudas o quemadas para evitar que el sabor final se contamine.

**6. Fermentación.** Una vez que esta deshebrado el maguey cocido, se coloca en las tinas disponibles, cuatro en la fábrica de estudio, y se agrega agua hasta llenarlo, que es aproximadamente 120 litros de agua, y posteriormente se cubre con un plástico negro. Las tinas son hechizas de cemento, enterradas, ya que esto les permite mantener la temperatura más constante y la oscuridad apropiada. El tiempo de fermentación normalmente es de 4 a 6 días, aunque puede alargarse hasta 15 días cuando no se logra la temperatura apropiada y la fermentación es lenta. El maestro mezcalero se guía en el aroma desprendido y el burbujear del mosto o el jugo.

**7. Destilado y refinado.** El destilado se realiza en una olla de cobre adaptada con un serpentín que pasa a través de un depósito de agua fría, que le permite condensar el vapor de ebullición.

El proceso de destilación requiere que previamente se limpie el equipo y se tenga leña suficiente para mantener constante la ebullición. Una vez estando preparado el equipo se añade a la olla parte de la fermentación de una tina, el cual tarda aproximadamente una hora para iniciar la ebullición, el producto de este proceso de recibe en galones de plástico

de 20 litros, obteniéndose aproximadamente dos galones por cada olla, a este primer destilado se le llama “Aguate”.

Para destilar lo de una tina se realiza en tres tantos, cada uno tarda alrededor de dos y media a tres horas. Terminado el proceso de destilación se retira el bagazo y se limpia la olla para continuar con otro destilado. Aproximadamente se realizan tres destilados al día.

Los maestros Mezcaleros realizan la primera destilación de las cuatro tinajas y posteriormente realizan la segunda destilación; proceso que reduce el volumen a un 50%, obteniendo un mezcal final con una graduación promedio de 40° G.L.

**8. Agregación de valor.** El Mezcal se almacena en galones de plástico, guardándose aproximadamente 50% para las fiestas del pueblo, que es la bebida tradicional, y el restante se vende a granel en la comunidad.

La producción anual de mezcal de la fábrica es en promedio 720 a 960 litros, de esta producción este se destinan de 360 a 480 litros para consumo y la misma cantidad para venta, con un precio por litro de \$100.00, obteniendo un ingreso aproximado de \$36,000.00 a \$48,000.00 por temporada.

Los maestros Mezcaleros también realizan mezcal de gusano, de pechuga y de punta, pero sólo cuando se les solicita, pues requiere de mayor tiempo.

## **6.2 DESCRIPCIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL**

Las pruebas discriminativas 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 y proporcionan un paso para que se puedan determinar los atributos sensoriales que son importantes en la aceptación y calidad de los mismos. El empleo del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) en este trabajo permitió que se realizara en menos tiempo en relación a otros análisis. Ya que en este análisis se empleó un grupo de panelistas con un grado de entrenamiento y con habilidad discriminativa, que sirvió para discriminar tipos de mezcales en específico. El grupo de personas que apoyaron la realización de la prueba descriptiva, se involucraron en diferentes pruebas discriminativas de donde se obtuvo un

grupo de cinco panelistas. Posteriormente, dichos panelistas, recibieron entrenamiento sobre el método de QDA, lo que llevo en primera instancia a definir una serie de conceptos que permitieron describir cualitativamente el mezcal de estudio (Cuadro 6.1).

En cada atributo se buscó estandarizar el concepto y descripción para evaluar lo más homogéneo posible. Finalmente se obtuvo un concentrado de conceptos y definiciones para realizar el QDA quedando un total de dieciséis descriptores o atributos a evaluar en las pruebas y los principales conceptos a utilizar como son evaluación sensorial, perfil, panelista, descriptor y panelista (Cuadro 6.1).

Una vez que se establecieron los atributos a medir, se iniciaron las pruebas para el desarrollo del lenguaje y manejo de la prueba QDA, dicha prueba se apoyó con el análisis de Componentes Principales (ACP) para evaluar el desempeño de los panelistas, este se repitió hasta que mostro una menor distancia entre repeticiones y mayor cercanía de trabajo grupal (Figura 6.1).

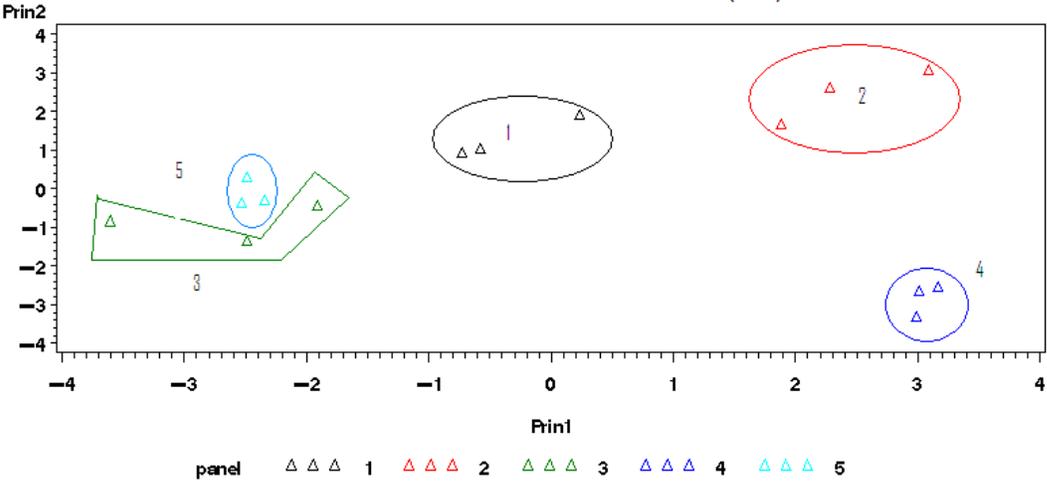


Figura 6.1 Análisis de Componentes Principales (ACP) para desempeño de panelistas

Cuadro 6.1 Descripción de conceptos para uso de la descripción sensorial del Mezcal

<b>Concepto</b>	<b>Descripción</b>
Evaluación Sensorial	Disciplina científica que evoca, mide, analiza e interpreta características de alimentos y productos tales como son percibidas por los analizadores
Perfil	Conjunto de características con su magnitud en una lista de productos con sus variables y que representa a un producto
Panelista	Integrante de un grupo de personas que fueron entrenados por 3-4 semanas, con habilidad discriminatoria.
Descriptor/variable	Magnitud que representa como es detectable un atributo, cuantificación base en una escala lineal de 0 a 6 pulgadas con dos anclas, de 0.5 pulgadas cada una.
Tratamiento	Representa un tipo de mezcal realizado en una zona
Olor a maguey cocido	Atributo detectable en el mezcal: olor a maguey cocido
Olor a alcohol	Atributo detectable en el mezcal: olor a alcohol
Olor dulce	Atributo detectable en el mezcal: olor dulce parecido a la sidra de manzana
Olor a ceniza	Atributo detectable en el mezcal: olor a ceniza o tierra
Olor a humo	Atributo detectable en el mezcal: olor humo, a madera quemada
Olor a maguey quemado	Atributo detectable en el mezcal: olor a maguey quemado, fuerte olor amargo
Olor a palma	Atributo detectable en el mezcal: olor a palma, que es empleada para tapar el horno
Color amarillo-verde	Atributo detectable en el mezcal: color que se percibe transparente a color amarillo verde claro
Sabor a químico	Atributo detectable en el mezcal: sabor más fuerte a alcohol etílico, desagradable
Sabor a maguey	Atributo detectable en el mezcal: sabor agradable a maguey cocido
Rasposo	Atributo detectable en el mezcal: sensación al pasar el mezcal por la garganta
Sabor residual amargo	Atributo detectable en el mezcal: sensación posterior al pasar el mezcal por la garganta
Sabor dulce	Atributo detectable en el mezcal: gusto dulce a maguey cocido
Sabor residual a alcohol	Atributo detectable en el mezcal: gusto a alcohol que sube a la cavidad nasal, sensación caliente
Picor en cavidad nasal	Atributo detectable en el mezcal: sensación de picor en la cavidad nasal, a canela, molestia en el paso por la garganta
Sabor agrio	Atributo detectable en el mezcal: sabor agrio al tomar el mezcal, parecido a queso rancio, sin dejar sabor residual agrio

