



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**Evaluación sensorial de productos vegetales para el control de
calidad en empresas comercializadoras y productoras.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A

MÓNICA JOANNA ARIAS BALDERAS

Asesoras:

Dra. Ma. Andrea Trejo Márquez

M. en C. Alma Adela Lira Vargas



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**



**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **TESIS**

Evaluación sensorial de productos vegetal para el control de calidad en empresas comercializadoras y productoras

Que presenta la pasante: **Mónica Joanna Arias Balderas**

Con número de cuenta: **30577139-3** para obtener el Título de: **Ingeniera en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de Agosto de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Fernando Flores Benites	
VOCAL	Dra. Sara Esther Valdes Martínez	
SECRETARIO	Dra. María Andrea Trejo Márquez	
1er SUPLENTE	IA. Alberto Solís Díaz	
2do SUPLENTE	IA. Selene Pascual Bustamante	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).

HHA/pm

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por el gran apoyo y educación que me brindo para convertirme en Ingeniera, por la oportunidad de estudiar en una de las mejores universidades del mundo.

Con gran orgullo represento a mi institución y llevaré siempre conmigo los valores y humildad que me han enseñado a lo largo de mis estudios y con el corazón en la mano mi sangre es azul y oro.

A mis profesores quienes desinteresadamente me transmitieron sus conocimientos para ser una mejor estudiante, por confiar en mí y exigirme siempre más. Es por eso que hoy les agradezco infinitamente, por que el sudor y lagrimas de sangre han brindado frutos en mi como Ingeniera y como persona.

A la Dra. Andrea Trejo y M. en C. Adela Lira por la oportunidad y el gran apoyo que me brindaron a lo largo del proyecto, por confiar en mi, en mi formación y siempre exigirme hacerlo mejor y más rápido, por que aparte de lo académico, nos une una gran amistad. Gracias por ayudarme a hacer esto posible!!!!

A Carmen Vázquez por la gran oportunidad de trabajar con ella y haberme brindado las bases e información suficiente para realizar esta tesis, así como el apoyo y amistad incondicional que me brindó. Espero tener la oportunidad de volver a trabajar con ella en la industria alimentaria para poner en práctica nuestra experiencia.

A mis padres por simplemente serlo..... si a alguien le debo todo lo que tengo y todo lo que soy es a ellos.

DEDICATORIA

El ser humano es el único animal capaz de formar lazos sentimentales y relaciones sociales, con la oportunidad de ser mejor persona y lograr la felicidad si así lo desea, con la influencia de ciertas personas.

Existen las personas que están contigo desde el nacimiento y estarán ahí hasta el día de tu muerte, en cada logro, en cada fracaso, en cada aventura, en cada llanto.

Están a quienes conociste a lo largo de tu infancia y juventud, a quienes volviste tus hermanos o alma gemela los cuales forman parte de tu vida y corazón. También quienes solo estuvieron de paso.

Los que te enseñan todo lo que debes saber antes de salir a competir con tus propios compañeros, creando admiración y respeto.

También los que conforman esta nueva etapa de tu vida en donde formalmente eres un adulto y te enfrentas a poner en práctica todo lo que has aprendido, en donde hay quien te enseña, te ayuda y te aprecia.

A las personas que no puedes llamar enemigos por que nunca lo son ya que tampoco olvidarás a la mayoría, por que te hicieron descubrir una parte de ti que no conocías y lo bueno que realmente eres en lo que te propones.

Por último, esas personas que no puedes ver pero si sentir por siempre, te miran desde lejos y de quien aprendiste la lección más grande de tu vida.

Agradezco a todos ellos por las enseñanzas, apoyo, consejos, ayuda, risas, tristezas, enojos, decepciones y de más situaciones y sentimientos que me han hecho un humano feliz y lo que soy actualmente.

Orgullosamente les dedico el fruto de todo lo sembrado hasta hoy.

ÍNDICE GENERAL

	Pag
Resumen	ix
Introducción	1
1. Antecedentes	4
1.1. Historia de la evaluación sensorial	5
1.2. Definición de evaluación sensorial	5
1.3. El ser humano como herramienta del análisis sensorial	6
1.4. Los sentidos del ser humano	7
1.4.1. La vista	7
1.4.2. El olfato	9
1.4.3. El tacto	11
1.4.4. El oído	12
1.4.5. El gusto	13
1.5. Las propiedades sensoriales	15
1.5.1. El color	16
1.5.2. El olor	18
1.5.3. El aroma	19
1.5.4. El gusto o sabor básico	19
1.5.5. El sabor	19
1.5.6. Textura	20
1.6. Formas de realizar el análisis sensorial	23
1.6.1. Pruebas descriptivas	23
1.6.1.1. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)	24
1.6.1.2. Perfil	26
1.6.2. Pruebas discriminativas	26
1.6.2.1. Prueba de comparación apareada simple	27
1.6.2.2. Prueba Dúo – Trío	28
1.6.2.3. Prueba de comparaciones múltiples	29
1.6.2.4. Prueba Secuencial	30

1.6.2.5. Prueba triangular	31
1.6.3. Pruebas afectivas	32
1.6.3.1. Prueba de preferencia	33
1.6.3.2. Prueba de medición del grado de satisfacción	34
1.6.3.3. Prueba de ordenación	36
1.6.3.4. Prueba de competencia	36
1.6.3.5. Prueba de aceptación	36
1.7. Importancia de la evaluación sensorial en frutas y hortalizas	37
1.7.1. Calidad en productos vegetales	38
1.7.1.1. El café en México	40
1.7.1.2. Composición de la bebida del café	41
1.7.1.3. Evaluación sensorial del café	41
1.7.1.4. Compuestos aromáticos del café	42
1.7.1.5. Compuestos del sabor café	43
1.7.1.6. Productos hortofrutícolas mínimamente procesados	45
1.7.1.7. Atmósferas Modificadas	45
1.7.1.8. Preparación del producto	46
1.7.1.9. Conservación mediante la adición de azúcar	47
1.7.1.10. Frutas no tradicionales	48
1.7.1.11. La pitaya	48
1.8. Requerimientos físicos para laboratorio de evaluación sensorial	49
1.9. Utilidad y principales áreas de aplicación del análisis sensorial	51
2. Objetivos	53
3. Materiales y métodos	55
3.1. Selección de panel de jueces	57
3.2. Entrenamiento de panel de jueces	57
3.3. Análisis secuencial	63
3.4. Análisis descriptivo cuantitativo	63
3.5. Prueba discriminativa triangular	66
3.6. Prueba afectiva de aceptación	67
3.7. Análisis Estadístico	69

4. Resultados y Discusión	70
4.1. Entrenamiento y selección	71
4.1.1. Selección de candidatos	71
4.2. Entrenamiento	74
4.2.1. Prueba de emparejamiento	74
4.2.2. Prueba discriminativa olfativa	75
4.2.3. Prueba de ordenamiento	76
4.2.4. Prueba triangular	76
4.2.5. Desarrollo y uso de descriptores	77
4.2.6. Entrenamiento en uso de escalas estándar de textura	79
4.2.7. Selección de jueces (Análisis Secuencial)	87
4.3 Pruebas descriptivas (Café de grano)	88
4.4 Pruebas discriminativas aplicadas a manzana lista para consumir	92
4.5 Pruebas afectivas aplicadas en mermelada de pitaya	94
Conclusiones	100
Recomendaciones	102
Bibliografía	104
Anexos	111

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Esquema estructural del ojo humano	8
Figura 2. Esquema de la estructura del órgano del olfato	9
Figura 3. Esquema con las partes del oído, órgano responsable de la percepción auditiva	12
Figura 4. Tipos de papilas gustativas (A) y zonas de la lengua donde se perciben los sabores básicos (B)	13
Figura 5. Distribución de los cinco sentidos en el cerebro humano	15
Figura 6. Relación entre los cinco sentidos y las propiedades sensoriales de los alimentos	16
Figura 7. Colores básicos o primarios (A) y tonos dobles (B)	17
Figura 8. Clasificación de las pruebas sensoriales	23
Figura 9. Representación del diagrama en general de QDA	24
Figura 10. División de perfil descriptivo cuantitativo de acuerdo al orden de aparición de atributos	25
Figura 11. Cuestionario para la prueba de comparación apareada simple	28
Figura 12. Cuestionario para prueba dúo – trío	29
Figura 13. Diagrama tipo de análisis sensorial aplicable a la selección de jueces con pruebas discriminativas.	30
Figura 14. Cuestionario típico para pruebas triangulares	32
Figura 15. Cuestionario para la prueba de preferencia	33
Figura 16. Cuestionario para la evaluación del grado de satisfacción	35
Figura 17. Cabina de evaluación sensorial con medidas incluidas	50

Figura 18. Cuadro metodológico	56
Figura 19. Cuestionario típico para prueba triangular	59
Figura 20. Cuestionario para prueba triangular de manzana tipo golden	66
Figura 21. Hoja de respuesta para prueba afectiva	67
Figura 22. Frecuencia afirmativa o negativa del cuestionario inicial para la selección de panel aplicado a 18 jueces	71
Figura 23. Frecuencia en consumo de cigarrillos por parte del 40% que resultaron consumidores de los 18 jueces candidatos para el panel	72
Figura 24. Frecuencia en consumo de bebidas alcohólicas resultante del 87.5% que resultan consumidores de los 18 jueces candidatos para el panel	73
Figura 25. Frecuencia en consumo de picante por parte del 100% del panel, ya que todos resultaron consumidores	73
Figura 26. Asertividad inicial y final de la prueba de emparejamiento en dos muestras de cada sabor básico a diferentes concentraciones aplicado a un panel de 18 jueces	74
Figura 27. Asertividad inicial y final de la prueba olfativa realizada con 14 químicos aromáticos aplicada a un panel de 18 jueces	75
Figura 28. Asertividad inicial y final de la prueba de ordenamiento realizado con 4 concentraciones de ácido cítrico aplicado a un panel de 18 jueces	76
Figura 29. Asertividad inicial (A) y final (B) obtenida en la Prueba triangular aplicada a un panel de 18 jueces	77
Figura 30. Asertividad inicial y final de escala “dureza” para textura de alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	80
Figura 31. Asertividad inicial y final de “viscosidad” en la textura de alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	81
Figura 32. Asertividad inicial y final de “grado de crujido” en la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	82
Figura 33. Asertividad inicial y final de “desmoronamiento” en la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	83

Figura 34. Asertividad inicial y final de “pegajosidad” en textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	84
Figura 35. Asertividad inicial y final de “jugosidad” en la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	85
Figura 36. Asertividad inicial y final de “harinosidad” para la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	86
Figura 37. Asertividad inicial y final de “tersura” para la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces	87
Figura 38. Análisis secuencial de los 18 jueces conformantes del panel sensorial, con las 3 zonas, en donde por arriba de la línea rosa corresponde a la aceptación, la parte media a la indecisión y por último debajo de la línea azul el rechazo.	88
Figura 39. Análisis descriptivo cuantitativo del aroma de los 7 cafés de diferentes zonas de la República Mexicana evaluados por 16 jueces	89
Figura 40. Análisis descriptivo cuantitativo del sabor de los 7 cafés de diferentes zonas de la República Mexicana evaluados por 16 jueces	90
Figura 41. Frecuencia obtenida por parte de 30 consumidores habituales a las dos primeras preguntas del cuestionario aplicado.	95
Figura 42. Nivel de consumo en los sabores de mermelada usuales en el mercado por parte de los 30 consumidores participantes de la prueba.	96
Figura 43. Nivel de aceptación en las propiedades físicas de la mermelada de pitaya como lo son el color, olor y sabor en general, por parte de los 30 consumidores participantes.	97
Figura 44. Nivel de agrado obtenido por parte de los 30 consumidores participantes en el nivel de acidez de la mermelada de pitaya	98
Figura 45. Nivel de agrado por parte de los 30 consumidores habituales en el nivel de dulzor de la mermelada de pitaya	98
Figura 46. Aceptabilidad e intención de consumo y compra del producto por parte de los 30 consumidores participantes	99

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Notas primarias presentes en el olor, aroma y sabor del café	44
Tabla 2. Concentraciones de sabores básicos para prueba de emparejamiento con respectivos códigos	58
Tabla 3. Concentraciones de ácido cítrico para prueba de ordenamiento con respectivos códigos	58
Tabla 4. Químicos aromáticos para prueba olfativa con respectivos códigos	58
Tabla 5. Escala estándar para la medición de grado de dureza más utilizados de alimentos mexicanos	60
Tabla 6. Escala estándar para la medición de grado de viscosidad más utilizados de alimentos mexicanos	60
Tabla 7. Escala estándar para la medición de grado de crujido más utilizados de alimentos mexicanos	60
Tabla 8. Escala estándar para la medición de grado de desmoronamiento más utilizados de alimentos mexicanos	61
Tabla 9. Escala estándar para la medición de grado de pegajosidad más utilizados de alimentos mexicanos	61
Tabla 10. Escala estándar para la medición de grado de jugosidad más utilizados de alimentos mexicanos	61
Tabla 11. Escala estándar para la medición de grado de harinosidad más utilizados de alimentos mexicanos	62
Tabla 12. Escala estándar para la medición de grado de tersura más utilizados de alimentos mexicanos	62
Tabla 13. Sustancias utilizadas para entrenamiento descriptivo con la textura mas comunmente asociada con los productos	62
Tabla 14. Cafés establecidos para evaluación	63
Tabla 15. Atributos propuestos por Escamilla (1997)	64
Tabla 16. Productos líquidos presentados al panel para efectuar la descripción de los mismos.	78

Tabla 17. Productos líquidos presentados al panel para efectuar la descripción de los mismos	78
Tabla 18. Atributos propuestos por panel de jueces	88
Tabla 19. Asertividad de la prueba triangular efectuada entre los diferentes empaques para manzana “Golden” lista para consumir evaluada con 10 panelistas	92
Tabla 20. Porcentaje de preferencia para cada comparación de tratamientos (empaques) por separado	93

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue proponer la metodología para la evaluación sensorial de tres productos vegetales (seco, listo para consumir y procesado) que sirva como herramienta para el control de calidad en empresas procesadoras y comercializadoras, estableciendo un panel sensorial, por medio de un entrenamiento básico para agudizar los sentidos y disminuir el umbral de detección, entrenado en productos específicos con alto nivel de consumo en México (café de grano y manzana mínimamente procesada) pertenecientes al grupo de frutas y hortalizas, para cumplir un objetivo específico en cada caso, así como la realización de un estudio de mercado para conocer la aceptación de mermelada a base de pitaya por parte de mujeres adultas.

El entrenamiento se realizó con base en las Normas Españolas, aplicándose pruebas descriptivas y discriminativas, para ampliar el vocabulario sensorial del juez, desarrollar escalas estándar en el caso de textura, agudizar el sentido de detección de aromas, por medio de la evocación y disminuir el umbral de detección en el sentido del gusto a bajas concentraciones.

Para el caso de la prueba descriptiva realizada en café de grano, se realizó un entrenamiento en las notas aromáticas, de sabor y resabio, que se presentan en el producto con sus respectivas referencias, y se procedió a elaborar el análisis descriptivo cuantitativo con objeto de identificar la diferencia de perfiles, de acuerdo a la zona de cultivo. Sin embargo, los resultados mostraron que no existe diferencia significativa entre las muestras procedentes de 4 estados cafetaleros de la República Mexicana, a pesar de las diferentes condiciones de cultivo para cada una. Para evaluar el efecto en la calidad de manzanas mínimamente procesadas envasadas en tres materiales: bolsas de polietileno, bolsas de cloruro de polivinilideno (PVDC) y tarrinas de polietileno tereftalato (PET) a los 0, 4, 8 y 12 días de almacenamiento se realizaron pruebas discriminativas triangulares, mostrándose que no existe diferencia en las características del producto, sin embargo la preferencia por parte de los jueces indicó que el producto con mejores características fue el contenido en bolsa de polietileno.