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de varianza y prueba de medias

Como resultado del análisis estadístico (Cuadro 6.2), se observa que para los dieciséis descriptores de los cuatro mezcales evaluados, las variables con mayor coeficiente de variación son olor a palma (41.86), sabor dulce (28.54), sabor agrio (26.66) y olor a humo (26.44), habría que señalar que estos descriptores fueron los más difíciles de homogenizar durante la etapa de entrenamiento, lo que se vio reflejado durante la evaluación de los mezcales. Siguiendo con la interpretación del Cuadro 6.2, los cuadrados medios de los panelistas nos indican que hay diferencia estadística altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) por cada uno de los caracteres por panelista. Los cuadrados medios de los tratamientos (mezcales) nos muestran que hay diferencias altamente significativas entre mezcales para cada uno de las variables. Los cuadrados medios para repetición nos indican que no hay diferencias estadísticas entre las repeticiones dentro de cada panelista por variable (a excepción de sabor dulce).

Cuadro 6.2 Valores promedio, coeficiente de variación y cuadrados medios para los 16 descriptores en la evaluación de 4 Mezcales.

Variables	Media (cm)	Coeficiente de variación (%)	Cuadrados medios						
			Panel	Tratamiento	Repetición	Error			
Olor a maguey cocido	6.36	19.74	25.09	**	99.91	**	0.04	NS	1.58
Olor a alcohol	6.96	16.57	51.42	**	80.55	**	0.02	NS	1.33
Olor dulce	3.95	15.88	38.84	**	130.29	**	0.28	NS	0.39
Olor a ceniza	2.70	18.76	71.56	**	31.08	**	0.60	NS	0.26
Olor a humo	3.21	<b>26.44</b>	81.45	**	57.75	**	0.04	NS	0.72
Olor a maguey quemado	3.71	3.71	41.32	**	81.85	**	1.55	NS	0.73
Olor a palma	2.00	<b>41.86</b>	21.83	**	34.31	**	0.37	NS	0.70
Color amarillo-verde	3.86	23.73	11.16	**	143.52	**	0.42	NS	0.84
Sabor a químico	5.33	21.67	103.58	**	130.90	**	2.98	NS	1.33
Sabor a maguey	6.87	17.89	30.29	**	115.00	**	0.60	NS	1.51
Rasposo	4.97	19.13	38.76	**	139.97	**	0.54	NS	0.90
Sabor residual amargo	6.75	17.74	36.58	**	127.39	**	0.47	NS	1.43
Sabor dulce	2.74	<b>28.54</b>	26.60	**	44.93	**	2.10	*	0.61
Sabor residual a alcohol	7.53	14.65	80.87	**	95.23	**	0.32	NS	1.22
Picor en cavidad nasal	5.84	18.98	92.30	**	130.35	**	0.36	NS	1.23
Sabor agrio	1.97	<b>26.66</b>	22.03	**	55.99	**	0.43	NS	0.27

\*  $p \leq 0.05$  \*\* $p \leq 0.01$  NS=No hay diferencia significativa

Con la intención de conocer el o los mezcales que originaban las diferencias significativas dentro de cada variable, se hizo la prueba de comparación de medias (Cuadro 6.3). Como resultado de la prueba Tukey ( $p=0.05$ ) se observan diferencias significativas dentro de las 16 variables entre los mezcales de Tlacolula, Oax. Xochihuehuetlán, Gro. Zitlala, Gro. Y Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro. (Cuadro 6.3).

El mezcal de Tlacolula, Oax, se diferencia de los otros tres mezcales por las características de olor a maguey cocido, olor a ceniza y olor a humo. Por lo que el mezcal de Tlacolula es la bebida con mayor olor de los evaluados. Su característica de olor a maguey cocido le hace similar al mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.

El mezcal de Xochihuehuetlán, Gro., se distingue por sus olores (a alcohol y a maguey quemado), sabores (a químico y residual a alcohol) y picor en cavidad nasal. Por su olor a alcohol y a maguey quemado y su sabor residual a alcohol es muy parecido al mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.

El mezcal de Zitlala, Gro., se identifica por su sabor residual a alcohol y residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo. Su sabor residual a alcohol, estadísticamente, es igual al mezcal de Xochihuehuetlán, Gro., y muy parecido al mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.

El mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro. Es diferente a los demás mezcales, estadísticamente, por su olor dulce (8.00), su color amarillo-verde (7.41) y su sabor a maguey (9.81), su sabor dulce (5.15) y su sabor agrio (4.72) (Cuadro 6.3). Estas características únicas, más otras favorables como las de; olor a maguey cocido (b), olor a alcohol (b), olor a maguey quemado (b) y sabor residual a alcohol (b) le dan a mezcal evaluado un sabor especial.

Habría que mencionar que de las características desfavorables a los mezcales (Cuadro 6.3), el mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro., presentó los grupos más alejados estadísticamente (los menos percibidos en el aroma global) en variables como: olor a humo (c), sabor a químico (c), picor en la cavidad nasal (c), olor a palma (c), rasposo (c) y sabor residual amargo (d) (Cuadro 6.3).

Cuadro 6.3 Medias para cada una de los 16 descriptores evaluados en los 4 tipos de mezcal de estudio.

Variables	Tlacolula, Oax.	Xochihuehuetlán, Gro.	Zitlala, Gro.	Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.
Olor a maguey cocido	<b>9.21</b> a	5.45 c	3.25 d	7.54 b
Olor a ceniza	<b>4.30</b> a	3.23 b	2.37 c	0.89 d
Olor a humo	<b>5.73</b> a	3.56 b	1.09 d	2.47 c
Olor a alcohol	4.35 d	<b>9.79</b> a	6.05 c	7.63 b
Olor a maguey quemado	1.18 d	<b>6.75</b> a	2.92 c	4.00 b
Sabor a químico	1.97 d	<b>8.69</b> a	6.65 b	3.99 c
Picor en cavidad nasal	2.29 d	<b>9.06</b> a	7.23 b	4.77 c
Sabor residual a alcohol	4.40 c	<b>9.17</b> a	<b>9.93</b> a	6.63 b
Olor a palma	1.14 c	2.32 b	<b>3.99</b> a	0.56 c
Rasposo	1.81 d	6.11 b	<b>8.69</b> a	3.26 c
Sabor residual amargo	5.51 c	8.28 b	<b>9.88</b> a	3.31 d
Olor dulce	1.16 d	2.59 c	4.06 b	<b>8.00</b> a
Color amarillo-verde	5.39 b	0.66 d	1.98 c	<b>7.41</b> a
Sabor a maguey	8.39 b	3.63 d	5.65 c	<b>9.81</b> a
Sabor dulce	1.98 b	1.13 c	2.68 b	<b>5.15</b> a
Sabor agrio	0.85 c	0.43 c	1.86 b	<b>4.72</b> a

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencia significativa, Tukey (p=0.05).

### Análisis por gráfica radial o de tela de araña

Una visualización conjunta de las medias de las 16 variables evaluadas puede observarse en la Figura 6.2. Donde sobresale el mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro., sobre aspectos del sabor a maguey, color amarillo-verde, sabor agrio, sabor dulce y olor dulce, olor a maguey cocido, olor a alcohol, olor a maguey quemado y sabor residual a alcohol. Así como también lo poco detectable en el olor a ceniza, olor a palma, olor a humo, sabor a químico, picor en la cavidad nasal, rasposo y sabor residual amargo.