El estudio de mercado para evaluar la aceptabilidad de mermelada de pitaya por parte de consumidores habituales, indicó que ésta tendrá un alto consumo y por lo tanto se activará el movimiento del producto en diferentes zonas de la República Mexicana donde se cosecha este fruto, así como la activación de nuevos empleos.

Introducción

La evaluación sensorial es una disciplina científica que trabaja con la percepción del sentido de los jueces como instrumento de medición, es empleada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones ante aquellas características de los alimentos o sustancias y de cómo estos son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Hernández, 2007).

La aplicación del análisis sensorial dependerá del objetivo concreto que se busque, en donde también dependerá el área de aplicación en la que se lleva a cabo. Así en función de la finalidad que se pretenda conseguir, se puede dividir en: análisis de calidad, las cuales se aplican a un panel entrenado y son utilizadas para obtener información acerca de la naturaleza del producto y análisis de aceptación que son aplicadas a consumidores habituales para detectar sus gustos y preferencias mediante pruebas descriptivas, discriminativas y afectivas (Mondino y Ferratto, 2006).

El proceso sensorial se inicia por la presencia de un estímulo físico o químico que actúa sobre los receptores sensoriales, por esto, el estímulo se define como el agente químico o físico que produce la respuesta de los receptores sensoriales externos o internos. Existen seis clases de estímulos, cada uno de estos estímulos le dará lugar a una sensación que vendrá caracterizada por su calidad, intensidad, extensión, duración y por la sensación de agrado o rechazo (Sancho *et al.*, 1999). Las pruebas sensoriales son utilizadas en diferentes tipos de industrias como la alimentaria, perfumería y farmacéutica (Anzaldúa, 2007).

La vitalidad de los productos hortofrutícolas y sus características nutritivas y organolépticas son responsables de la preferencia del consumo en fresco, la búsqueda de la calidad se convierte en meta fundamental para productores de alimentos y bebidas (Kader, 1992).

La aceptación de los alimentos por los consumidores, está muy relacionada con la percepción sensorial de los mismos, las exigencias del consumidor actual de productos vegetales se orientan cada vez más por los aspectos cualitativos más que cuantitativos y estos exigen atributos de tipo organoléptico, nutricional e higiénico (Echeverría *et al.*, 2008).

La evaluación sensorial, compara con los alimentos competidores del mercado, con un propósito claro de marcar las preferencias del consumidor. Establece criterios de calidad, control del proceso de fabricación, verifica el desarrollo del producto, vigilancia del producto integrando aspectos como evaluación de homogeneidad, vida útil y posibilidad de

exportación, medición de influencia de almacenamiento evitando así una pérdida monetaria de la empresa, baja calidad del producto y rechazo por parte de los consumidores (Watts *et al.*, 1995).

Por lo tanto, el estudio de la evaluación sensorial en tres productos de alto consumo en México, como es el café de grano, siendo nuestro país uno de los principales exportadores, requiere de herramientas para su caracterización con base en sus atributos de acuerdo a la región de producción. Por otra parte, los frutos listos para consumir se han convertido en productos de alta demanda en el mercado, por lo que se requiere la determinación de sus características sensoriales para evaluar el efecto de diferentes métodos de conservación, ya que es otro de los problemas a los cuales se enfrentan empresas procesadoras de este tipo de productos. El tercer caso presentado es la evaluación de un nuevo producto, como es una mermelada a base de pitaya, en donde pequeños productores requieren de herramientas para conocer su posible mercado y aceptación del producto. Por lo tanto, con la aplicación de los métodos subjetivos se brindará la información necesaria tanto a la empresa como a productores de los atributos y características del producto para ser consumido, así como sus deficiencias para llevar a cabo una mejora de formulación, proceso o manejo de materia prima, llevando a cumplir las necesidades y expectativas del consumidor en su totalidad, sin la necesidad de una inversión significativa y pérdida monetaria a la empresa, promoviendo una mejor venta y posicionamiento en el mercado.

1. Antecedentes

1. ANTECEDENTES

1.1. Historia de la evaluación sensorial

La evaluación sensorial surge de los trabajos realizados por fisiólogos a finales del siglo XIX (1883), cuando el objetivo era realizar investigación sobre el entendimiento de los mecanismos y sensibilidad de los sentidos. Otra área de investigación conducida principalmente por psicólogos revisó temas tales como la medición afectiva y la confiabilidad y validez de técnicas de medición usando diversas escalas (Hernández, 2007).

Las primeras aplicaciones organolépticas se llevaron a cabo en grupos de alimentos, tales como, lácteos y carne, donde se desarrollaron de forma independiente las técnicas de evaluación. Estas técnicas sirvieron para determinar la preferencia de ciertos productos y medir umbrales en algunos casos. En 1930 aproximadamente la industria realizó contribuciones a la ciencia sensorial a través del uso de paneles de expertos para café, té y bebidas alcohólicas. Los procedimientos eran muy específicos para el producto y fueron usados básicamente para propósitos de control de calidad (Hernández, 2007).

1.2. Definición de evaluación sensorial

La evaluación sensorial involucra el desarrollo y uso de principios y métodos para medir respuestas humanas a productos específicos, también llamada análisis sensorial, fue definida en 1975 por la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos en Alimentos y aceptada mundialmente como una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las características de los alimentos y materiales como son percibidos por los sentidos de la visión, olfato, gusto, tacto y oído (Hernández, 2007).

Anzaldúa (2007), considera que es una técnica de medición en la que se realiza el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos y que la palabra sensorial se deriva del latín “*sensus*”, que quiere decir sentido.

Por otro lado Villarroel *et al.* (2003) la definió como la disciplina científica que permite definir, medir, analizar e interpretar las características de un producto, utilizando para este propósito los órganos de los sentidos bajo la consideración de que no existe ningún instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana.

El análisis sensorial sirve de manera general para el desarrollo de un nuevo producto, estudiar la influencia de modificaciones en la formulación o del proceso de fabricación sobre el producto, determinar las condiciones óptimas de conservación y para situar el producto frente a la competencia (Villarreal *et al.*, 2003).

El análisis sensorial es actualmente una disciplina perfectamente establecida. A ello ha contribuido, de manera especial, la consolidación de normas desarrolladas en el marco de la Organización Internacional de Normalización (ISO), como referencias indiscutibles a la hora de validar los resultados de cualquier tipo de análisis sensorial, aplicado a alimentos (AENOR, 2010).

En México el desarrollo de cursos de Evaluación Sensorial se ha presentado en departamentos, de Instituciones de Enseñanza, relacionados con los alimentos (Hernández, 2007).

1.3. El ser humano como herramienta del análisis sensorial

El análisis sensorial comprende el estudio de los sentidos humanos, debido a que los seres humanos se diferencian notoriamente en lo referente a la capacidad de emplear los sentidos y retener informaciones, existen tres etapas para los principiantes en las pruebas de comprobación: la selección, el entrenamiento y la vigilancia (Grub, 1997).

La herramienta básica o principal para llevar a cabo el análisis sensorial son las personas, el instrumento de medición es el ser humano, ya que el ser humano es un ser sensible, y una máquina no puede dar los resultados que se necesitan para realizar un evaluación efectiva (Fortín y Desplancke, 2001).

Para llevar a cabo el análisis sensorial de los alimentos, es necesario que se den las condiciones adecuadas (tiempo, espacio, entorno) para que éstas no influyan de forma negativa en los resultados, los catadores deben estar bien entrenados, lo que significa que deben de desarrollar cada vez más todos sus sentidos para que los resultados sean objetivos con un entrenamiento constante (Fortín y Desplancke, 2001).

El análisis sensorial distingue diferentes “cualidades” de sujetos de ensayo, clasificandolas en: consumidor usual (el sujeto no tiene conocimientos organolépticos), juez iniciado (el sujeto es comprobador seleccionado, entrenado y vigilado), juez experto (es un comprobador con capacidades escogidas y al que le han sido transferidas informaciones adicionales) y el analista sensorial (es aquel que, además de los conocimientos prácticos, posee también conocimientos teóricos) (Anzaldúa, 2007).

Tanto si es consumidor o analista sensorial, cada sujeto de ensayo suministra exclusivamente unos resultados subjetivos, por lo que no sirve como instrumento de medición en la investigación de mercado, sino que más bien un único grupo de comprobadores estadísticamente representativos (“panel de jueces”) es capaz de arribar a unos resultados objetivos. Para determinar este panel, se toman en primera línea de edad y el sexo como criterios de selección, siendo en una edad joven más sensible organolépticamente (Grub, 1997).

1.4. Los sentidos del ser humano

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea. El análisis sensorial depende de las señales que todos los órganos de los sentidos transmiten al cerebro a través del sistema nervioso central. Las señales ingresan al sistema nervioso por medio de sensores presentes en la piel, nariz, lengua, músculos, ojos, oídos, entre otros. El ser humano tiene cinco sentidos: la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto (Anzaldúa, 2007; Vásquez, 2008).

1.4.1. La Vista

El sentido de la vista reside en el *ojo* (Figura 1). Este funciona de manera análoga a una cámara fotográfica que estuviera conectada al cerebro (Anzaldúa, 2007).

El ojo es una esfera de aproximadamente 20 mm de diámetro, situada en la órbita y rodeada de seis músculos (oculares) extrínsecos que lo mueven unido a la esclerótica (Rey, 1990).

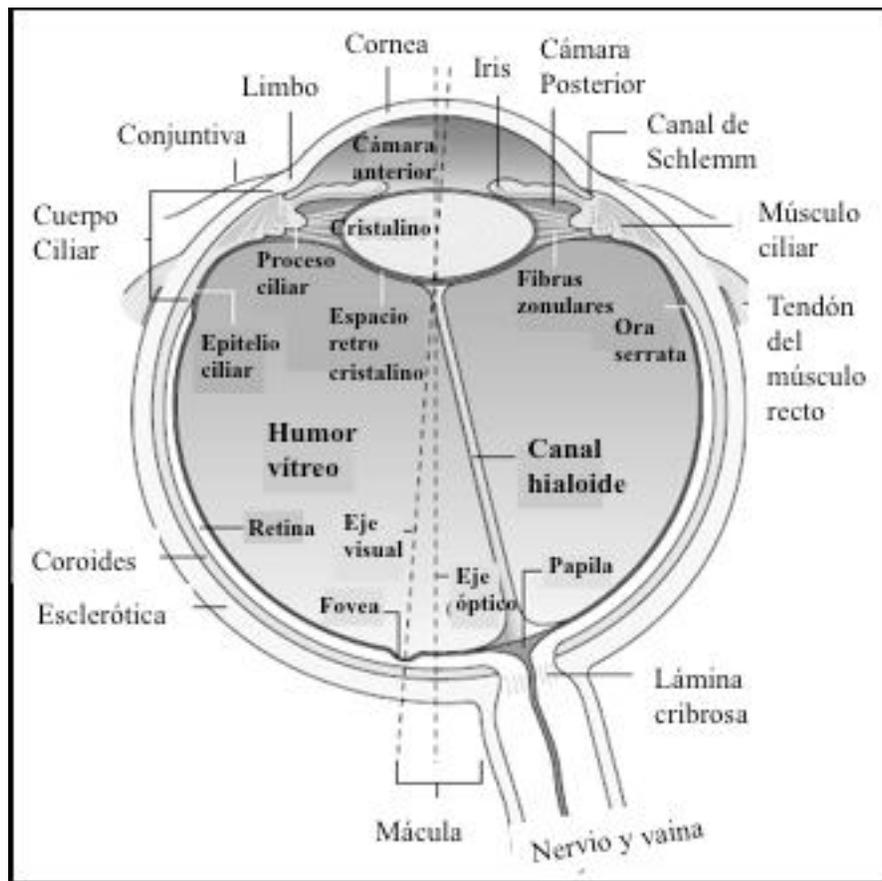


Figura 1. Esquema de la estructura del ojo humano.

Fuente: Rey (1990).

La luz penetra en el ojo a través de la pupila y proyecta la imagen de los objetos sobre la retina. La proyección produce ciertas reacciones químicas en algunas sustancias de la retina y el estímulo debido a la energía de las reacciones se transforman en una señal nerviosa, la cual es transmitida por el nervio óptico al cerebro, en donde es interpretada como la imagen del objeto (Anzaldúa, 2007).

La visión simultánea con los dos ojos y la diferencia de ángulo de visión entre ambos producen lo que se llama visión estereoscópica (visión en tres dimensiones) (Anzaldúa, 2007).

En la retina existen dos tipos de células foto receptoras: los bastones y los conos. Los primeros son responsables de la percepción de la forma y el tamaño de los objetos, o sea, la visión en blanco y negro, mientras que los conos son los que captan el color (Anzaldúa, 2007; Rey, 1990).

La propiedad sensorial más importante asociada con el sentido de la vista, es el color; aunque existen varias propiedades o atributos sensoriales detectados por medio de este sentido, tales como: la apariencia, forma, superficie, tamaño y brillo. El color es el que más se toma en cuenta en la evaluación sensorial en la industria alimentaria, ya que esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor, sin siquiera haberlo probado (Rey, 1990).

Un defecto visual es el daltonismo, que consiste en la incapacidad de detectar ciertos colores, o la confusión de un color por otro. Es un fenómeno que raramente se presenta, por lo general, quienes lo padecen son únicamente los varones (Rey, 1990).

Otros atributos importantes a considerar para la adquisición o agrado de un producto a la vista son la iluminación, fondo y contraste del lugar de compra, así como el tipo de empaque, la imagen del producto y la información del etiquetado (Vázquez, 2011).

1.4.2. El olfato

El sistema nasal, siendo la nariz la parte externa de este (Figura 2), es el órgano mediante el cual funciona el sentido del olfato que nos permite percibir el olor de los objetos que nos rodean, pertenece a los llamados sentidos químicos ya que sus receptores son estimulados por sustancias químicas (Anzaldúa, 2007; Witting, 1996b).

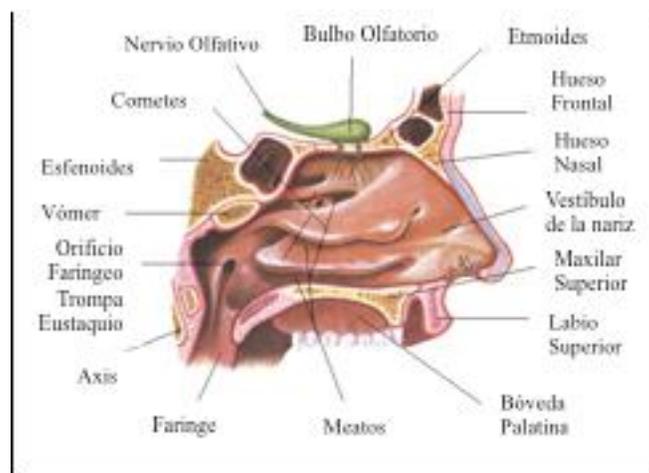


Figura 2. Esquema de la estructura órgano del olfato.
Fuente: Aplicaciones naturales (2011).