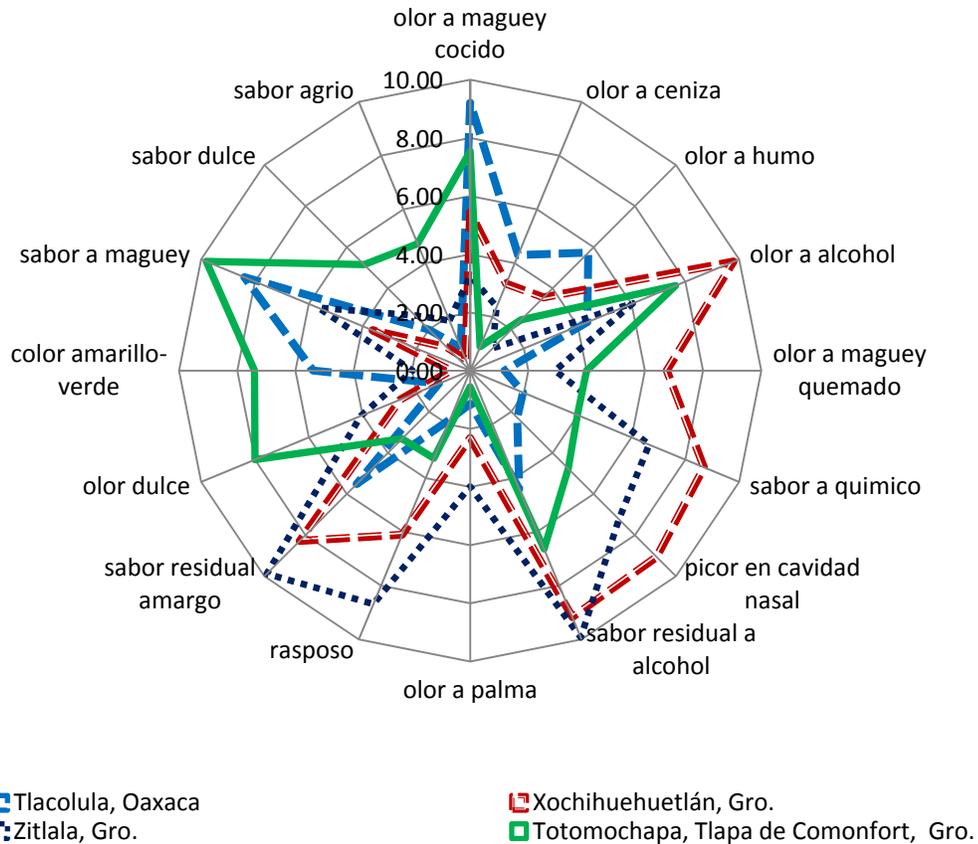


Figura. 6.2. Medias estadísticas para los dieciséis descriptores en los cuatro mezcales evaluados

### Análisis de componentes principales

En el Cuadro 6.4, se presentan los valores propios y la proporción de la varianza que de manera global se tiene en las 16 variables estudiadas, es explicada de manera individual y acumulativa por cada uno de los componentes principales para los cuatro mezcales evaluados.

Respecto a lo que resultó del análisis de componentes principales (SAS, 2002), se observa que con los dos primeros componentes principales se explica 58 % de la variación de las variables (Cuadro 6.4), y cuando se toman los tres primeros componentes principales se

alcanza a explicar el 72 %. La anterior relación, permite una mejor interpretación de la variación de los caracteres con base en los componentes principales (Pla, 1986).

Los vectores propios asociados a los tres primeros componentes principales del análisis para 4 mezcales de maguey caracterizados mediante la medición de 16 variables se presentan en el Cuadro 6.4. Los elementos de cada vector propio son proporcionales a los coeficientes de correlación simple entre el componente principal y las variables originales (Johnson y Wichern, 1982). Es decir, aquellas variables que muestren mayor asociación con un componente principal particular, serán aquellas que presenten los valores más altos en el vector propio (en valor absoluto) asociado a dicho componente (Cuadro 6.4).

Cuadro 6.4. Valores propios, vectores propios y proporción acumulativa de la variación explicada para cada variable en las primeras 3 dimensiones de los 16 descriptores para los 4 tipos de mezcal estudiados.

AV	Valor propio	Proporción variación total	Variación acumulada	Variables	Vector propio			Proporción acumulativa		
					Prin1	Prin2	Prin3	CP1	CP2	CP3
1	<b>6.195</b>	0.3872	0.3872	olor a maguey cocido	-0.279	0.134	<b>0.352</b>	0.481	0.056	0.280
2	<b>3.128</b>	0.1955	0.5827	olor a alcohol	0.242	<b>0.266</b>	0.079	0.364	0.221	0.014
3	<b>2.259</b>	0.1412	<b>0.7239</b>	olor dulce	0.001	<b>0.513</b>	-0.095	0.000	0.822	0.020
4	1.425	0.0891	0.8130	olor a ceniza	0.107	-0.058	<b>0.553</b>	0.070	0.010	0.690
5	0.994	0.0621	0.8751	olor a humo	0.010	0.081	<b>0.643</b>	0.001	0.020	0.936
6	0.802	0.0501	0.9252	olor a maguey quemado	0.177	0.230	0.027	0.194	0.166	0.002
7	0.326	0.0204	0.9456	olor a palma	0.204	0.071	-0.019	0.257	0.016	0.001
8	0.301	0.0188	0.9644	color amarillo-verde	<b>-0.263</b>	0.234	0.125	0.427	0.172	0.036
9	0.214	0.0134	0.9778	sabor a químico	<b>0.362</b>	0.132	0.114	0.814	0.054	0.029
10	0.170	0.0106	0.9884	sabor a maguey	-0.262	<b>0.319</b>	0.157	0.424	0.318	0.055
11	0.077	0.0048	0.9933	rasposo	<b>0.341</b>	0.067	-0.084	0.719	0.014	0.016
12	0.060	0.0038	0.997	sabor residual amargo	<b>0.330</b>	-0.030	0.079	0.674	0.003	0.014
13	0.029	0.0018	0.9989	sabor dulce	-0.192	<b>0.322</b>	-0.252	0.227	0.323	0.144
14	0.016	0.001	0.9998	sabor residual a alcohol	<b>0.343</b>	0.187	-0.040	0.730	0.109	0.004
15	0.002	0.0001	0.9999	picor en cavidad nasal	<b>0.354</b>	0.120	0.017	0.776	0.045	0.001
16	0.001	0.0001	1	sabor agrio	-0.076	<b>0.499</b>	-0.089	0.036	0.778	0.018

AV = autovalor

El primer componente principal (Cuadro 6.4) presenta una mayor asociación con los caracteres de sabor a químico (0.36), picor en cavidad nasal (0.35), sabor residual a alcohol (0.34), rasposo (0.34), sabor residual amargo (0.33) y el color amarillo-verde (-.26). El segundo componente principal es definido básicamente por los atributos olor dulce (0.51), sabor agrio (0.49), sabor dulce (0.32), sabor a maguey (0.31) y olor a alcohol (0.26). Finalmente, el tercer componente está representado por los atributos de olor a humo (0.64), olor a ceniza (0.55) y olor a maguey cocido (0.35). En la Figura 6.3 se muestra la dispersión de los cinco panelistas sobre la evaluación de los mezcales de Tlacolula, Oax. (1), Xochihuehuetlán, Gro. (2), Zitlala, Gro. (3), y Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro. (4). Sobre el plano de los dos primeros componentes principales, se señalan tres áreas en las que se presentan variantes de mezcal.