El sistema nasal, contiene a la mucosa olfatoria que se encuentra localizada en el techo posterior de la cavidad nasal. En ella se encuentran las neuronas receptoras del olfato que son estimuladas por sustancias volátiles disueltas en el moco de la mucosa olfatoria (Schiffman, 1993).

Las neuronas receptoras del olfato, poseen micro vellosidades que se proyectan a la superficie de la mucosa olfatoria, identifican los olores cuando las moléculas odoríferas se adhieren a ellas (Schiffman, 1993). Con el sentido del olfato se pueden distinguir entre 2000 y 4000 olores diferentes; sin embargo, los compuestos volátiles de los frutos hortofrutícolas se pueden ver afectados por la temperatura de almacenamiento, estado de madurez, procesos enzimáticos, variedad, composición química, etc. (Guyton, 1994; Schiffman, 1993; Witting, 1996b).

Los olores primarios (alcanforado, almizcle, floral, menta, etéreo, pungente o picante y purito) las sustancias olorosas son compuestos químicos volátiles que deben contactar con el receptor olfatorio para que se produzca la percepción del olor (Ressler *et al.*; 1994).

La capacidad de discriminación de la intensidad de un determinado olor depende de su concentración (umbral olfatorio), al igual que en el sentido del gusto es necesario un cambio de 30% en la concentración de la sustancia odorífera para los receptores detecten un cambio de intensidad (umbral de concentración) (Ganong, 1994).

Adaptación se refiere a la disminución de la intensidad de la percepción de un olor particular aun cuando el estímulo persista. En el caso del olfato esta adaptación es rápida y solo se presenta para el olor particular que está oliendo, ya que el umbral para los otros olores no se altera. El 50% de la adaptación del olfato se explica por mecanismos fisiológicos a nivel del receptor y otro que inhibe la estimulación de los tactos olfatorios, tiene lugar cuando se ha producido una exposición prolongada a concentraciones bajas o rápidamente, con algunos agentes químicos, en presencia de concentraciones muy elevadas (Mott y Leopold, 1991; Witting, 1996b).

En la actualidad, existe una confusión entre aroma y olor. El aroma se detecta en la región olfatoria de la cavidad retro nasal, en la boca y la garganta y el olor se percibe en la región olfatoria de la cavidad nasal.

El sentido del olfato disminuye (hiposmia) con la edad cuando la mucosa nasal se encuentra inflamada por procesos infecciosos o traumáticos. La ausencia unilateral del sentido del olfato (anosmia) es importante ya que puede ser indicativo de tumores encefálicos o fracturas en el piso de la fosa craneal anterior, que comprimen las vías olfatorias. La distorsión del sentido del olfato (disosmia o cacosmia) a menudo es previa a los ataques convulsivos epilépticos (Witting, 1996b; Anzaldúa, 2007; Mott y Leopold, 1991).

1.4.3. El tacto

Con el sentido del tacto se percibe la consistencia de los materiales (características mecánicas, geométricas y texturales) con la ayuda de las sensaciones somestésicas (sensaciones táctiles) con las que se percibe calor, frío, picaduras y cosquillas y con las sensaciones kinestéticas, donde hay movimientos mecánicos que resultan de la tensión ejercida por los músculos de la mano, mandíbula o lengua (Vázquez, 2011).

El tacto sirve para percibir una variedad de sensaciones tales como la temperatura de los objetos, el peso de éstos, las características de su superficie y la textura de los alimentos (Vázquez, 2011).

La sensibilidad de la piel se divide en dos categorías: cutánea y profunda. La sensibilidad cutánea comparte los elementos principales de todos los sentidos básicos, se sitúa en los receptores sensoriales que son las terminaciones de las células nerviosas especializadas captan las propiedades del mundo exterior, se relaciona con la información recibida por los receptores localizados en la unión de la dermis con la epidermis o cerca de ella y la sensibilidad profunda se sitúa en receptores localizados en el músculo, los tendones, las articulaciones y el periostio (Clerissi *et al.*, 1991; Dykes, 1977).

La pérdida del sentido del tacto, por lo general, no es total, dada su extensa distribución en todo el cuerpo, sino localizada en algunas partes tales como las extremidades, y generalmente se debe a lesiones de la espina dorsal como consecuencia de enfermedad o accidentes (Anzaldúa, 2007).

1.4.4. El oído

El oído es el órgano sensorial responsable de la audición y del mantenimiento del equilibrio mediante la detección de la posición corporal y del movimiento de la cabeza (Figura 3). Se compone de tres partes: oído externo, medio e interno, que se hayan dentro del hueso temporal y el oído externo se sitúa fuera del cráneo (Bascañan *et al.*, 2006).

El oído es el sentido mediante el cual captamos los sonidos, que son el resultado de las vibraciones del aire. Estas vibraciones son transmitidas hacia las orejas, y luego amplificadas por el tímpano y los huesecillos del oído medio y por el oído interno, así como el órgano de corti ubicado en la cóclea, el cual transforma las vibraciones en impulsos nerviosos, que a su vez son detectadas e interpretadas por el cerebro (Anzaldúa, 2007).

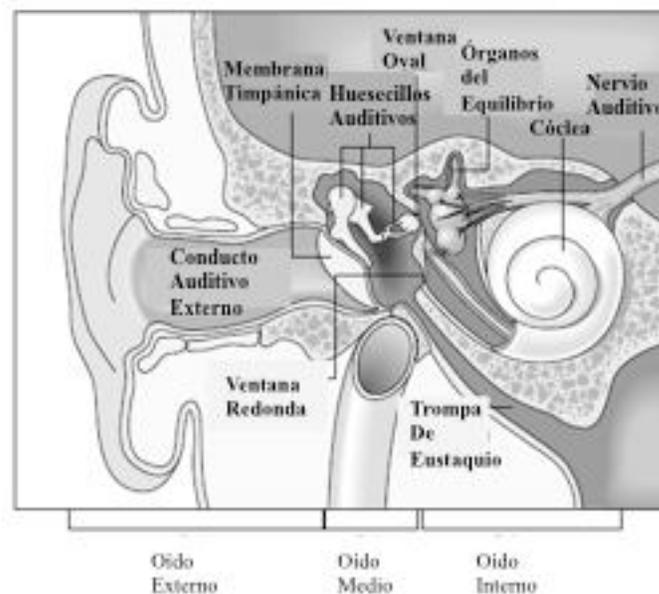


Figura 3. Esquema con las partes del oído, órgano responsable de la percepción auditiva.

Fuente: Clerissi *et al.* (1991).

El sonido se transmite por el aire y por vibraciones. En la conducción aérea del sonido el oído se compone de un sistema de conducción de sonido (el oído medio y externo) y de un receptor (oído interno), las ondas sonoras que atraviesan el conducto auditivo externo inciden sobre la membrana timpánica y la hacen vibrar y por vibraciones, cuando estas son conducidas por los huesos, y esto sucede con los sonidos de la masticación de los alimentos, los cuales suelen ser tomados en cuenta en la evaluación de la textura (Anzaldúa, 2007; Vázquez, 2011; Clerissi *et al.*, 1991).

1.4.5. El gusto

El gusto reside en la lengua (Figura 4), la cual contiene varias protuberancias o gránulos llamados papilas gustativas (Anzaldúa, 2007).

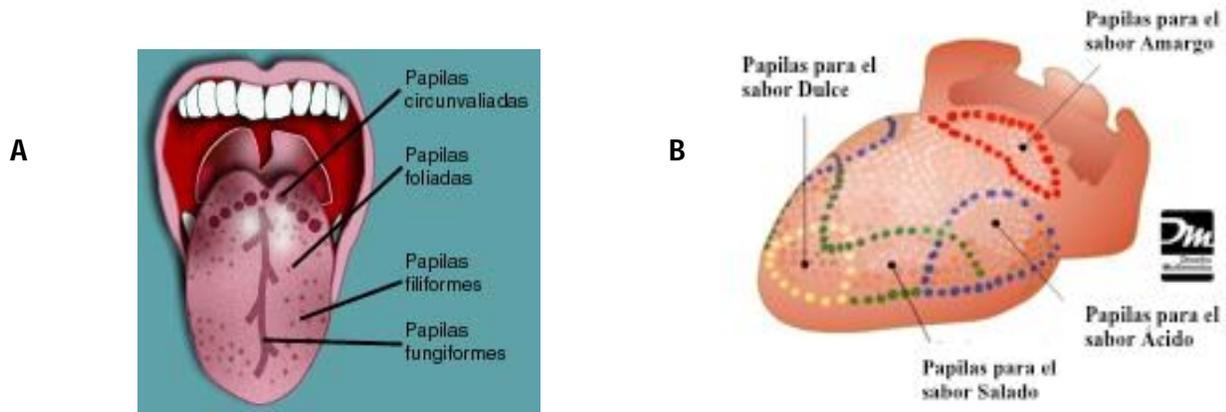


Figura 4. Tipos de papilas gustativas (A) y Zonas de la lengua donde se perciben los gustos básicos (B).

Fuente: Blog Diseño Gráfico y Web (2011).

Al igual que el del olfato es uno de los llamados sentidos químicos, su función principal es identificar a las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos, que percibimos como sabores (Witting, 1996c).

El gusto nos permite distinguir una amplia variedad de alimentos y tiene una importante función protectora, ya que al ingerir alimentos tóxicos, la percepción del sabor amargo hace que la persona rechace la comida (Witting, 1996c).

En la lengua se encuentran los botones gustativos, los cuales se dividen en: receptores y papilas gustativas (Witting, 1996c).

El botón gustativo (receptor) es el órgano del sentido del gusto el cual está formado por tres diferentes tipos de células: las receptoras, las de sostén y las basales. Las células receptoras son las encargadas de la percepción del estímulo, poseen en su punta micro vellosidades que se proyectan hacia el exterior de una abertura en el epitelio lingual y las células de sostén y basales proporcionan soporte a las células receptoras (Witting, 1996c).

Las papilas gustativas se encuentran agrupadas en las paredes de las papilas fungiformes, caliciformes y foliáceas de la lengua. Las papilas fungiformes se encuentran en su mayoría ubicadas en la punta de la lengua y cada una contiene aproximadamente hasta un máximo de 5 botones gustativos. Las caliciformes y foliáceas que contienen miles de botones gustativos, se encuentran localizadas en la parte posterior (V lingual) y en la superficie posterior y externa de la lengua respectivamente (Mott *et al.*, 1993; Witting, 1996c).

En la lengua, se encuentran los gustos primarios, tales como: dulce (sacarosa), salado (cloruro de sodio), ácido (ácidos orgánicos), amargo (cafeína) y umami (glutamato monosódico), también existen otros sabores que no se consideran básicos, sino sensaciones o trigeminales y se presentan en los alimentos con frecuencia como: sensación a metálico (iones metálicos) y sensación astringente (reacción entre proteínas de la saliva y compuestos fenólicos) (Mott *et al.*, 1993; Schiffman, 1994).

El sabor dulce se percibe con mayor intensidad hacia la punta de la lengua, donde se encuentran las células receptoras que detectan los azúcares, glicoles, alcoholes, aldehídos, cetonas, amidas, ésteres o sustancias de naturaleza orgánica que hay en los alimentos, el sabor salado se percibe hacia la parte posterior de la lengua (V lingual) donde se encuentran los receptores que responden a sustancias orgánicas de cadena larga que contienen nitrógeno en su molécula y alcaloides como la quinina, el sabor ácido se percibe en los laterales de la lengua donde los receptores son estimulados por los hidrogeniones de las sustancias ácidas y el sabor amargo se percibe en las papilas caliciformes (Witting, 1996c).

En el umbral gustativo, las concentraciones umbrales a las cuales un receptor responde varía con cada sustancia particular. De esta forma tenemos que la concentración umbral para detectar sustancias amargas y ácidas es mucho menor que para sustancias dulces o saladas (Mott *et al.*, 1993).

La adaptación del gusto a diferencia de los otros sistemas sensoriales donde la adaptación ocurre a nivel de los receptores, en el gusto solo un 50% de la adaptación se lleva a cabo en ellos y el otro 50 % se explica por mecanismos a nivel de sistema nervioso central (Witting, 1996c).

Las anomalías del gusto se describen como ageusia (ausencia completa de la sensación del gusto); hipogeusia (disminución del gusto) y disgeusia (distorsión del gusto). Una de las causas más comunes de hipogeusia es la causada por la congestión nasal debida al resfriado. En los casos de ageusia es importante conocer si la pérdida del sentido del gusto es en toda la lengua, en la mitad derecha o izquierda, o si solo ocurre en los dos tercios anteriores o en el posterior para relacionarlo con el par craneal correspondiente, que pueda estar lesionado (Witting, 1996c; Anzaldúa, 2007; Mott, 1993).

La interpretación de las sensaciones que son enviadas al cerebro por los 5 sentidos se lleva a cabo en dicho órgano. La Figura 5 muestra las zonas del cerebro correspondientes a cada uno de los 5 sentidos. En ambos hemisferios cerebrales hay una zona visual y una zona táctil, mientras que los otros sentidos están limitados a zonas en un solo hemisferio (Anzaldúa, 2007).

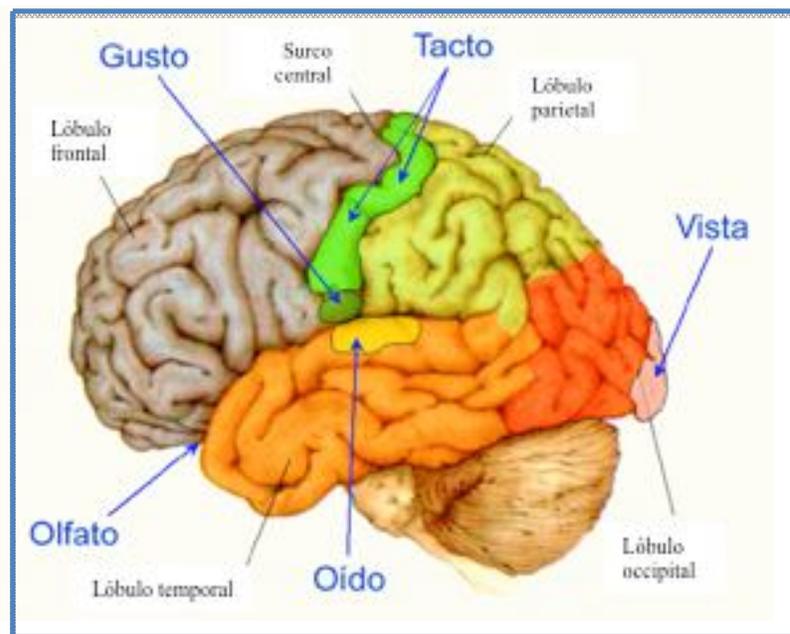


Figura 5. Distribución de los cinco sentidos y percepción de los mismos en el cerebro humano.

Fuente: Blog Diseño Gráfico y Web (2011).

1.5. Las propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido,

mientras que otras son detectadas por dos o más como se muestra en la Figura 6 (Anzaldúa, 2007).