En principio, el CP2 agrupa a los panelistas en el sentido vertical y distinguen al mezcal con características de olor dulce, sabor agrio, sabor dulce, sabor a maguey y olor a alcohol (Grupo III) de los otros mezcales. En el sentido horizontal el CP1 separa en dos a los mezcales restantes, a la izquierda los que tienen las menores intensidades de sabor a químico, picor en cavidad nasal, sabor residual a alcohol, rasposo, sabor residual amargo y el color amarillo-verde (Grupo I), y a la derecha los mezcales con mayor intensidad de las anteriores características (Grupo II). El CP3 Forma dos grandes grupos, en el sentido horizontal del plano, en el centro un gran grupo integrado por los Grupos II y III con olores menores de olor a humo, olor a ceniza y olor a maguey cocido, y a la izquierda con valores positivos un grupo con mayor intensidad de las variables anteriores (Grupo I).

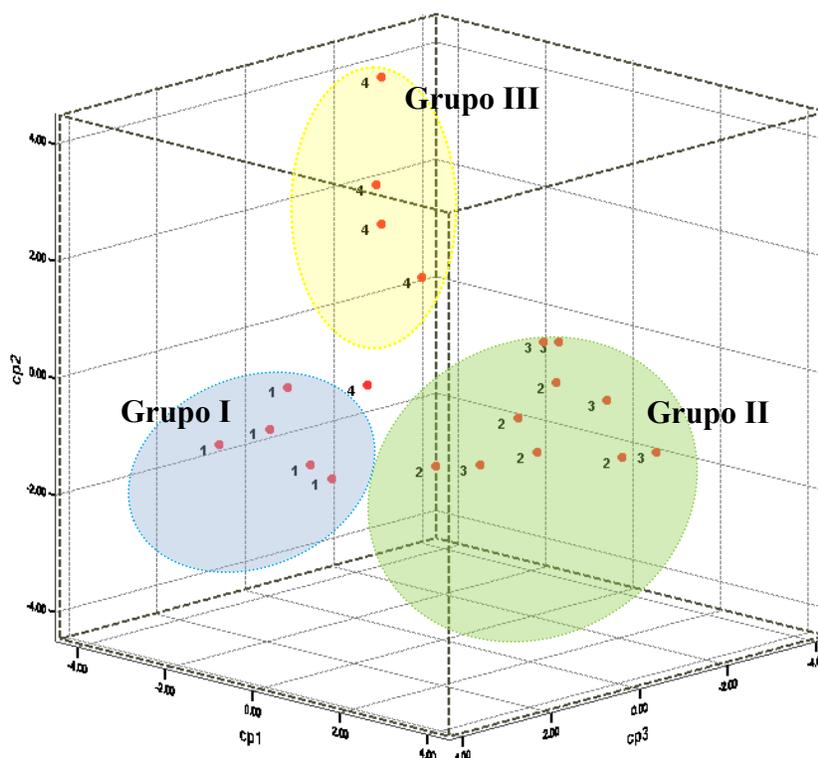
Con base en lo anterior se observan tres grandes grupos de mezcales (Figura 6.3) que presentan las siguientes características:

*Mezcal de Tlacolula, Oax.* Este grupo está formado por seis degustaciones, que en promedio respecto a los otros grupos se distingue por su sabor residual alcohol, sabor residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo, tienen menores intensidades de sabor a químico, picor en cavidad nasal y color amarillo-verde.

*Mezcal de Xochihuehuetlán, Gro. y Zitlala, Gro.* Este conjunto incluye 10 degustaciones, se distingue por sus olores alcohol y a maguey quemado, sabores a químico y residual alcohol

y picor en cavidad nasal. Además, de su sabor residual amargo, su olor a palma y ser rasposo.

*Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro.* En este grupo se ubicaron cuatro degustaciones que destacan por presentar olor dulce, sabor a maguey, sabor dulce y sabor agrio y ser de una coloración amarillo-verde. Estas características más marcadas respecto a los otros mezcales evaluados lo hacen único, más otras favorables como olor a maguey cocido y olor a alcohol le dan al mezcal evaluado un aroma global especial.



CP1 = sabor a químico, picor en cavidad nasal, sabor residual a alcohol, rasposo, sabor residual amargo y el color amarillo-verde. CP2 = olor dulce, sabor agrio, sabor dulce, sabor a maguey y olor a alcohol. CP3 = olor a humo, olor a ceniza y olor a maguey cocido.

Figura. 6.3 Dispersión de 20 degustaciones de mezcal formada por cinco panelistas y cuatro mezcales, cada degustación formada por tres repeticiones. GI = incluye al Mezcal de Tlacolula, Oax. GII = incluye al Mezcal de Xochihuehuetlán, Gro. y al de Zitlala, Gro. GIII = incluye al Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro.

Los resultados del análisis de conglomerados se presentan en el dendrograma (Figura 6.4). En el se muestra las 20 degustaciones de los mezcales caracterizadas por las medias de las repeticiones de 5 panelistas de 16 variables. El agrupamiento jerárquico utilizado fue el método de agrupamiento por pares usando promedios aritméticos.

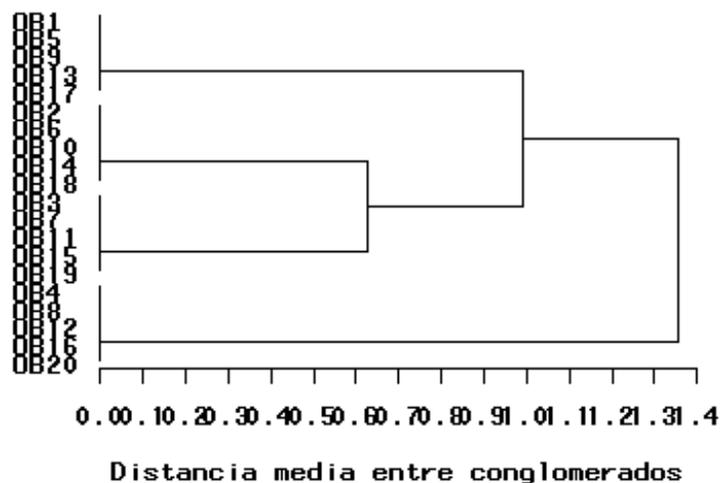


Figura 6.4 Dendrograma de 20 degustaciones de mezcal, basado en la media de 16 características de mezcales de Tlacolula, Oax., Xochihuehuetlán, Gro., Zitlala, Gro., y Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro.

Al considerar una distancia de 1.0 (Figura 6.4), se determinan dos grandes grupo: El conglomerado de la parte superior, agrupa a las degustaciones de los Grupos I y II, antes descritas. Y el conglomerado de la parte inferior a los del Grupo III, antes citado. Sin embargo, hace un mejor agrupamiento ya que a los degustadores del mezcal del Grupo III los coloca en un sólo conjunto. Es decir, separa el *Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro.*, por sus 16 características evaluadas de los otros mezcales en estudio.

A una distancia de 0.7 (Figura 6.4), el conglomerado de la parte superior se divide en dos grupos y separa al *Mezcal de Tlacolula, Oax.*, del conjunto *Mezcal de Xochihuehuetlán, Gro. y Zitlala, Gro.*

### 6.3 ACEPTABILIDAD DEL MEZCAL

Para la realización de la prueba de preferencia usando el índice R, se aplicaron cincuenta pruebas a consumidores con la disposición de realizarla, en promedio tenían una edad de 38.6 años, oscilando entre los 18 a 75 años, y de los consumidores 76% eran habitantes de Tlapa de Comonfort (Cuadro 6.5).

Cuadro 6.5 Origen de los consumidores de la prueba de preferencia de mezcal al usar el índice R

Comunidad	Frecuencia	%
Acatepec	2	4
Chilapa de Álvarez	2	4
Malinaltepec	4	8
Tlacoapa	2	4
Tlapa de Comonfort	38	76
No dijeron	2	4

En el Cuadro 6.6 se muestra el índice R de los mezcales empleados para comparación con el mezcal de estudio, considerando la Tabla del Anexo 5, la significancia del índice R con un  $\alpha/2=0.05$  (dos colas) para 50 juicios, se obtuvo el valor de 13.48%, por lo que la diferencia en preferencia de los mezcales con respecto al mezcal de Totomochapa no fue significativa.

Cuadro 6.6 Prueba de preferencia de mezcal al usar el índice R

Mezcal	Nivel de preferencia				Total	Índice R respecto a mezcal de Totomochapa	% R
	1	2	3	4			
Tlacolula, Oax.	15	13	14	8	50	0.5436	54
Xochihuehuetlán, Gro.	10	3	17	20	50	0.3876	39
Zitlala, Gro.	15	14	13	8	50	0.5488	55
Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.	10	20	6	14	50		

R=índice de R

En esta prueba se preguntó a los jueces la razón por la cual le había gustado la muestra: valorada con número 1 y por qué no le gustaba la muestra valorada con número 4. Los resultados que se obtuvieron se muestran en el Cuadro 6.7, en el sobresale que el mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro., les agrado principalmente por el sabor suave (32%), y que les desagradó por el sabor muy fuerte a alcohol (42%).

Cuadro 6.7 Características de aceptación y rechazo de los mezcales analizados

¿Por qué te gusto la elección 1?	%	¿Por qué no te gustó la elección 4?	%
Dulce	7	Muy fuerte a alcohol	42
Fuerte	7	Suave	8
Por suave y dulce	9	Carece de sabor	6
Reciente de fábrica	2	Sabe a aguardiente	6
Sabe a maguey y es suave	1	Sabe a alcohol	4
Sabor a maguey	4	Amargo y fuerte	8
Sabor suave	16	Sabe a jarabe dulce	4
No dijeron	4	No dijeron	22

Los resultados del análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad para ver si existen diferencias significativas entre jueces y entre tratamientos, con un diseño de bloques al azar, muestran que la prueba de aceptabilidad tuvo una media de 5.89 y un coeficiente de variación de 23% lo que da confianza en el estudio (Cuadro 6.8).

Cuadro 6.8 Análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad.

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	52	400.20	7.69	3.95	<.0001
Error	147	286.59	1.94		
Total correcto	199	686.79			

R-cuadrado	CV	Raíz MSE	Media
0.58	23.68	1.39	5.89

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Juez	49	143054	2.92	1.50	0.0332
Trat	3	256.65	85.55	43.88	<.0001

Entre tratamientos si hubo diferencia estadística altamente significativa dentro de la prueba de aceptabilidad ( $p \leq 0.0001$ ), más no entre jueces.

Respecto a la prueba de aceptabilidad se obtuvieron los datos de 50 jueces con una edad promedio de 41.4 años, oscilando entre 19 a 77 años (Cuadro 6.9).

Cuadro 6.9 Valores de la prueba de aceptabilidad usando escalas hedónicas para los mezcales analizados

No.	Tlacolula	Xochihuehuetlán	Zitlala	Totomochapa	No.	Tlacolula	Xochihuehuetlán	Zitlala	Totomochapa
1	7	1	8	6	26	6	4	7	5
2	6	2	2	6	27	6	4	5	7
3	5	6	1	5	28	6	5	7	8
4	7	7	8	9	29	7	4	7	5
5	8	2	2	9	30	7	4	5	8
6	9	6	7	4	31	6	5	7	8
7	3	5	2	7	32	7	3	7	9
8	6	2	6	8	33	7	4	7	8
9	8	7	7	8	34	7	5	8	9
10	6	4	3	8	35	6	3	7	8
11	5	3	7	9	36	5	4	7	8
12	6	1	5	6	37	7	4	5	7
13	8	2	7	6	38	6	5	7	8
14	7	3	7	7	39	5	3	6	7
15	6	3	8	8	40	7	4	6	8
16	4	3	7	7	41	6	5	6	7
17	6	3	5	7	42	7	6	7	7
18	5	3	6	7	43	7	5	8	9
19	5	3	7	8	44	7	6	9	8
20	5	1	7	7	45	6	5	7	8
21	7	3	7	5	46	5	4	7	8
22	5	3	6	9	47	7	5	7	9
23	5	3	6	6	48	4	5	7	8
24	5	4	6	6	49	7	6	6	6
25	7	4	5	7	50	4	5	7	7

Con el propósito de identificar que mezcal o mezcales generaban la diferencia significativa dentro de la prueba de aceptabilidad, se realizó la prueba de medias con el procedimiento de Diferencia Mínima Significativa (LSD). En función que medias con la misma letra no son significativamente diferentes, los resultados indican que el mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro., es el más preferido, seguido por los mezcales de Zitlala y Tlacolula en el mismo nivel, y por último el menos preferido fue el mezcal de Xochihuehuetlán (Cuadro 6.10).

Cuadro 6.10 Diferencias estadísticas significativas de la prueba de medias en los cuatro mezcales provenientes de Totomochapa, Tlacolula, Zitlala y Xochihuehuetlán a través de la prueba de aceptabilidad

Agrupamiento	Media	Número de observaciones	Tratamiento
a	7.24	50	Totomochapa
b	6.14	50	Tlacolula
b	6.10	50	Zitlala
c	4.10	50	Xochihuehuetlán

Diferente letra entre las medias indican diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ).

## VII. CONCLUSIONES

En el presente trabajo a través del uso de la metodología empleada se logró obtener la descripción sensorial y establecer el nivel de aceptación que tiene el mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro. Respecto a las hipótesis planteadas y con base en los resultados del trabajo se concluye que el Mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero difiere en sus características sensoriales y tiene un nivel de preferencia mayor respecto a los mezcales de Xochihuehuetlán, Gro., Zitlala, Gro. y Tlacolula, Oaxaca.

- La elaboración del Mezcal en Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero, es una forma de vida, que además de general un ingreso económico, es parte de la tradición familiar, de ahí que se destine 50% de su producción para su autoconsumo. El proceso de producción es parte de su raíces culturales, por lo que es difícil que den abiertamente las características de cada etapa, sin embargo, no difiere mucho de los procesos que realizan en las otras tres comunidades analizadas (Zitlala, Xochihuehuetlán y Tlacolula).
- Las diferencias en cada uno de los mezcales están dadas por el proceso de elaboración, la genética del maguey y las condiciones físico-climáticas de la región. Aspectos que permiten dar una diferenciación a cada uno de los mezcales realizados en las diferentes localidades y posiblemente en cada fábrica aún dentro de localidades.
- El mezcal, es una bebida alcohólica, por lo que se puede clasificar según la composición química, sin embargo, comúnmente los consumidores lo describen por características sensoriales detectadas al momento de su consumo, como es su olor, color y sabor. Por ello, se consideraron en este estudio dieciséis descriptores para poder diferenciar un mezcal de otro de acuerdo al grado de percepción, con lo que se obtuvo, un perfil descriptivo para el mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Gro.
- El análisis de componentes principales y de conglomerados, en función de las 16 características consideradas agrupó a los mezcales en tres grupos: el *Mezcal de*

*Tlacolula, Oax.*, que en promedio respecto a los otros grupos se distingue por su sabor residual alcohol, sabor residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo; al *Mezcal de Xochihuehuetlán, Gro.* y *Zitlala, Gro.*, que se distingue por sus olores alcohol y a maguey quemado, sabores a químico y residual alcohol y picor en cavidad nasal; y el *Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro.*, el cual destaca por presentar olor dulce, sabor a maguey, sabor dulce y sabor agrio y ser de una coloración amarillo-verde. Estas características más marcadas respecto a los otros mezcales evaluados, más otras favorables como olor a maguey cocido y olor a alcohol le dan al mezcal evaluado un aroma global especial.