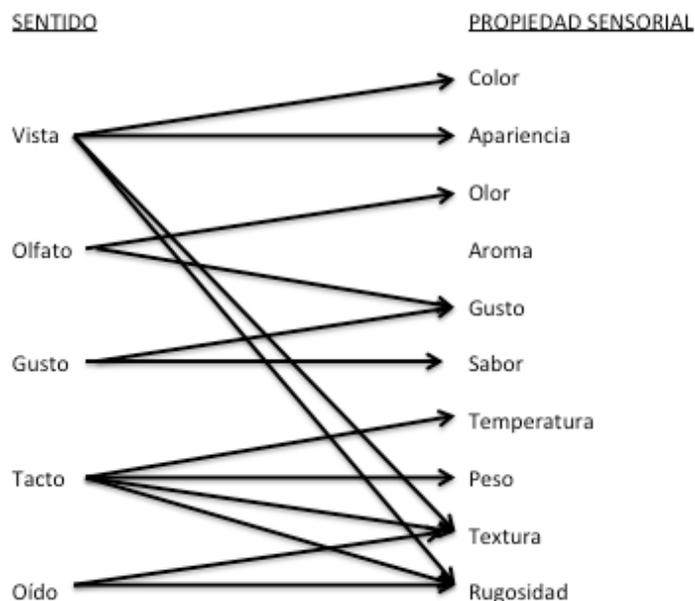


Figura 6. Relación entre los cinco sentidos y las propiedades sensoriales de los alimentos.
Fuente: Anzaldúa (2007).

1.5.1. El color

El color, es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Los objetos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda del visible, mientras que los cuerpos negros no reflejan luz alguna (Anzaldúa, 2007).

El color de un objeto tiene tres características: tono, intensidad y brillo: El tono está determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada. Unos cuantos nanómetros de diferencia significan mezcla con otro color, y por lo tanto, un tono diferente, la intensidad depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del objeto del alimento y el brillo es dependiente de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él (Anzaldúa, 2007).

Existen tres colores simples o básicos llamados también primarios (rojo, amarillo y azul) y de estos se derivan, por combinación, todos los demás tonos que pueden expresarse en el hexágono cromático (Figura 7):

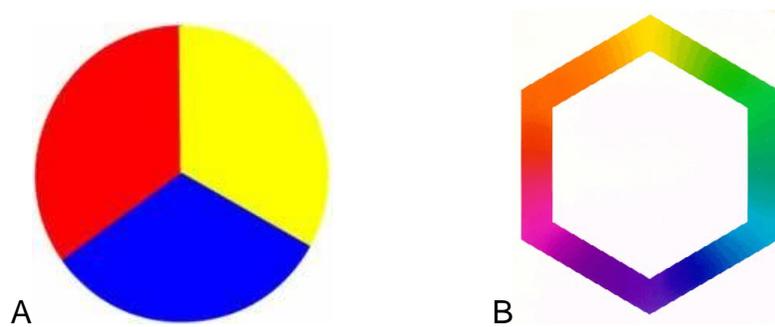


Figura 7. Colores básicos o primarios (A) y los tonos dobles (B).
Fuente: Edison (2011).

Además de los colores simples tenemos los colores dobles, los cuales están formados por mezclas de dos radiaciones simples. Estos colores dobles son tres tonos dobles principales, que están compuestos por mezclas equilibradas de dos radiaciones simples y en el hexágono se colocan en lugares intermedios entre los simples. Hay también seis tonos dobles transitivos, los cuales son transiciones intermedias entre cada dos de los ya descritos (Watts *et al.*, 1995).

Para la evaluación sensorial del color la medición del color puede efectuarse utilizando escalas de color, pero es necesario que la iluminación del lugar de evaluación sea la adecuada y, además, que la luz utilizada no proporcione color adicional alguno a los objetos. Las paredes del cuarto, así como las superficies de las mesas y otros muebles, deben ser de colores neutros, agradables y no deben afectar el estado de ánimo de los evaluadores (Anzaldúa, 2007; Mondino y Ferratto, 2006).

En el enmascaramiento el color interfiere significativamente con las otras propiedades sensoriales. Cuando se realizan pruebas de sabor o textura, un color desagradable puede ser asociado por los jueces, inconscientemente, con un sabor o una textura desagradables, alterando entonces sus respuestas para dichas propiedades. En estos casos es necesario enmascarar al color para evitar su influencia indeseable sobre las respuestas de los jueces. Para ello puede recurrirse a los colorantes artificiales para alimentos. O bien, es posible utilizar luz de algún color tal que impida que los jueces distingan las diferencias de color entre las muestras (Anzaldúa, 2007; Watts *et al.*, 1995).

1.5.2. El olor

El olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos, contradictorios entre sí, en los cuales está involucrado el tiempo. El primero es la persistencia, es decir, que aun después de haber retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor, esto se debe a que las fosas nasales y la mucosa que recubre el interior de estas quedan saturadas de la sustancia volátil. Es por esto que, cuando se llevan a cabo pruebas sensoriales de olor, es muy necesario ventilar bien el lugar de prueba entre las evaluaciones de una y otra muestra (Sancho *et al.*, 1999; Anzaldúa, 2007).

La segunda característica está más bien relacionada con la mente o con la zona olfatoria del cerebro y es que las personas se acostumbran a los olores después de un cierto tiempo. La causa de esto es que el olor produce una impresión muy fuerte en el cerebro, tal que incluso impide a éste que perciba algunos otros atributos; pero después de un cierto tiempo, el mecanismo cerebral restablece la atención hacia los demás sentidos, y por ello se pierde la sensación del olor, o uno se acostumbra a ella (Anzaldúa, 2007; Mondino y Ferratto, 2006).

Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste, que es la relación entre olor y tiempo. Debido a esta última característica del olor las pruebas para la medición de olor deben ser rápidas, para no dar tiempo a que los jueces pierdan la capacidad de evaluar el olor, y no deberán presentárseles demasiadas muestras en una sola sesión (Anzaldúa, 2007; Mondino y Ferratto, 2006).

Además del olor característico de un alimento existen diferentes componentes. Por ejemplo, en una manzana, además del “olor a manzana”, se encuentran notas de olor, tales como “olor dulce”, “olor ácido”, “olor a éter”, etc (Sancho *et al.*, 1999).

En las evaluaciones de olor es importante que no haya contaminación de un olor con otro, por lo que las sustancias o alimentos que vayan a ser evaluados deberán ser mantenidos en recipientes herméticamente cerrados, y deberán usarse de forma tal que su olor pueda evaluarse sin que las otras muestras se contaminen con él, para esto, pueden emplearse tiras delgadas de papel secante llamadas tiras olfativas, o papel filtro, impregnadas con la sustancia olorosa (Anzaldúa, 2007).

1.5.3. El aroma

El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos. Ya que el aroma no es detectado por la nariz sino en la boca, ésta puede quedar insensibilizada a los aromas y sabores por el uso y abuso de tabaco, drogas o alimentos picantes o muy condimentados (Mondino y Ferratto, 2006).

Los catadores de vino, té o café, más que el sabor de las muestras, evalúan el aroma de éstas. Para ello, al probar el alimento suelen apretarlo con la lengua contra el paladar. De esta manera inducen la difusión de las sustancias aromáticas en la membrana palatina y en la mucosa pituitaria y, al hacer esto, también aspiran con la nariz para percibir el olor de las sustancias que se volatilizan desde la boca (Anzaldúa, 2007).

1.5.4. El gusto o “sabor básico”

El gusto es la capacidad que tiene cada juez para detectar los sabores básicos, para después poder dejarles participar en las pruebas de sabor (Sancho *et al.*, 1999).

Si la muestra a probar es una fruta, entonces se requieren jueces que tengan habilidad tanto para la detección del gusto dulce como para percibir la acidez (Mondino y Ferratto, 2006).

El gusto es previo a las pruebas de sabor, ya que es necesario conocer la habilidad de los jueces para la percepción del gusto del alimento, así como la concentración de umbral del gusto para el grupo de jueces. Esta es la concentración mínima a la cual la mayoría de los jueces pueden percibir correctamente el gusto en cuestión (Anzaldúa, 2007).

1.5.5. El sabor

El sabor es un atributo de los alimentos muy complejo, ya que combina tres propiedades: olor, aroma y gusto y por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado (Anzaldúa, 2007).

El sabor de los alimentos se ve influido por el color y la textura, cuando se prueba el sabor de un alimento, para medirlo o comprarlo, es importante enmascarar a las otras propiedades mencionadas, para evitar la influencia de éstas en las respuestas de los jueces, es

dependiente del tiempo ya que hay sabores que se perciben más rápidamente que otros (Anzaldúa, 2007; Echeverría *et al.*, 2008).

Otra característica del sabor relacionada con el tiempo es la persistencia, la cual es conocida también como regusto, es muy importante considerarla, ya que un alimento puede ser aceptado inicialmente por su sabor y gusto agradables, pero posteriormente rechazado por los consumidores debido a algún regusto molesto o desagradable que pudiera sentirse tiempo después de haber terminado de consumir el producto (Echeverría *et al.*, 2008; Mondino y Ferratto, 2006).

1.5.6. Textura

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, vista y oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Sancho *et al.*, 1999).

El tacto nos dará información de si el producto es duro o blando, si se siente que cede bajo la piel o protección o, por el contrario, tiene bastante resistencia. Al mismo tiempo la vista percibirá la deformación y podrá darnos una noción de sus atributos de textura. Si la fruta es deformada aun mas, cortándola o mordiéndola, más atributos de textura empezarán a manifestarse, tales como el crujido, en cuya detección participa el oído además del tacto, la cohesividad de la fruta, su adhesividad, si la tuviera, y se confirmarían las características de dureza y resistencia. El oído nos indicará si el producto es crujiente y jugoso o no, el contacto con la parte interna de las mejillas, así como la lengua, las encías y el paladar, nos permitirá percibir sensaciones de fibrosidad, granulosidad, harinosidad, tersura, aspereza, etc., y al deglutir el alimento, la garganta confirmará la tersura o aspereza (Anzaldúa, 2007).

No sólo los alimentos sólidos tienen textura, sino también los semisólidos y líquidos. En el caso de los líquidos la deformación corresponde a un flujo. Por lo general cuando se trata de alimentos semisólidos, en vez de textura se habla de consistencia y en los líquidos uno se refiere a viscosidad (Echeverría *et al.*, 2008).

Las propiedades o características de textura han sido clasificadas en tres categorías: atributos mecánicos, geométricos y de composición. Los primeros dan una indicación del comportamiento mecánico del alimento ante la deformación y pueden, a su vez, dividirse en primarios y secundarios, los primarios son los que se correlacionan con una propiedad mecánica tal como fuerza deformación o energía, como lo son dureza, cohesividad, viscosidad, elasticidad y adhesividad; mientras que los secundarios son los que resultan de la combinación de propiedades primarias, como lo son fragilidad, masticabilidad y gomosidad; todas descritas en la parte inferior (Anzaldúa, 2007).

Los atributos geométricos son aquellos relacionados con la forma o la orientación de las partículas del alimento, como por ejemplo:

- *Fibrosidad*: Donde predominan fibras macroscópicas (El ergonomista, 2005).
- *Cristalinidad*: Se puede observar cierta transparencia en el producto como dulces y caramelos (López *et al.*, 2001).
- *Porosidad*: Son espacios en el producto destinados para el aire, se hace presente en productos como botanas infladas (Anónimo, 2011).
- *Esponjosidad*: La adición de la levadura provoca la fermentación de la masa antes del horneado, y como consecuencia le proporciona un volumen y una esponjosidad debido a la producción de pequeñas burbujas de dióxido de carbono (CO₂) que se quedan inmersas entre la masa húmeda de la harina (López *et al.*, 2001).

Los atributos de composición son los que aparentemente indican la presencia de algún componente en el alimento, como serían (Anzaldúa, 2007):

- *Dureza*: Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas o entre la lengua y el paladar.
- *Cohesividad*: Grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse.
- *Viscosidad*: Fuerza requerida para pasar un líquido de una cuchara hacia la lengua.

- *Elasticidad*: Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido con los dientes.
- *Adhesividad*: Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca durante su consumo.
- *Fragilidad*: Fuerza con la que un material se desmorona, cruje o se estrella.
- *Masticabilidad*: Tiempo requerido para masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducirla a una consistencia adecuada para tragarla.
- *Gomosidad*: Densidad que persiste a lo largo de la masticación; energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para tragarlo.

Al llevar a cabo las pruebas de evaluación sensorial de textura, lo más importante es que quede claro para los jueces “qué es lo que ellos deben medir” (Hernández, 2007).

En la evaluación sensorial de textura los jueces deben tener, de preferencia, su dentadura completa, sin caries, ya que la presencia de estas o las amalgamas, prótesis y otros medios para corregirlas, afectan la percepción de la textura. Asimismo es importante que la alineación de los dientes y las mandíbulas sea normal. Los defectos tales como el prognatismo (una mandíbula inferior demasiado prominente) pueden redundar en la percepción inadecuada de las características de textura del alimento (Anzaldúa, 2007).

Las funciones del sistema craneomandibular son dos: Innatas (respiración, succión y deglución) y Aprendidas (masticación y fonoarticulación) (Hernández, 2007).

Dentro de las funciones adquiridas tenemos la masticación, la cual se caracteriza por ser condicionada, aprendida y automática (Hernández, 2007).

Las etapas de la masticación se dividen en: incisión, corte y trituración de las partículas grandes y movimiento final y preparación para la deglución (Hernández, 2007).

1.6. Formas de realizar el análisis sensorial

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen dos tipos principales de pruebas: las analíticas y afectivas con sus respectivas subdivisiones mencionadas en la Figura 8 (Anzaldúa, 2007).

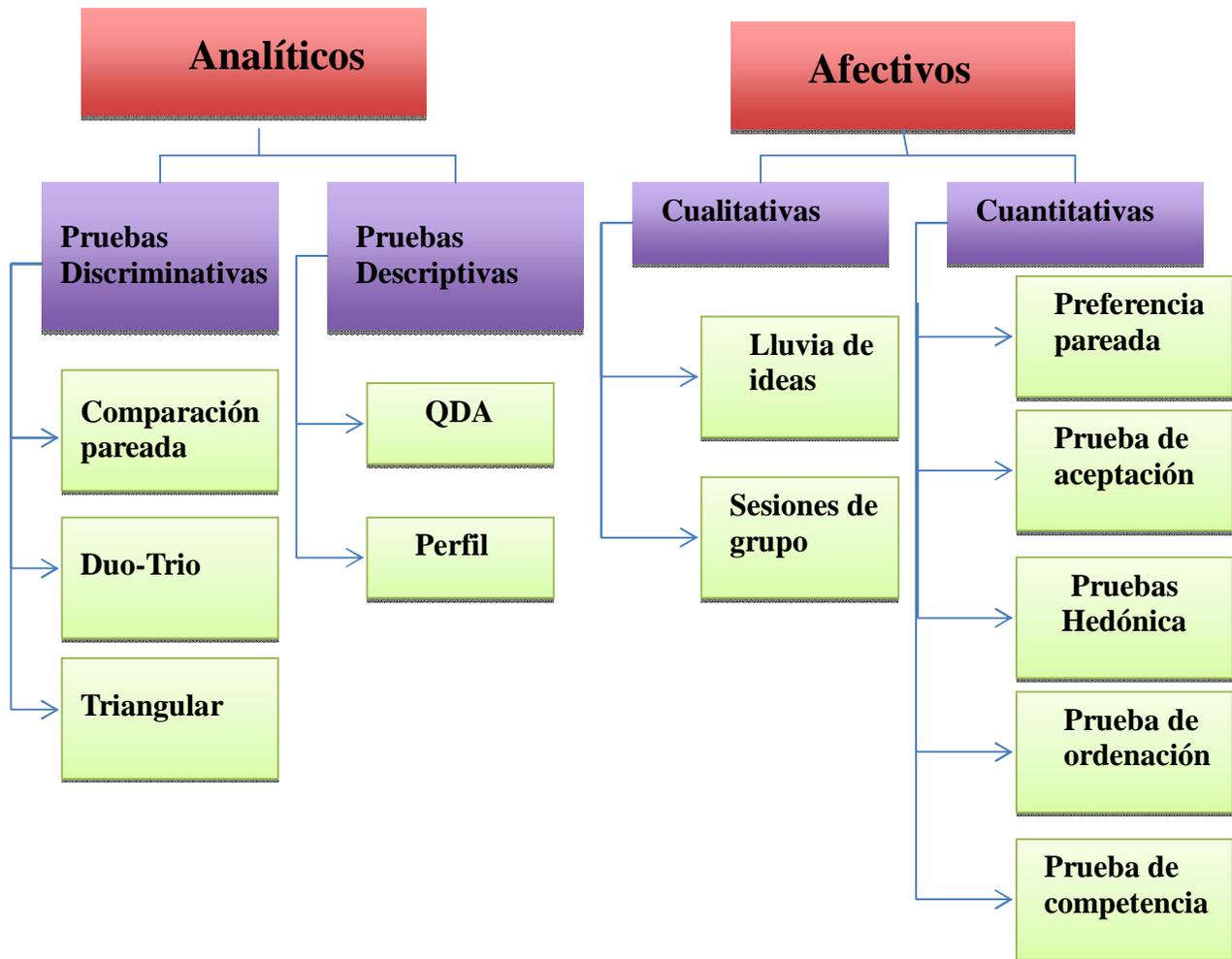


Figura 8. Clasificación de las pruebas sensoriales.
Fuente: Vázquez (2011).

1.6.1. Pruebas descriptivas

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces y no es importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento, por lo tanto, proporcionan mucha más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo, son más

difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado, y la interpretación de los resultados es más laboriosa que en los otros tipos de pruebas (Anzaldúa, 2007).

Algunos tipos de pruebas descriptivas pueden ser el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) y de perfil ya sea de olor, sabor, textura y tiempo (intensidad) (Vázquez, 2011).

1.6.1.1 Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) o Quantitative Descriptive Analysis (QDA) es una prueba capaz de cuantificar las características sensoriales de un producto por medio del uso de un panel altamente entrenado en la percepción de textura, olores y sabores del producto a evaluar (Escamilla, 1997; Vázquez, 2008).

La representación de los datos finales obtenidos del QDA, frecuentemente utiliza las gráficas de “tela de araña” o radiales (Figura 9 y 10). Los datos obtenidos en un QDA siguen una distribución normal, por lo que se usa la estadística paramétrica. Los datos de un QDA deben ser vistos como valores relativos, y no como absolutos (Hernández, 2007).

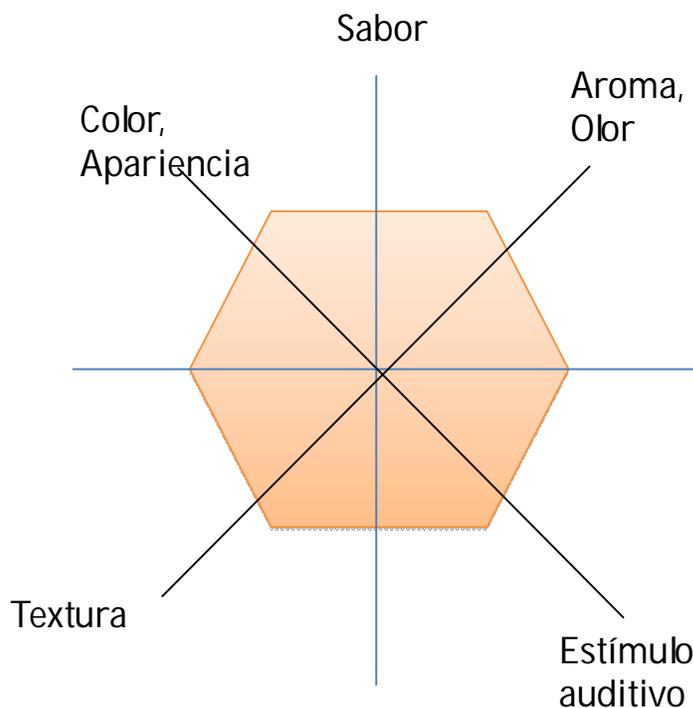


Figura 9. Representación diagrama en general de Análisis Descriptivo Cuantitativo.
Fuente: Vázquez (2011).

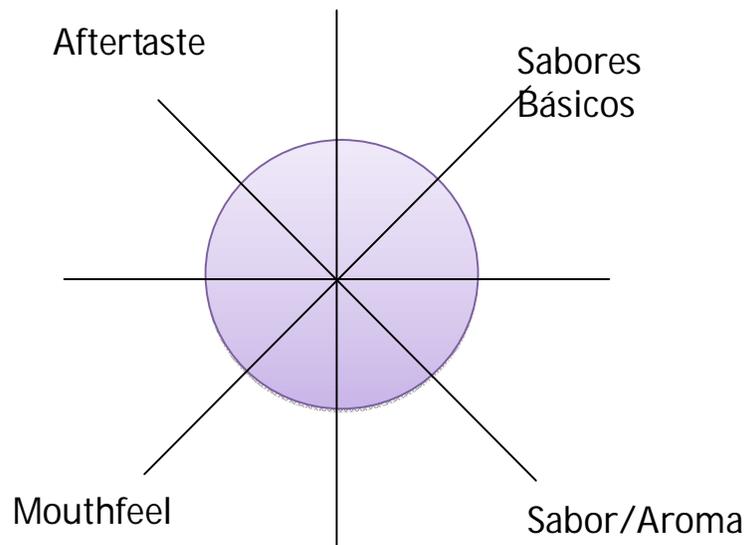


Figura 10. División de perfil descriptivo cuantitativo de acuerdo al orden de aparición de atributos.
Fuente: Vázquez (2011).

Este método emplea panelistas entrenados que identifican y cuantifican, en orden de ocurrencia. Los datos obtenidos, permiten desarrollar modelos multidimensionales apropiados en una forma cuantitativa, que se entienden fácilmente, para realizar un análisis estadístico se realiza un análisis univariado para cada atributo, y se puede utilizar el modelo de varianza para dos rutas, con el cual se evalúa tanto el efecto del panelista como del producto (Hernández, 2007; Vázquez, 2008).

Las características básicas del método son las siguientes (Hernández, 2007):

- Se basa en la introspección, para desarrollar atributos sensoriales, y se aplican pruebas estadísticas formales para proporcionar confiabilidad.
- Se desarrolla el lenguaje en un proceso grupal.
- La selección de los panelistas se basa en su desempeño.
- Todos los datos individuales se colectan en cubículos aislados probando muestras codificadas.
- 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.

En el QDA se 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 tiene las siguientes características: una línea de 15.24 cm de longitud, con puntos de anclaje de 1.25 cm. 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 (Hernández, 2007).

1.6.1.2. Perfil

El perfil de un producto puede ser evaluado a partir de (Vázquez, 2008; Anzaldúa, 2007):

Perfil de olor: Es una técnica para identificar describir y cuantificar los componentes aromáticos de un producto por vía nasal; usualmente en el orden que van apareciendo.

Perfil de sabor: Es una técnica para identificar, describir y cuantificar los componentes del sabor más importantes de un producto por vía retro nasal, incluyendo los sabores básicos y sus interacciones.

En ambos perfiles, individualmente cada panelista hace la evaluación de los atributos gustativos, luego en reunión con el líder del panel se aúnan criterios para establecer el perfil de sabor.

Perfil de textura: Es una técnica para identificar, describir y cuantificar los atributos de textura de un alimento.

Perfil de tiempo o intensidad: Es una técnica para medir los cambios de los atributos de un producto en un tiempo determinado, en la que se obtiene: tiempo de reacción, tiempo total de estímulo, tiempo en alcanzar la máxima intensidad, intensidad máxima, duración de la intensidad máxima e intensidad al final de la prueba.

1.6.2 Pruebas Discriminativas

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay

diferencia o no entre dos o más muestras y en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia (Anzaldúa, 2007; Hernández, 2007).

Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con la calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc. Asimismo, por medio de ellas se puede determinar el efecto de modificaciones en las condiciones del proceso sobre la calidad sensorial del producto y las alteraciones introducidas por la sustitución de un ingrediente (Anzaldúa, 2007).

Para las pruebas discriminativas pueden usarse jueces semi entrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como comparación apareada simple, dúo-trío y triangular; sin embargo para algunas comparaciones más complejas como las comparaciones apareadas de Sheffé o las comparaciones más complejas múltiples, es preferible que los jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular y evaluar la magnitud de la diferencia (Anzaldúa, 2007).

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son las siguientes (Anzaldúa, 2007):

- Prueba de comparación apareada simple
- Prueba triangular
- Prueba dúo trío
- Prueba de comparaciones apareadas de Scheffé
- Prueba de comparaciones simples

1.6.2.1 Prueba de comparación apareada simple

Este método se utiliza cuando el objetivo de la prueba es determinar si existe una diferencia sensorial entre dos productos, la prueba de diferencia simple es efectiva en las siguientes situaciones, para determinar si la diferencia entre productos resulta de un cambio en los ingredientes, el proceso, el empaque, o el almacenamiento y para determinar si existe una diferencia en productos, cuando no se identifica la alteración de algún atributo específico

(Hernández, 2007). En esta prueba se presentan solamente dos muestras al juez y se le pide que las compare en cuanto a alguna característica sensorial (dulzor, dureza, olor, etc.) e indique cual de de las dos tiene mayor intensidad de dicha propiedad (Anzaldúa, 2007).

Tiene la ventaja de que es muy sencilla, el juez no requiere de muchas instrucciones y no tiene que probar muchas muestras, así que no hay riesgo de que fatigue. La probabilidad de acertar por casualidad es muy alta 50% (Anzaldúa, 2007).

Es recomendable dar a los jueces las parejas de muestras colocadas en forma aleatoria; ya que podría existir un efecto en el orden de presentación, y llevando la prueba de esta manera dicho efecto puede ser calculado y eliminado o compensado, y les pide contestar un formato como el que se muestra en la Figura 11 (Anzaldúa,2007).

Los resultados se analizan al comparar el número de respuestas “diferentes” de los pares iguales con el número de respuestas para los pares diferentes, usando la prueba de X^2 (Hernández, 2007).

Nombre: _____	Fecha: _____
PRODUCTO: Refresco	
Pruebe las dos muestras de refresco e indique cuál es la más amarga.	
Pruebe primero la muestra de la izquierda	
Marque con una “X” la muestra más amarga.	
746	419
_____	_____
Comentarios:	
MUCHAS GRACIAS!!!	

Figura 11. Cuestionario para prueba de comparación apareada simple (igual/diferente).

Fuente: Anzaldúa (2007); Hernández (2007); Vázquez (2011).

1.6.2.2. Prueba Dúo-Trío

La prueba dúo-trío, comparada con la prueba de comparación por pares, presenta la ventaja de tener una muestra de referencia. El método se usa para determinar si existe una

diferencia sensorial entre dos muestras. Esta prueba se aplica cuando se dispone al menos de 15 panelistas, generalmente se utiliza para reducir el número de muestras a probar (ISO, 2004).

En esta prueba se le presentan tres muestras al juez, de las cuales una está marcada como “R”, muestra de referencia, y las otras dos están codificadas. Se le dice al juez que una de las otras dos muestras es idéntica a “R” y la otra es diferente, y se le pide que identifique cuál es la muestra diferente en un formato como el de la Figura 12 (Meilgaard, 1999).

La aplicación de esta prueba es similar a la triangular, pero su eficiencia es menor ya que hay un 50% de probabilidad de acierto por casualidad, como en el caso de la prueba de comparación apareada simple (Anzaldúa, 2007).

Nombre: _____	Fecha: _____
Producto: Nueces confitadas	
Frente a usted hay una muestra de referencia, marcada con R, y dos muestras marcadas con claves.	
Una de las muestras es idéntica a R, y la otra es diferente.	
¿Cuál de las muestras marcadas es diferente de R? Márquela con una X	
359	793
Comentarios: _____	

MUCHAS GRACIAS!!	

Figura 12. Cuestionario típico para prueba dúo-trío.
Fuente: Hernández (2007); Anzaldúa (2007).

1.6.2.3 Prueba de comparaciones múltiples

La prueba de comparación múltiple se realiza cuando se tiene un gran número de muestras porque, en vez de llevar a cabo muchas comparaciones apareadas o pruebas triangulares, es posible efectuar la comparación simultánea de varias muestras, refiriéndolas a un estándar, patrón o muestra de referencia. Este método resulta muy útil para evaluar el efecto de

variaciones en una formulación, la sustitución de un ingrediente o cuando hay que evaluar pocos tratamientos, los datos se someten a análisis de varianza y se determina la significancia de cada fuente de variación (Anzaldúa, 2007).

1.6.2.4. Prueba Secuencial

Las pruebas secuenciales economizan el número de evaluaciones requeridas para realizar una conclusión, hasta en un 50%. El tamaño del error tipo II (β) es minimizado para una α específico y un número de juicios (n), en las pruebas secuenciales los valores de α y β se deciden con anterioridad y n se determina al evaluar el resultado de cada juicio sensorial a medida que este va ocurriendo (Pedrero y Pangborn, 1994).

De acuerdo al procedimiento del método seleccionado se conduce a una secuencia de evaluaciones. Los resultados se introducen en una gráfica como lo muestra la Figura 13, en la cual se identifican 3 regiones: la de aceptación, la de rechazo y la de continuación de la prueba. El número de juicios se grafica en el eje de las abscisas y el número de respuestas correctas en el eje de la ordenada (Hernández, 2007).

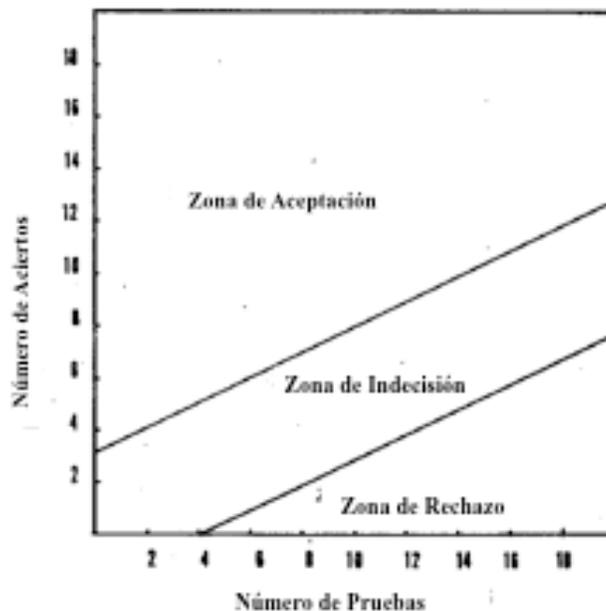


Figura 13. Diagrama tipo del análisis secuencial aplicable a la selección de jueces con pruebas discriminatorias.

Fuente: Costel y Duran (1981).

El análisis secuencial se emplea como un método para seleccionar “objetivamente” un panel de jueces con unas características determinadas en cada caso. Dichos jueces han de emitir sus opiniones sobre las diferencias (cuantitativas o no) encontradas entre varios productos, analizando una (o varias) características que se suponen importantes para la producción de un producto o su comercialización (Pedrero y Pangborn, 1994).