- La prueba de aceptabilidad entre la gente de la comunidad de estudio, colocó al *Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Gro.*, como el mejor mezcal de los evaluados por su sabor suave.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Actualmente existe la denominación de origen “Mezcal” así como su respectiva Norma Oficial Mexicana, donde se encuentra incluido el estado de Guerrero, sin embargo, la especie endémica de la región del Balsas, no está especificada, además que considerando la diferenciación cultural de los mezcales, incentiva a buscar el fortalecimiento de estos documentos. Una de las alternativas la muestra la Sociedad de Solidaridad Social Sanzekan Tinemi (conocida como la triple S) que cuentan con un mezcal derivado de un maguey específico y producido en una región con su propia identidad cultural, donde su experiencia muestra que la sustentabilidad no sólo se refiere al maguey, sino a los recursos naturales y manejo dentro de un territorio específico.

## IX. LITERATURA CITADA

- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). 1997. Análisis Sensorial. Tomo 1. Alimentación. Recopilación de Normas UNE. AENOR, Madrid.
- Alonso, R. C. 2007. Manejo campesino en el sistema de producción de maguey papalote (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) para la elaboración de mezcal en la región de Chilapa, Guerrero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla.
- Anzaldúa-Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Bautista, J. A. 2004. Sostenibilidad y agroindustria del agave en las unidades socioeconómicas campesinas de los Valles centrales de Oaxaca. Tesis, Colegio de postgraduados, Puebla, Puebla. 194 pp.
- Berumen, B. M. E. 2009. Oaxaca: La actividad productiva maguey – mezcal. Santiago Matatlán, Tlacolula, Oaxaca, México. 87p. ISBN-13: 978-84-692-1413-8
- Costell, E., Durán, L. 1981. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. Introducción. Rev. Agroquímica y Tecnología de Alimentos.
- Daban, M. 2002. Barcelona en busca de los sentidos. I encuentro Internacional de Ciencias Sensoriales y de la Percepción 2002.
- Demey, J. R., Adams M., Freitas H. 1994. Uso del método de análisis de componentes principales para la caracterización de fincas agropecuarias. Agronomía Tropical. Apdo. 4579 Maracay 2101. Venezuela. 44(3): 475-497.
- Enciclopedia de los municipios de México, 2003. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/guerrero/municipios/12066a.htm>
- García-Herrera E. J., Méndez-Gallegos S. J., Talavera-Magaña D. 2010. El género *agave* spp. en México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial 5:109-1290 (ISSN1 870-01 60)

- Garza, C. M. 2005. En Chilapa, Guerrero, el conocimiento es el abono para un nuevo esquema productivo del mezcal. *Expansión* 925. 28 de Septiembre -12 de Octubre de 2005 pp 167-168.
- Gentry, H. S. 1982. *Agaves of continental North America*. The University of Arizona Press, Tucson, Az. U.S.A. 670 p.
- Gómez-Pompa, M. 1963. El género *Agave*: Cactáceas y suculentas Mexicanas, 8(1):3-28, México.
- GEA (Grupo de Estudio Ambientales). 2002. Informe de mercadeo maguey/mezcal. Guerrero, México.
- Hernández, M. A. 2007. Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 190 pp.
- Hernández, G. J., Dominguez, H. M. 2003. Estrategias de Mercadotecnia y los negocios de Mezcal. *Convergencia* No. 31, enero-abril 2003, ISSN 0124-0781, UAEM, México.
- Howard, G. 1998. Evaluation of the sensory science discipline. *Food Technology*. 8(52).
- Ibañez, F. C., Barcina, Y. 2001 *Análisis sensorial de alimentos: Métodos y aplicaciones*. Springer-Verlag Ibérica. Barcelona. España. 180 p.
- Illsley, G. C.. 2005. El mezcal papalote del chilapan: una marca colectiva campesina. Grupo de estudios ambientales A. C., México D.F.
- Johnson, R., Wichern D. 1982. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc.: Englewood Cliffs, NJ.
- Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J.A., Bye, R.A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
- Lawrence, H. M. G. 1951. *Taxonomy of vascular plants*. McMillan Publishing., Co; Inc. New York.
- Liria, D. M. 2007. *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Lima Perú. Inédita.

- Mackey, A. C. 1984. Evaluación sensorial de alimentos. CIEPE. San Felipe Venezuela. 135 pp.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. 1991. Sensory Evaluation Techniques. 2nd Ed. Press Boca Ratón, Florida. 341 pp.
- Molina, G. J. A., Botello, A. J. E., Estrada B. A., Navarrete, B. J. L., Jiménez, I. L., Cárdenas M. M., Rico M. M. 2007. Compuestos volátiles en el mezcal. Revista Mexicana de Ingeniería química. Universidad Autónoma Metropolitana. Año/Vol. 6. No. 1 ISSN: 1665-2738. México, D. F. Pág. 41-50.
- Morales, C. N., Escobar, M. D, Paredes, H. E. 2007. Estudio sobre el impacto que las modificaciones a la NOM-070 traerán a la industria del mezcal. Centro Regional Universitario Centro Norte. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 pp.
- Noble A.C., Arnold R.A., Buechsenstein J., Leach E.J., Schmidt J.O., Stern P.M. 1987. Modification of a Standardized System of wine aroma terminology. American Journal of Enology and Viticulture 1097(38): 143-151.
- Norma Oficial Mexicana Nom-070-SCFI-1994. Bebidas Alcohólicas. Mezcal. Especificaciones.
- Oliver V. B. 1995. El uso del maguey. Revista. México en el tiempo No 6 Abril-Mayo <http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/6844-El-uso-del-maguey>.
- Parrilla, C. L. 1985. “Selección de jueces sensoriales para frutas”. Tesis de Licenciatura. Universidad La Salle. México D.F.
- Pla, L. E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. OEA. 97 pp.
- Pedrero, D., Pangborn, R. M. 1999. “Evaluación Sensorial de los Alimentos: Métodos Analíticos”. Ed. Alhambra Mexicana. México D.F. 251 pp.
- Philippeau, G. 1990. Como interpretar los resultados de un análisis en componentes principales. Institute Techniques des Cereales et des fourrages. París-France. 63 pp.

- Quevedo, R. L. 1991. Una metodología para un estudio de las fincas de producción lechera en el estado Yaracuy. Universidad Central de Venezuela, UCV. Facultad de Agronomía. Maracay-Venezuela. 340 p.
- Quiroz, M. J. 2000. Lo que quería saber Del Mezcal y temía preguntar. Universidad José Vasconcelos, Oaxaca, Oaxaca.
- Ramales, O. M., Ortiz, B. E. 2006. El proceso de elaboración del Mezcal. Revista Bebidas Mexicanas. ISSN 0188-8080. Alfa Editores Técnicos. México. Pág. 28-32
- Roessler, E. B., Warren, J., Guymon, J. F. 1948. Significance in triangular test. Food Research. 13:503
- Romero, G. A. 1997. Selección de un panel de análisis descriptivo. Tesis profesional. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- SAGARPA, ITESM, INCA. 2006. Plan rector sistema nacional maguey mezcal. [www.magueymezcal.org](http://www.magueymezcal.org).
- SAGARPA, 2008. Sitio Delegación Estatal Guerrero de SAGARPA. [www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/guerrero/Lists](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/guerrero/Lists)
- SAS, 2000. SAS Institute Inc. 1995. SAS/STAT Users guide, version 6 fifth edition, volume 1 and 2. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.
- Sidel, J. S., Stone, H., Bloomquist, J. 1981. Use and misuse of sensory evaluation in research and quality control. J. Dairy Sci. 64:2296-2302.
- Stone, H., Sidel, J. L. 1985. Sensory Evaluation Practices. Florida. Academic Press INC
- Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R.C. 1974.; Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technology, 28(11):24-35
- Toricella, 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. 137 pp.
- Zook, K., Wessman, C. 1977. The selection and use of judges for descriptive panels. Food Technology. 31(11): 56-61

## X. ANEXOS

ANEXO 1. Formato para descripción sensorial de mezcal: prueba triangular

### PRUEBA TRIANGULAR

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ MUESTRA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** PRUEBE LAS MUESTRAS DE IZQUERDA A DERECHA. DOS MUESTRAS SON IDENTICAS, DETERMINE CUAL ES LA DIFERENTE.