Se pueden considerar cuatro casos en los que el uso de “pruebas secuenciales en la selección de paneles” presenta interés:

- 1) Detección de diferencias: Casos de lanzamiento de un nuevo producto, caso de introducción de alguna modificación en un producto ya existente en el mercado, análisis de efectos de almacenamiento, detección de adulterantes o sustancias extrañas.
- 2) Control de calidad
- 3) Análisis de preferencia de los consumidores
- 4) Evaluación de la calidad: mediante el uso de escalas.

1.6.2.5 Prueba Triangular

La prueba triangular, se usa cuando el objetivo de la prueba es determinar si existen diferencias sensoriales entre dos productos, en situaciones donde el efecto de los tratamientos pudo haber producido cambios, que no pueden ser caracterizados, por uno o dos atributos. La prueba triangular produce fatiga, efectos de arrastre o adaptación (ISO, 2004).

En esta prueba se le presentan tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales, y se le pide que identifique la muestra que es diferente (Figura 14). La eficiencia de esta prueba es mayor que la dúo-trío, ya que la probabilidad de que el juez acierte por casualidad es de solo 33.33 % (Hernández, 2007).

Con el fin de obtener un poco más de información, se incluye en el cuestionario una sección en la que se investiga la magnitud de la diferencia entre la muestra impar y las duplicadas.

Esto puede servir para tener una idea de cual de las muestras que son significativamente diferentes se destacan de las demás; y en el caso que no haya diferencia significativa, cual es el grado aparente de diferencia entre las muestras evaluadas y la muestra control.

En este caso, para interpretar estos valores, se asignan valores numéricos a los grados de diferencia y se calcula el promedio, según la escala de diferencia que haya sido establecida, indicará cuales muestras se distinguen más de la muestra control (Vázquez, 2011).

Nombre: _____

Fecha: _____

Ante usted hay tres muestras sabor chocolate. Dos de ellas son iguales entre sí

Pruébelas e indique cuál es la muestra diferente

MARQUE CON UNA X LA CLAVE DE LA MUESTRA DIFERENTE

542

121

449

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS!!!

Figura 14. Cuestionario típico para las pruebas triangulares.

Fuente: Hernández (2007); Anzaldúa (2007).

1.6.3 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas, son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente personales (Anzaldúa, 2007).

Es necesario, determinar si se desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción, o si también se quiere determinar la aceptación que tiene el producto entre los consumidores, ya que en este último caso los cuestionarios deberán contener no sólo preguntas acerca de la apreciación sensorial del alimento, sino también otras destinadas a conocer si la persona desearía o no adquirir el producto (Hernández, 2007).

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, y estos deben ser consumidores habituales, o potenciales, y compradores del tipo de alimento en cuestión (Anzaldúa, 2007).

1.6.3.1 Prueba de preferencia

En las pruebas de preferencia se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra, es similar a una prueba discriminatoria de comparación apareada simple, pero con la diferencia de que en una prueba de preferencia no se busca determinar si los jueces pueden distinguir entre dos muestras, donde no importan sus gustos personales, sino que se quiere evaluar si realmente prefieren determinada muestra (Anzaldúa, 2007).

La prueba es muy sencilla y consiste nada más en pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere, es importante incluir en el cuestionario (Figura 15) una sección para comentarios para que así uno pueda darse cuenta de por qué los jueces prefieren una muestra en particular, no deben usarse letras ni figuras para codificar las muestras. Pueden usarse números de tres o cuatro cifras, que no le sugieren nada a los jueces (Anzaldúa, 2007).

Producto:_____	Fecha:_____
Pruebe las dos muestras que se le presentan.	
Primero pruebe la muestra marcada con:_____548_____	
Y después la muestra:_____756_____	
INDIQUE CUAL DE LAS DOS MUESTRAS PREFIERE USTED	
PREFIERO LA MUESTRA:_____	
Comentarios:_____	
MUCHAS GRACIAS!!	

Figura 15. Cuestionario para prueba de preferencia.
Fuente: Hernández (2007); Anzaldúa (2007).

Es recomendable incluir instrucciones para que los jueces prueben las muestras en un determinado orden, ya que algunos alimentos dejan impresiones en la lengua o al olfato y ésto puede interferir con la apreciación de la segunda muestra que sea probada. Por ello, es mejor que la mitad del grupo de jueces prueben primero la muestra bajo estudio y después la referencia o target, y que la otra mitad de jueces las pruebe en orden inverso (Hernández, 2007).

1.6.3.2 Pruebas de medición del grado de satisfacción

Las pruebas de medición del grado de satisfacción se realizan cuando se deben evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, puede recurrirse a este tipo de pruebas. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuanto les gusta o les disgusta un alimento (Anzaldúa, 2007; Hernández, 2007).

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas. La palabra “hedónico” significa placer. Por lo tanto, las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban (Anzaldúa, 2007).

Las escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas, y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar.

Las escalas hedónicas verbales: Las escalas hedónicas verbales, son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Deben contener siempre un número non de puntos, y se debe incluir siempre el punto central “ni me gusta ni me disgusta”. A este punto se le asigna generalmente la calificación cero. A los puntos de la escala por encima de este valor se les otorgan valores numéricos positivos, indicando que las muestras son agradables; en cambio, a los puntos por debajo del valor de indiferencia se les asignan valores negativos, correspondiendo a calificaciones de disgusto. Esta forma de asignar el valor numérico tiene la ventaja de que facilita mucho los cálculos, y es posible reconocer al primer vistazo si una muestra es agradable o desagradable (Anzaldúa, 2007; Hernández, 2007).

En la Figura 16 se muestra un cuestionario típico. Los valores numéricos no se indican, si no sólo las descripciones, y el director de la prueba asignará los valores en la forma que se mencionó anteriormente al hacer la interpretación de los resultados.

Producto: _____ Fecha: _____

Indique qué tanto le gusta o disgustan las muestras, según la siguiente escala:

1. Me disgusta muchísimo
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta
4. Me gusta ligeramente
5. Ni me gusta ni me disgusta
6. Me gusta ligeramente
7. Me gusta
8. Me gusta mucho
9. Me gusta muchísimo

Asigne la calificación correspondiente a cada propiedad:

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Apariencia	_____	_____	_____
Color	_____	_____	_____
Olor	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____
Textura	_____	_____	_____

MUCHAS GRACIAS!!!

Figura 16. Cuestionario para la evaluación de grado de satisfacción.

Fuente: Anzaldúa (2007); Hernández (2007).

Cuando se tienen más de dos muestras, o cuando es muy probable que dos o más muestras sean agradables para los jueces, es necesario utilizar escalas de más de tres puntos. Así la escala puede ampliarse a cinco, siete o nueve puntos, simplemente añadiendo diversos grados de gusto. No es conveniente utilizar escalas hedónicas verbales de más de nueve puntos, ya que es muy difícil y subjetivo diferenciar, y entonces no se logra la finalidad de las escalas hedónicas, la cual es precisamente disminuir la subjetividad en las apreciaciones

de los jueces. En los casos en los que se requiera evaluar más muestras, puede recurrirse a escalas hedónicas gráficas (Anzaldúa, 2007).

Las escalas hedónicas gráficas: Las escalas hedónicas gráficas, se usan cuando hay dificultad para describir los puntos de una escala hedónica debida al tamaño de ésta, o cuando los jueces tienen limitaciones para comprender las diferencias entre los términos mencionados en la escala, pueden utilizarse escalas gráficas. Un ejemplo de este tipo de escala es la “escala de caritas”. Esta escala puede ampliarse en algunos casos a 11 e incluso 13 puntos (Kramer y Twigg, 1972 referenciado en Anzaldúa, 2007).

Al utilizar las escalas hedónicas, ya sea gráfica o verbal, se logra objetivizar las respuestas de los jueces acerca de las sensaciones provocadas por un producto alimenticio. Los valores numéricos obtenidos pueden ser tratados como cualquiera otra dimensión física, y por lo tanto pueden ser graficados, promediados, sometidos a análisis estadísticos, etc. (Anzaldúa, 2007).

1.6.3.3 Prueba de Ordenación

La prueba de ordenación sirve para analizar un gran número de muestras, se codifican aleatoriamente y se evalúan al azar, se dan a los jueces tres o más muestras que difieren en alguna propiedad y se les pide que las pongan en orden creciente o decreciente de acuerdo a dicha propiedad (Hernández, 2007).

1.6.3.4 Prueba de competencia

En la prueba de competencia se evalúan todas las características de un producto con el fin de determinar la posición de éste frente a los de la competencia. El catador debe calificar y describir atributos como: olor, sabor, textura y apariencia en general (Vázquez, 2008).

1.6.3.5 Prueba de aceptación

La prueba de aceptación se realiza para saber el deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no sólo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, hábitos, etc. (Thompson, 2004).

Categorías verbales se emplean tales como “me gustaría mucho comprarlo”, “ni me gustaría ni me disgustaría comprarlo” etc., las cuales evalúan la actitud y criterio del consumidor respecto a dicho alimento (Esbensen, 2002).

Con base en las categorías el panelista establece el intervalo que se ajuste a su opinión. La escala hedónica más común es la de 9 puntos, se ha reportado que esta escala es confiable y tiene una alta estabilidad de respuesta, que es independiente de la región y en cierta medida el tamaño del panel (Vázquez, 2011).

1.7 Importancia de la evaluación sensorial en frutas y hortalizas

La vitalidad de los productos frutihortícolas, sus características nutritivas y organolépticas son responsables de la preferencia de su consumo. La búsqueda de la excelencia y la calidad se convierten en metas fundamentales para los productores de alimentos y bebidas. Las exigencias del consumidor actual de productos vegetales se orientan cada vez más por los aspectos cualitativos y éstos prefieren que tengan calidad. Las frutas y hortalizas son organismos biológicos vivientes, por lo tanto luego de su cosecha comienzan a sufrir procesos de deterioro, con la consiguiente pérdida de calidad (Mondino y Ferratto, 2006).

Día con día, en la producción de alimentos se tiene más en cuenta la satisfacción del cliente; así el concepto de calidad ha evolucionado a ser “la capacidad de una organización de satisfacer las necesidades, explícitas e implícitas, que el cliente tenga”. La definición de calidad en productos vegetales puede ser dividida en la calidad orientada al producto y la orientada al consumidor. La importancia relativa de cada componente de la calidad depende del producto y de los intereses individuales del consumidor (Mondino y Ferratto, 2006).

La satisfacción del consumidor está relacionada con la calidad del producto, cuanto más prolongada es la vida de estante peor es la calidad del producto cuando llega a consumidor. Los métodos utilizados para evaluar calidad son: escalas objetivas, basadas en instrumentos de medición y métodos subjetivos, basados en el juicio humano (análisis sensorial) (Mondino y Ferratto, 2006).

La calidad como aceptabilidad por parte del consumidor de un determinado producto está integrada por distintos aspectos recogidos por los sentidos: vista (color y defectos), olfato (olor y aroma), tacto (manual y bucal), oído (tacto y durante la masticación) y gusto (sabor). Todos los aspectos de la calidad, tanto externos como internos, son contemplados y valorados por el consumidor al momento de decidir sobre la adquisición de un producto para su consumo (Mondino y Ferratto, 2006).

La medida de la calidad desde el punto de vista del consumidor, se hace menos tangible y cuantificable. El análisis sensorial se transforma, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores. La calidad ha pasado a ser muchas veces el factor decisivo en la elección de alimentos. Puede presentar algunas limitantes dado que las preferencias de los consumidores varían ampliamente según las perspectivas culturales o demográficas, o incluso el mismo consumidor dependiendo de muchos factores como el uso que le intenta dar al producto (Mondino y Ferratto, 2006).

1.7.1. Calidad en productos vegetales

La calidad en productos vegetales abarca atributos sensoriales, los cuales pueden ser percibidos por los sentidos humanos y atributos ocultos como los relativos a la nutrición y seguridad. La importancia relativa de los diferentes atributos de la calidad puede ir cambiando a medida que el producto recorre los distintos estadios desde la cosecha hasta el consumidor. Es decir que la calidad en productos vegetales puede ser medida a través de, aspectos sensoriales, nutricionales e inocuidad o aspecto que hace a la seguridad alimentaria (Mondino y Ferratto, 2006).

La mayoría de los investigadores en poscosecha, productores y manipuladores están más orientados hacia la calidad del producto, la cual está descrita por atributos específicos del producto en sí mismo como contenido de azúcar, color, firmeza, acidez, entre otros. En cambio, los consumidores, comercializadores y economistas están más orientados hacia la calidad desde el punto de vista del consumidor, la evaluación de la calidad es de fundamental importancia en dos puntos, compra y consumo (Mondino y Ferratto, 2006).

La calidad orientada al producto se define como una serie de atributos seleccionados sobre la base de la precisión de su medida, para esto se utilizan instrumentos analíticos y tiene como ventajas que los datos pueden ser analizados y los resultados reproducidos. Sin embargo, aunque se pueden generar gran cantidad de datos de utilidad, no se pueden validar externamente o extrapolar a conductas del mercado, no se puede saber si las diferencias detectadas en el producto podrán ser percibidas por los consumidores. Se adapta más a satisfacer las necesidades de los distribuidores que a enfatizar la apariencia del producto llevando a extender la vida de anaquel y disminuir los precios a expensas del sabor. Se basa en la percepción humana y la conducta (Mondino y Ferrato, 2006).

Los estudios orientados al consumidor, cuando están bien formulados proveen validez externa, brindan una mejor apreciación del producto en el punto de venta, enfatizan el sabor a expensas de la apariencia con lo que conlleva acortar la vida de estante, aumentar los precios y producir mayores pérdidas. En la medición orientada al consumidor es donde se torna de suma utilidad el análisis sensorial (Mondino y Ferrato, 2006).

En este último caso se pueden realizar distintas pruebas sensoriales dependiendo del objetivo o enfoque que tenga el estudio a realizar. En México existen productos de alta demanda como lo son el café de grano, los productos listos para consumir y los procesados como la mermelada, los cuales por ser de alto consumo provocan que las exigencias del consumidor sean cada vez mayores.

El café de grano es un producto que se caracteriza por la variedad de aroma y sabor dependiendo de su lugar de origen en la República Mexicana, para establecer la diferencia o similitud de perfiles se puede utilizar una prueba analítica la cual se puede aplicar a cualquier producto, sin importar su estado físico, siempre y cuando el objetivo de la prueba sea analizar el comportamiento del producto detectado por medio de los sentidos del consumidor o juez entrenado, para realizar modificaciones en la formulación, empaque, vida de anaquel, o para realizar una comparación. Para llevar a cabo la prueba analítica cuantitativa del producto seleccionado, se debe llevar a cabo un entrenamiento al panel con información teórica del producto en cuestión, que se muestra a continuación.

1.7.1.1. El café en México

El café es un producto 100% natural, que lo hace perecedero, el cual es altamente sensible a la temperatura, el oxígeno del aire, la humedad y olores extraños, por ello la importancia de su estudio organoléptico, siendo el QDA una alternativa para evaluar la calidad del café con objetividad, ya que actualmente la evaluación de éste durante su comercialización es muy subjetiva (Bran *et al.*, 2009; Escamilla, 1997).

Las áreas cafetaleras están situadas en 13 estados del sur, pero están concentradas principalmente en Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla son las zonas en donde se lleva a cabo el mayor cultivo de café, en conjunto producen el 90% de la producción total (Por mis cafés, 2010; Krug, 1969).

Las condiciones climáticas del territorio mexicano son óptimas para el cultivo del cafeto sin importar la especie (*Arábica* y *Robusta*). La mayoría son de origen volcánico y con un contenido variable de arcilla. Casi la totalidad del área cafetalera esta plantada con la variedad “Typica” (Krug, 1969).