\_\_\_\_\_

_____	_____	_____
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">XXX</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">XXX</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">XXX</div>

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANEXO 2. Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia a dos niveles de probabilidad para la prueba triangular (una cola, P=1/3)

Número de juicios (n)	α				Número de juicios (n)	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01		0.2	0.1	0.05	0.01
5	4	4	4	5	33	14	15	17	18
6	4	5	5	6	34	15	16	17	19
7	4	5	5	6	35	15	16	17	19
8	5	5	6	7	36	15	17	18	20
9	5	6	6	7	42	18	19	18	20
10	6	6	7	8	48	20	21	19	21
11	6	7	7	8	54	22	23	19	21
12	6	7	8	9	60	24	26	19	21
13	7	8	8	9	66	26	28	20	22
14	7	8	9	10	72	28	30	20	22
15	8	8	9	10	78	30	32	20	23
16	8	9	9	11	84	33	35	21	23
17	8	9	10	11	90	35	37	21	24
18	9	10	10	12	96	37	39	22	24
19	9	10	11	12	102	39	41	22	24
20	9	10	11	13	108	41	43	22	25
21	10	11	12	13	114	43	45	23	25
22	10	11	12	14	120	45	48	23	26
23	11	12	12	14	126	47	50	24	26
24	11	12	13	15	132	50	52	24	26
25	11	12	13	15	138	52	54	24	27
26	12	13	14	15	144	54	56	25	27
27	12	13	14	16	150	56	58	25	27
28	12	14	15	16	156	58	61	25	28
29	13	14	15	17	162	60	63	26	28
30	13	14	15	17	168	62	65	26	29
31	14	15	16	18	174	64	67	27	29
32	14	15	16	18	180	66	71	27	30

Los valores (x) que no aparecen en el cuadro, pueden ser obtenidos a partir de

$$X = 0.4714 Z \sqrt{n} + [(2n + 3) / 6]$$

ANEXO 3. Puntos de probabilidad del  $\alpha$  a la derecha de la curva, de una distribución de  $\chi^2$

Instrucciones:

- (1) entre a la fila el cuadro correspondiente al número de grados de libertad ( $v$ ) para  $\chi^2$
- (2) seleccione el valor de  $\chi^2$  en la fila de la columna que corresponda al nivel  $\alpha$  predeterminado.

	$\alpha$		
	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>
□			
1	2.71	3.84	5.02
2	4.61	5.99	7.38
3	7.78	7.81	9.35
4	9.24	9.49	11.10
5	10.60	11.10	12.80
6	12.00	12.60	14.40
7	13.40	14.10	16.00
8	14.70	15.50	17.50
9	16.00	16.90	19.00
10	17.30	18.30	20.50
11	18.50	19.70	21.90
12	19.80	21.00	23.30
13	21.10	22.40	24.70
14	22.30	23.70	26.10
15	23.30	25.00	27.50
16	13.50	26.30	28.80
17	24.80	27.60	30.20
18	26.00	28.90	31.50
19	27.20	30.10	32.90
20	28.40	31.40	34.20

## ANEXO 4. Prueba de descripción sensorial QDA para mezcal

NOMBRE: \_\_\_\_\_

OLOR A MAGUEY COCIDO

\_\_\_\_\_ |

OLOR A ALCOHOL

\_\_\_\_\_ |

OLOR DULCE

\_\_\_\_\_ |

OLOR A CENIZA

\_\_\_\_\_ |

OLOR A HUMO

\_\_\_\_\_ |

OLOR A MAGUEY QUEMADO

\_\_\_\_\_ |

OLOR A PALMA

\_\_\_\_\_ |

COLOR VERDE-AMARILLO

\_\_\_\_\_ |

SABOR A QUIMICO

\_\_\_\_\_ |

SABOR A MAGUEY

\_\_\_\_\_ |

RASPOSO

\_\_\_\_\_ |

SABOR RESIDUAL AMARGO

\_\_\_\_\_ |

SABOR DULCE

\_\_\_\_\_ |

SABOR RESIDUAL A ALCOHOL

\_\_\_\_\_ |

PICOR CAVIDAL NASAL

\_\_\_\_\_ |

SABOR AGRIO

\_\_\_\_\_ |

ANEXO 5. Valores críticos del índice R, expresados en porcentaje

$\alpha$ (una cola)	0.05	0.025	$\alpha$ (una cola)	0.05	0.025
$\alpha$ (dos colas)	0.1	0.05	$\alpha$ (dos colas)	0.1	0.05
n	%	%	n	%	%
5	31.76	35	29	14.84	17.37
6	29.63	32.96	30	14.61	17.1
7	27.87	31.24	31	14.38	16.85
8	26.4	39.76	32	14.17	16.6
9	25.14	28.48	33	13.96	16.37
10	24.04	27.35	34	13.76	16.15
11	23.03	26.34	35	13.57	15.93
12	22.22	25.44	36	13.39	15.72
13	21.45	24.62	37	13.22	15.53
14	20.75	23.88	38	13.05	15.33
15	20.75	23.2	39	12.89	15.15
16	20.12	22.58	40	12.74	14.97
17	19.55	22	45	12.03	14.17
18	19.02	21.47	50	11.44	13.48
19	18.53	20.97	55	10.92	12.89
20	18.07	20.5	60	10.47	12.36
21	17.65	20.07	65	10.07	11.9
22	17.26	19.66	70	9.71	11.48
23	16.89	19.28	75	9.39	11.11
24	16.22	18.92	80	9.1	10.77
25	15.91	18.57	85	8.83	10.46
26	15.62	18.25	90	8.59	10.17
27	15.35	17.94	95	8.36	9.91
28	15.09	17.65	100	8.16	9.66

## ANEXO 6. Guía de preguntas en el estudio denominado “mezcal: descripción sensorial y aceptabilidad”

La información de este cuestionario es confidencial y sólo será utilizada con fines de investigación

Fecha de entrevista \_\_\_\_\_ Hora de la entrevista \_\_\_\_\_

### Sección I. Datos generales del encuestado

- 1.- Nombre \_\_\_\_\_
- 2.- Domicilio \_\_\_\_\_ 3.- Comunidad \_\_\_\_\_ 4.- Municipio \_\_\_\_\_
- 4.- Edad \_\_\_\_\_ 5.- Escolaridad (años cursados) \_\_\_\_\_ 6.- sexo: femenino ( ) masculino ( )
- 7.- No. Integrantes familia \_\_\_\_\_ 8.- Otros parientes que viven en casa \_\_\_\_\_
- 9.- Actividad principal \_\_\_\_\_
- 10.- Además de la elaboración de Mezcal ¿Para qué ocupa usted el maguey?  
 ( ) Bebida ( ) alimento ( ) construcción ( ) medicina ( ) fibras ( ) retención suelo ( ) ornato ( ) barrera viva
- 11.- Usted siembra el maguey ( ) si ( ) no ¿Porqué? ( ) Costumbre y tradición ( ) apoyo económico otro \_\_\_\_\_
- 12.- ¿Cuántos años lleva sembrando el maguey? \_\_\_\_\_ Años.
- 13.- ¿Cuántos años lleva aprovechando el maguey? \_\_\_\_\_ Años.

### Sección II. Cosecha de maguey (productor de mezcal – productor de maguey)

- 1.- ¿Qué productos se obtienen del maguey y para qué?

Producto cosechado	Cantidad/temporada	Fecha de corte	Mano de obra	Herramienta empleada	Usos
Cabezas maguey					
Calehual					
Flores					
Otro					

- 2.- De sus ingresos anuales totales ¿Con que porcentaje contribuye el maguey? \_\_\_\_\_ %
- 3.- ¿Cuánto tiempo le dedica al cuidado del maguey en el año y hasta que lo llega a labrar o vender?  
 \_\_\_\_\_
- 4.- ¿Cuántas cabezas de maguey obtiene por unidad de superficie al año (indicar el mínimo y máximo)?  
 \_\_\_\_\_
- 5.- Durante la cosecha se realiza un proceso de pre-limpieza de las cabezas, indique lo siguiente:

Actividad	Herramienta	Mano de obra	Costo (\$)
Labrado			
Juntado			
Acarreo			

- 6.- ¿Cuánto tiempo le dedica al año a la cosecha de maguey? \_\_\_\_\_
- 7.- ¿En que meses labra el maguey?  
 ( ) Ene ( ) feb ( ) mar ( ) abr ( ) may ( ) jun ( ) jul ( ) ago ( ) sept ( ) Oct ( ) Nov ( ) Dic ( )

8.- ¿Qué porcentaje representa la mano de obra invertida en las actividades de maguey con respecto a otras actividades realizadas durante el año? \_\_\_\_\_ %

9.- ¿En cuánto vende o vendería una cabeza de maguey? \$ \_\_\_\_\_

**Sección III. Compra maguey (productor de mezcal)**

1.- ¿Cuántas cabezas de maguey compra actualmente? \_\_\_\_\_ Cabezas.

2.- ¿A quién compra maguey (localidad, municipio)? \_\_\_\_\_

3.- ¿Cuál es el mes de mayor compra de maguey?

( ) Ene ( ) feb ( ) mar ( ) abr ( ) may ( ) jun ( ) jul ( ) ago ( ) sept ( ) Oct ( ) Nov ( ) Dic ( )

4.- ¿Cuál es la forma pago o de acuerdo que usted realiza con los compradores?

( ) Efectivo ( ) trabajo a medias (repartición de actividades y del producto) ( ) otro

5.- ¿Cuánto vale una cabeza de maguey? \$ \_\_\_\_\_

**Sección IV. Elaboración de mezcal**

1.- ¿Es dueño de fábrica o renta alguna?

a) Dueño b) arrendador c) se la prestan d) a medias e) no tiene

2.- ¿Cuál es la distancia que tiene que recorrer desde la magueyera a la fábrica? \_\_\_\_\_ km.

3.- ¿Qué miembros de su familia ayudan en la elaboración de mezcal?

a) el padre b) la madre c) los hijos d) pago mano de obra e) otro

4.- Si contrata trabajadores, ¿Cuántos? \_\_\_\_\_ personas; ¿Pago por jornal? \$ \_\_\_\_\_

5.- Describa el proceso de la producción de mezcal, basado en una tina.

Actividad	Tiempo invertido (hrs.)	Herramientas/ equipo empleado y medidas	Costo (\$)	Descripción
Limpia de las cabezas				
Cocido de las cabezas				
Cortado de cabezas				
Molienda de cabezas cocidas				
Prensado				
Fermentación				
Destilación				
Filtrado				
Envasado				
Almacenamiento				

6.- Independientemente del tiempo de cada una de las actividades como se da cuenta que el proceso ya está listo para pasar al siguiente paso (puede ser color, olor, sabor), relaciónelo con frutas, hortalizas, flores, especias, etc., según lo considere:

Actividad	Descripción
Limpia de las cabezas	
Cocido de las cabezas	
Cortado de cabezas	

Molienda de cabezas cocidas	
Prensado	
Fermentación	
Destilación	
Filtrado	
Envasado	
Almacenamiento	

7.- El Mezcal listo para su consumo ¿Cómo lo puede describir?, relaciónelo con frutas, hortalizas, flores, especias, etc., según lo considere:

Color \_\_\_\_\_

Sabor \_\_\_\_\_

Olor \_\_\_\_\_

#### Sección IV. Costos de Producción de mezcal

1.- ¿Cuántas cabezas caben en una tina? \_\_\_\_\_ Cabezas

2.- ¿Cuántos litros de mezcal se obtienen por tina (indicar mínimo y máximo)? \_\_\_\_\_ Litros por tina

3.- ¿Cuántas tinas llena con maguey por temporada? \_\_\_\_\_ Tinas

4.- ¿Cuántos litros de mezcal obtiene por temporada? \_\_\_\_\_ Litros por temporada

5.- ¿Cuál es el periodo de mayor producción de mezcal?

( ) Ene ( ) feb ( ) mar ( ) abr ( ) may ( ) jun ( ) jul ( ) ago ( ) sept ( ) Oct ( ) Nov ( ) Dic ( )

6.- ¿A que precio vende el litro de mezcal? \_\_\_\_\_ y ¿De qué depende el precio? \_\_\_\_\_

7.- Destino de la producción de mezcal

	Autoconsumo/cantidad (lt)	Cantidad vendida (lt)	Ingresos / venta	Lugar venta
Mezcal				

#### Sección V. Comercialización del mezcal

1.- ¿Cómo vende el Mezcal? Bolsas ( ) botellas ( ) garrafón ( ) otro \_\_\_\_\_

2.- Tienen alguna etiqueta establecida si ( ) no ( ) ¿Cuál? \_\_\_\_\_

3.- ¿Qué precios tienen para cada presentación? \_\_\_\_\_

4.- Después de la destilación del Mezcal, cuánto tiempo tarda almacenado el producto y de que depende?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5.- ¿En qué lugares vende el Mezcal? \_\_\_\_\_

6.- Aproximadamente, entre que rango de edades están los consumidores del Mezcal? \_\_\_\_\_

COMENTARIOS ADICIONALES:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

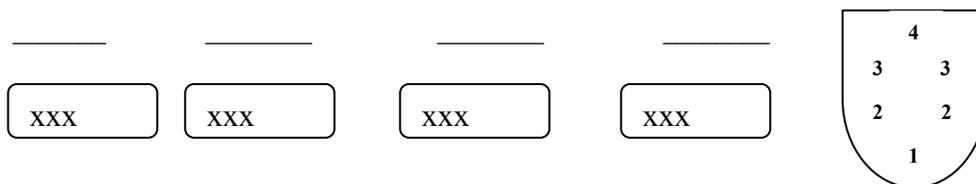
**Gracias**

ANEXO 7. Formato para descripción sensorial de mezcal: prueba del gusto

**PRUEBA “EL GUSTO”**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** trabaja en parejas, con ayuda de un hisopo humedecido en la muestra, frótelo en las cuatro áreas señaladas de la lengua. E indique donde es más intenso.



ANEXO 8. FORMATO PARA DESCRIPCIÓN SENSORIAL DE MEZCAL:  
RECONOCIMIENTO DE OLORES

**RECONOCIMIENTO DE OLORES**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** destape los frascos, y huele a una distancia de 5 a 7 cm de la nariz, identifique el aroma o bien si no recuerda el nombre y lo relaciona a algún producto, indíquelo.

255 _____	885 _____
355 _____	168 _____
877 _____	185 _____
026 _____	995 _____
907 _____	087 _____
032 _____	738 _____

ANEXO 9. Prueba de diferencia por ordenamiento usando el índice R

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

MUESTRA:

**INSTRUCCIONES:** pruebe las muestras de izquierda a derecha. Ordene las muestras de la más preferida a la menos preferida. No se permite empates. 1=mas preferida 4=menos preferida

_____	_____	_____	_____
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## ANEXO 10. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ ORIGEN: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

MUESTRA: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: pruebe la muestra e indique el grado de aceptabilidad, marque con una x la escala que mejor represente su juicio.

- \_\_\_\_\_
- Me disgusta extremadamente
  - Me disgusta mucho
  - Me disgusta moderadamente
  - Me disgusta poco
  - Ni me gusta ni me disgusta
  - Me gusta poco
  - Me gusta moderadamente
  - Me gusta mucho
  - Me gusta extremadamente

- \_\_\_\_\_
- Me disgusta extremadamente
  - Me disgusta mucho
  - Me disgusta moderadamente
  - Me disgusta poco
  - Ni me gusta ni me disgusta
  - Me gusta poco
  - Me gusta moderadamente
  - Me gusta mucho
  - Me gusta extremadamente