Las zonas caficultoras de México, localizadas en el trópico húmedo y sitios escarpados, los climas óptimos son cálidos y semicálidos. En los climas templados o semicálidos húmedos, las temperaturas del suelo son altas, y esto permite la acumulación de materia orgánica favorable que atribuye a la cantidad de minerales en el grano de café. La sombra es responsable de café suave y aromático (Nolassco, 1985).

El medio cafetalero mexicano cuenta con una diversidad de zonas, desde las que se ubican a nivel del mar, hasta aquella que tienen una altitud que rebasan los 900 metros sobre el nivel del mar, lo que permite obtener cafés de altura. Es por eso que las regiones se pueden dividir en tres grupos:

- **Zona Baja:** la altura llega hasta los 600 metros sobre el nivel del mar
- **Zona Mediana:** Se ubica entre los 601 a 900 metros sobre el nivel del mar.
- **Zona Alta:** la que se encuentra por encima de 901 metros sobre el nivel del mar.

El mayor porcentaje de cafetales en nuestro país se sitúa en la zona media, es decir de excelente calidad (Krug, 1969).

1.7.1.2. Composición de la bebida del café

El café contiene una mezcla de componentes químicos, algunos de los cuales no son afectados por el tostado y están relacionados con el aroma de la bebida. Estos componentes químicos son extraídos al contacto con agua en ebullición y se clasifican como componentes del gusto no volátiles (cafeína, trigonelina, ácido clorogénico, ácidos fenólicos, ácidos aminos, carbohidratos y minerales) y componentes del aroma volátiles (ácidos orgánicos, aldehídos, cetonas, ésteres, vitaminas y mercaptanos) (Webventure clients, 1995 citado por Escamilla, 1997).

Las cualidades de la bebida del café las evalúa un catador, al oler y sorber la infusión, siendo esta la parte de la clasificación donde es importante la habilidad personal y la experiencia de éste, el cual requiere de ciertas cualidades naturales, a las que se debe añadir un entrenamiento prolongado que le agudizará los sentidos del gusto y del olfato o bien, le desarrollará una sensibilidad especial para los olores y sabores del café. Las cualidades que el catador evalúa son: aroma, cuerpo, acidez y sabor. El aroma del café es el conjunto de perfumes que surgen de la taza, el cuerpo es la percepción táctil entre la lengua y el paladar; y la acidez y el sabor es la percepción que da la bebida en toda la lengua (Aguilar, 1995 citado por Escamilla, 1997, Illycaffè, 2008).

1.7.1.3 Evaluación sensorial del café

Para la evaluación sensorial de café, se debe preparar una infusión con agua caliente (90-95°C). El examen olfativo de café, se realiza mezclando la bebida para que la capa de crema no impida la difusión del perfume en el aire, y después se acerca la nariz a la taza con delicadeza, sin girarla, se realiza una intensa inspiración de pocos segundos, para posteriormente reconocer un conjunto de notas aromáticas (Illycaffè, 2008).

De forma visual, se observa en un marco de loza blanca que permita observar con mayor nitidez la superficie de la crema: del café, que tiene una trama fina con ligeros surcos estriados y un grosor de 3 a 4 mm, además de un color que va del avellana hacia

tonalidades más intensas. Un café con una crema clara y poco consistente habrá sido extraído durante un tiempo insuficiente, con agua y presión a temperatura demasiado baja, o molido demasiado grueso (Illycaffè, 2008).

Para realizar el examen de sabor, la temperatura ideal es de 65°C, se recomienda que no se altere con otros componentes, es suficiente con un sorbo de pocos mililitros; después se deja fluir el café por toda la cavidad bucal. Las sensaciones van de las papilas gustativas al cerebro, e instintivamente se busca en la boca el equilibrio entre los sabores y la armonía perfecta entre amargo y dulce. Sin embargo, son muchos los factores que influyen en esta armonía, pero sobre todo la especie de café *Arábica*, la que tiene una relación equilibrada entre acidez y amargor, mientras la especie *Robusta* presenta un fuerte componente amargo (Illycaffè, 2008).

1.7.1.4. *Compuestos aromáticos del café*

Las notas que dan origen al aroma, se desarrollan habitualmente durante el proceso del tostado del café, momento durante el cual el grano verde se transforma totalmente, siendo éste de tres grados comerciales (tostado claro, medio y oscuro) apareciendo más de 700 componentes aromáticos distintos. Los aromas del café podemos clasificarlos en frutos secos, acaramelados, achocolatados, jarabes y cereales (Federación española del café, 2008).

Basándose en su origen, los componentes aromáticos del café de acuerdo a su procedencia se dividen en tres grupos (Lingle, 1986 citado por Escamilla, 1997):

Grupo I. Aquellos compuestos que resultan de reacciones enzimáticas que ocurren en el grano del café mientras aún es un organismo vivo, formando principalmente ésteres y aldehídos.

Grupo II. Este grupo contiene compuestos aromáticos que resultan de la caramelización que ocurre durante el tostado. Las categorías de este grupo son: aroma a nuez, caramelo y chocolate. El grupo está compuesto de aldehídos, cetonas, compuestos carbonílicos de azúcares y compuestos tipo pirazina.

Grupo III. A este grupo pertenecen los compuestos aromáticos que resultan de la reacción de destilación seca (quemado) de la fibra del grano, el cual está formado principalmente por compuestos heterocíclicos e hidrocarburos que son menos volátiles y se encuentran sobre todo en los vapores del resabio de café recién preparado. Este grupo comprende tres categorías básicas: terpeno, especia y carbón.

De acuerdo a la percepción de Lingle (1986), establece que el perfil aromático total del café se define como bouquet y que éste está compuesto por cuatro partes distintas.

Fragancia: La fragancia resulta cuando los granos se muelen, la fibra del grano se calienta y se fragmenta, lo que permite que escape bióxido de carbono, el cual al salir, extrae otros materiales orgánicos, arrastrándolos como gases que son predominantemente esterres, los cuales forman la esencia de la fragancia del café (Escamilla, 1997).

Aroma: El aroma se da cuando el café recién molido entra en contacto con el agua en ebullición que hace que el calor del agua cambie parte del material orgánico del café de líquido a gas, los cuales la mayor parte son esterres de mayor tamaño, aldehídos y cetonas que forman la esencia del aroma del café lo cual representa la mezcla más compleja de todo el bouquet (Escamilla, 1997).

Nariz: La nariz se manifiesta cuando el café se sorbe vigorosamente hacia la parte posterior del paladar, material orgánico presente en la bebida en fase líquida cambia a fase vapor. Se libera inmediatamente cualquier material gaseoso atrapado en el líquido estos vapores que son sobre todo compuestos carbonílicos provenientes de los azúcares, forman la esencia del café (Escamilla, 1997).

Resabio: El resabio se detecta al tragar o catar el café, cuando se simula el trago al expeler por la laringe para forzar aire en los pasajes nasales algo del material orgánico más pesado de la bebida se vaporiza. Este conjunto de olores forma la esencia del resabio de café (Escamilla, 1997).

1.7.1.5. Compuestos del sabor del café

El café posee los sabores básicos de dulce (proteínas y carbohidratos), salado (potasio, fósforo, calcio), ácido (clorogénico, cítrico, tartárico, málico) y amargo (cafeína, fenoles,

trigonelina), cuya intensidad depende de factores como zona de cultivo, suelo, cosecha, selección y tostado, entre otros; la cata es el procedimiento que permite encontrar y valorar todas las características sensoriales que definen un café (Bran *et al.*, 2009).

Los sabores no los percibimos inicialmente a la vez, los primeros en aparecer, de forma instantánea, son los dulces, les siguen los salados y ácidos, y por último los componentes amargos, acompañados de algunas notas características del café presentes en el olor, aroma y sabor del café (Tabla 1) (Escamilla, 1997; Federación española del café, 2008; Vázquez, 2011).

Tabla 1. Notas primarias presentes en el olor, aroma y sabor del café.

NOTA	DESCRIPCION
Afrutada	Nota dada por la tierra o zona de desarrollo
Alcohólico	Licor de café
Floral	Rosas
Maderoso	Olor y/o sabor madera
Caramélico	Azúcar quemada
Malta	Malta
Verde	Pasto recién cortado
Tabaco	Hoja de tabaco seca, tabaco o puro
Vainilla	Vainilla
Astringente	Fenoles
Tostado	Tostado del grano
Cocoa	Extracto de cocoa

Fuente: Vázquez (2011).

Generalmente un café con tueste claro tiene un sabor más claro y suave que uno con tueste oscuro. Algunos defectos de sabor y aroma que afectan su calidad, entre los que se encuentran: sabor a humedad, fermentación (degradación de café que va de agrio a putrefacto), terroso (tierra removida), a rancio (oxidación de los aceites propios del café), a viejo (pérdida total o parcial de aroma, sabor y cuerpo), quemado (exceso de tostado en

café) y sucio (mezcla indefinida de defectos); a su vez, el mejor café es aquel que no tiene defectos y se denomina café gourmet (PROFECO, 2001).

1.7.1.6 Productos hortofrutícolas mínimamente procesados:

Para el caso de los productos listos para consumir o mínimamente procesados, la tecnología de envasado ha ido evolucionando con los años. Por lo que en el presente estudio se trabajó con un producto listo para consumir (manzana “Golden” mínimamente procesada) en tres presentaciones de envase, tarrina de PET, bolsa de polietileno de baja densidad y PVDC con diferentes permeabilidades al oxígeno, para determinar si existe diferencias entre productos resultantes por el cambio en la atmósfera en el interior del empaque, para ello el método de prueba discriminativa triangular es efectivo, para determinar si la diferencia entre productos resulta de un cambio en los ingredientes, proceso, empaque, o almacenamiento, para determinar si existe diferencia global en productos, cuando no se identifica la alteración del producto específico y para seleccionar y monitorear panelistas por su habilidad para discriminar diferencias dadas (ISO, 2004).

El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comidas equilibradas, ha provocado la demanda de productos vegetales naturales, frescos, saludables y dispuestos para consumir, como los mínimamente procesados en fresco (MPF), denominados comercialmente de la “cuarta gamma” de la alimentación. Así, la oferta de productos MPF ha aumentado notablemente en los países industrializados, siendo muy competitivos aportando nuevos productos y desarrollando nuevas tecnologías emergentes y sostenibles para garantizar la calidad sensorial, nutritiva y la seguridad (Hernández *et al.*, 2009).

En 2005 Rivera-López y colaboradores (referenciado en Hernández *et al.*, 2010), indicaron que los cambios fisicoquímicos y sensoriales en los productos mínimamente procesados difieren en función del tipo de producto, tratamiento, tipo de corte y temperatura de almacenamiento, por lo que es necesaria su evaluación en el producto de interés.

1.7.1.7. Atmósferas Modificadas

Después de ser cosechadas, las frutas y vegetales frescos continúan sus procesos metabólicos, consumen O₂ y producen dióxido de Carbono y vapor de agua. La

modificación de la atmósfera alrededor del producto se lleva pasivamente por efecto de la respiración y permeabilidad de la película. Cuando el producto fresco es envasado, se llevan a cabo dos procesos simultáneos: la respiración del producto y la permeación de los gases a través de la película plástica. Las características del empaque de las frutas y hortalizas son determinantes para evitar riesgos y prejuicios por oxidaciones, pérdidas de color, por la desecación, la proliferación de masas microbianas y otras contaminaciones en el empaquetado de frutas y hortalizas, así como para protegerlo contra gases y olores (Ospina y Cartagena, 2008).

La técnica de conservación en atmósfera modificada consiste en empaquetar los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de alargar la vida útil del producto. Dependiendo de las exigencias del alimento a envasar, se requerirá una atmósfera con ambientes ricos en CO₂ y pobres en O₂, los cuales reducen el proceso de respiración en los productos, conservando sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas por un mayor tiempo (Ospina y Cartagena, 2008).

1.7.1.8 Preparación del producto

Por último, los productos procesados, han tomado importancia debido a la variedad de productos que se pueden obtener a partir de una materia prima, lo cual amplía la gama y le da la oportunidad al consumidor de elegir el de su agrado, en el presente trabajo se analizó un ejemplo de mermelada de pitaya con el propósito de ampliar el consumo de este producto y activarla en la economía mexicana (Esbensen, 2002), por medio de una prueba afectiva de aceptación, la cual se puede aplicar a cualquier producto que se desee sacar al mercado como nuevo lanzamiento o para competencia de otro, sin importar su estado físico, siempre y cuando el objetivo de la prueba sea analizar el grado de aceptabilidad del producto en cuestión, por medio de los sentidos del consumidor, para así conocer el mercado (heavy users) y realizar modificaciones del producto en caso de necesitarlos, basadas en el juicio del consumidor o en su defecto tener un respaldo de datos que asegure el producto tendrá éxito y no generará pérdidas a la empresa.

Si no existen condiciones idóneas para el almacenamiento o comercialización del producto fresco, muchos productos hortícolas pueden ser procesados mediante el uso de tecnologías básicas. Existe una amplia gama de métodos de procesado que pueden usarse a pequeña escala como son la deshidratación, fermentación, enlatado y preparación de conservas y jugos (zumos). Frecuentemente la fruta se conserva en azúcar o en jugo (zumo). La preservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamientos que prolonga la vida útil de aquellos, manteniendo, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo (Esbensen, 2002).

La aplicación de diversos tratamientos puede influir en un mayor éxito en la preparación de los productos elaborados mínimamente procesados. Una vez seleccionada la variedad idónea, es necesario conocer el comportamiento fisiológico del producto cortado. Es bien conocido que en general, la tasa respiratoria y emisión de etileno de las frutas y hortalizas aumenta en proporción a la extensión del daño y división del producto entero, por lo tanto, a la intensidad del estrés.

Antes del envasado conviene asegurar que no aumente la temperatura del producto, lo cual suele ser muy frecuente debido a las etapas de proceso por las que pasa el producto y resulta muy perjudicial en el comportamiento dentro del envase bajo atmósferas modificadas (Hernández *et al.*, 2009).

1.7.1.9. Conservación mediante la adición de azúcar

La adición de azúcar se usa fundamentalmente en la elaboración de mermeladas, jaleas y dulces. Esto involucra hervir la fruta, adiconar el azúcar en cantidades variables dependiendo de la fruta y el producto a preparar, y continuar hirviendo hasta que alcance el nivel de sólidos solubles que permita su conservación. La adición de azúcar más ciertas sustancias de las frutas producen la consistencia de gel que conforma la textura de las mermeladas y jaleas. Para lograr esto es necesario que exista un nivel de acidez y un porcentaje de azúcar adecuados. Algunas frutas no tienen la sustancia llamada pectina en cantidad suficiente para formar el gel adecuado, en cuyo caso es necesario agregarles una pectina exógena. Durante el proceso de hervir la fruta con el azúcar, la sacarosa que es el

azúcar agregado se desdobra en parte en sus componentes, fructosa y glucosa, lo que permite dos importantes efectos en el producto, mayor solubilidad que evita la cristalización y, por otra parte, un mayor dulzor. Este proceso se denomina inversión de la sacarosa (Figuerola y Rojas, 1993).

Las mermeladas y los otros productos nombrados se conservan debido a un principio denominado actividad de agua. La actividad de agua es la disponibilidad de agua libre para reaccionar y permitir el desarrollo de los microorganismos. Mientras menor sea la actividad de agua, menor la incidencia de reacciones deteriorantes y microorganismos. El nivel de agua en las mermeladas permite el desarrollo de mohos. De esta manera, si se desea conservar el producto se debe contar con el uso de vacío en su envasado, mediante el llenado en caliente o, el uso de sustancias químicas fungistáticas, como benzoato de sodio y sorbato de potasio, que impiden el desarrollo fungoso (Figuerola y Rojas, 1993).

1.7.1.10. Frutas no tradicionales

Las frutas tropicales han comenzado recientemente a proliferar con una gran variedad en los mercados siendo hasta ahora desconocidas para muchos. Las frutas exóticas no tradicionales tienen un consumo limitado tanto en el mercado interno como en el extranjero, por ello se considera conveniente explotar esos nichos de mercados. El enfoque realizado a las frutas no tradicionales genera una ventaja competitiva en el mercado por ser pioneros en la elaboración y distribución de dichas mermeladas (López *et al.*, 2010).

1.7.1.11. La Pitaya

La pitaya es un fruto exótico que tiene un alto índice de exportación el cual puede ir en aumento dada su mayor aceptación por los mercados nacionales e internacionales gracias a su exótico sabor dulce y refrescante, además de sus propiedades biofuncionales y medicinales (Patiño y Rodríguez, 2003).

Esta fruta solo se encuentra en ciertas épocas del año debido a los requerimientos de producción, es difícil consumirla en fresco y activar de manera significativa el movimiento de esta en la República, por lo tanto se utilizó la fruta procesada en mermelada, ya que, los

productos procesados tienen larga vida de anaquel y por lo tanto es una manera alternativa de conservar los productos vegetales para ampliar su consumo además de crear una gama de productos accesibles, se busca no alterar de manera significativa el perfil de sabor correspondiente al producto vegetal en cuestión, por lo tanto es importante realizar análisis sensorial del producto para evitar el rechazo por parte del consumidor y procurar mantener el perfil de olor y sabor del fruto (Patiño y Rodríguez, 2003).

1.8. Requerimientos físicos para un laboratorio de evaluación sensorial

El área de prueba debe ser de fácil acceso a los panelistas. El laboratorio debe poseer aire acondicionado, y en algunos casos es deseable controlar la humedad relativa del aire. Los panelistas no deben entrar al área de preparación, ya que podrían adquirir información, que influirá en sus juicios. Se recomienda un color liso claro en las paredes de forma que se cree una atmósfera de distinción (AENOR, 2010; Hernández, 2007).

El local se mantendrá continuamente en condiciones térmicas e higrométricas agradables. Se recomienda temperatura de 20 – 22°C y un estado higrométrico de 60 a 70 % de HR. (AENOR, 2010).

Las cabinas de análisis sensorial se situarán en el local una al lado de otra. Todas las cabinas serán idénticas entre sí y estarán separadas unas de otras por mamparas lo suficientemente altas y anchas para aislar a los catadores una vez sentados. Las cabinas se pueden construir de cualquier material apropiado y de fácil conservación, los asientos previstos en cada cabina serán cómodos y de altura regulable. También hay que prever en cada cabina alumbrado individual regulable en dirección, intensidad y color (AENOR, 2010).

Las dimensiones del local deberán ser lo suficientemente espaciales para permitir la instalación de 10 cabinas (Figura 17), y también la preparación de las muestras (Hernández, 2007).

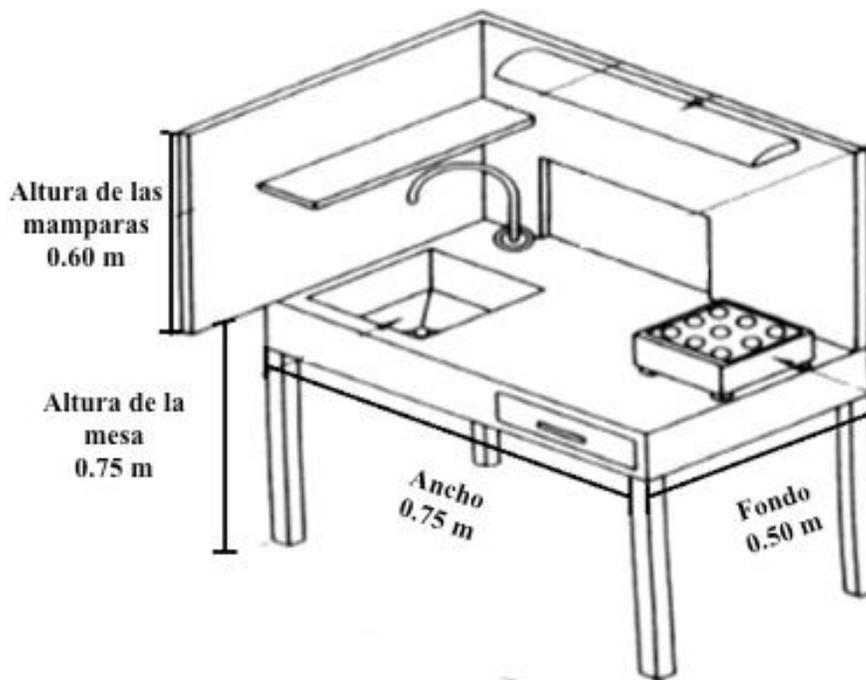


Figura 17. Cabina sensorial con medidas incluidas.

Fuente: Infoagro (2011); AENOR, (2010).

La superficie de la mesa debe ser de fácil limpieza; una parte de ella se puede reservar para ubicar una tarjeta provista de agua corriente potable. Si esto no es posible, el espacio se reservara para colocar una escupidera. Es conveniente instalar un dispositivo para facilitar la presentación de las muestras. Este puede ser en forma de corredera, de torno vertical u horizontal (Hernández, 2007).

El área de preparación de las muestras deberá tener un buen sistema de ventilación, para remover los olores de la cocina. Deberá existir una estufa, y un espacio adecuado con gabinetes, para la preparación de las muestras que serán servidas (Hernández, 2007).

A los panelistas se les proporciona un agente para realizar un enjuague oral entre las muestras. El agua insípida, a temperatura ambiente, es ampliamente utilizada en las pruebas sensoriales. Cuando se evalúan muestras grasosas, el agua tibia es agente de enjuague más efectivo. Las galletas saladas y el pan son utilizados para remover los sabores de la boca. El enjuague se combina con un periodo de reposo de algunos 2-3 minutos; este tiempo siempre debe ser constante a través de las pruebas (Hernández, 2007).

1.9. Utilidad y principales áreas de aplicación del análisis sensorial

Las utilidades del análisis sensorial son numerosas y dentro de ellas es posible mencionar: (Mondino y Ferratto, 2006).

- Caracterización hedónica de productos realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos.
- Comparación con los alimentos competidores del mercado con un propósito claro: marcar las preferencias del consumidor.
- Establecimiento de criterios de calidad: desarrollo de un perfil sensorial
- Control del procesado de fabricación. Un análisis sensorial metódico y planificado, resulta de especial interés cuando se ha modificado algún ingrediente o materia prima o simplemente se dan cambios en las condiciones de procesamiento.
- Verificación del desarrollo del producto. El estudio organoléptico en cada etapa o punto crítico de la fabricación puede ayudar a subsanar problemas, de forma rápida y eficaz.
- Vigilancia del producto integrando aspectos como la evaluación de su homogeneidad, su vida útil y comercial y la posibilidad de exportarlo, conservando íntegras sus cualidades sensoriales.
- Medición de la influencia de almacenamiento: temperatura, tiempo de elaboración y condiciones de apilamiento.

El análisis sensorial sirve de manera general para (Villarroel *et al.*, 2003; Vázquez, 2009):

- Desarrollo de nuevos productos
- Evaluación de productos del mercado
- Control de calidad

-
- Mejorar procesos productivos
 - Establecer tiempos de vida útil en productos
 - Estudio de los efectos de materias primas
 - Investigación de mercados
 - Asistencia a clientes
 - Determinar efectos de transporte y almacenamiento
 - Mejorar productos existentes

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

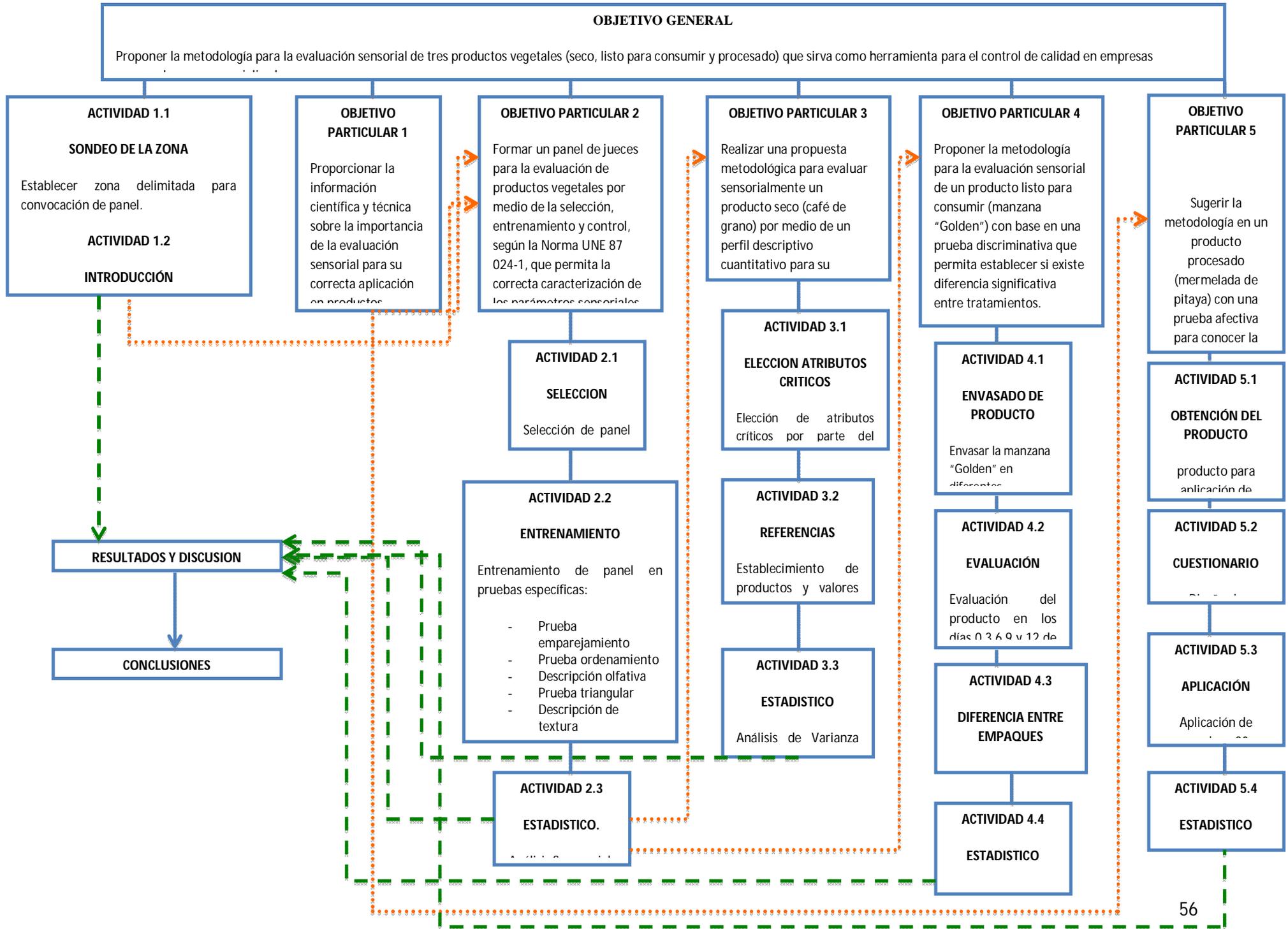
Proponer la metodología para la evaluación sensorial de tres productos vegetales (seco, listo para consumir y procesado) que sirva como herramienta para el control de calidad en empresas procesadoras y comercializadoras.

2.1.1 *Objetivos Particulares*

1. Proporcionar la información científica y técnica sobre la importancia de la evaluación sensorial para su correcta aplicación en productos vegetales.
2. Formar un panel de jueces para la evaluación de productos vegetales por medio de la selección, entrenamiento y control, según la Norma UNE 87 024-1, que permita la correcta caracterización de los parámetros sensoriales evaluados.
3. Realizar una propuesta metodológica para evaluar sensorialmente un producto seco (café de grano) por medio de un perfil descriptivo cuantitativo para su caracterización.
4. Proponer la metodología para la evaluación sensorial de un producto listo para consumir (manzana “Golden”) con base en una prueba discriminativa que permita establecer si existe diferencia significativa entre tratamientos.
5. Sugerir la metodología para determinar si un nuevo producto (mermelada de pitaya) adquiere aceptabilidad e intención de compra por parte del consumidor.

3. Materiales y Métodos

Cuadro Metodológico



3. Materiales y Métodos

3.1. Selección de panel de jueces

El panel de jueces se conformó por 18 elementos seleccionados por medio de una convocatoria realizada a través de carteles y volantes; delimitando la selección a una área geográfica (Cuautitlán Izcalli, Edo. de México en la Facultad de Superiores Cuautitlan, Campo 1 y 3) y se aplicó un cuestionario inicial con preguntas generales (Anexo 1).

3.2. Entrenamiento de panel de jueces

El entrenamiento de los jueces consistió en establecer la detección y el reconocimiento de sabores y olores por medio de varias pruebas como:

Prueba de emparejamiento: Se presentaron 11 muestras codificadas con los 5 sabores básicos a dos diferentes concentraciones en orden aleatorio (Tabla 2 y Anexo 2) y se les pidió a los candidatos probar en orden indiferente las muestras, identificar el sabor básico que corresponde e identificar la mayor y menor concentración de cada sabor (Vázquez, 2011; AENOR, 2010).

Prueba de ordenamiento: En esta prueba se presentó a los candidatos, en un orden aleatorio, 4 muestras que tuvieron el mismo sabor, pero intensidad diferente (Tabla 3) y se les pidió que las clasificaran en orden de intensidad creciente (AENOR, 2010).

Aptitud para la descripción olfativa: En esta prueba se presentaron 13 estímulos olfativos, relacionados con los productos a evaluar (Tabla 4 y Anexo 4). Las muestras se prepararon en frascos inodoros con tapón de rosca, coloreados, con 50 a 100 ml de capacidad; los productos se absorbieron en parafina inodora. Los candidatos inhalaban lo suficiente en el espacio de cabeza del interior de cada frasco y comprobaron el olor (AENOR, 2010).

Tabla 2. Concentraciones de sabores básicos para prueba de emparejamiento con sus respectivos códigos.

Código	Sabor	Concentración (%)
837	Dulce	1.5
271		2
96	Ácido	0.03
474		0.05
612	Umami	0.03
329		0.06
504	Amargo	0.05
648		0.07
265	Salado	0.10
703		0.20
938	Neutro	AGUA

Fuente: AENOR (2010).

Tabla 3. Concentraciones de ácido cítrico para prueba de ordenamiento con sus respectivos códigos.

Código	Ácido cítrico (%)
966	0.1
183	0.15
438	0.22
775	0.34

Fuente: AENOR (2010).

Tabla 4. Químicos aromáticos para prueba olfativa con sus respectivos códigos.

Código	Nota	Descripción
230	anisada	anethol
507	plátano	isoamil acetato
896	limón	citral
146	queso	ácido butírico
73	canela	aldeído cinámico
375	rosas	phenethyl alcohol
440	cereza	benzaldeido
648	fresa	butirato de etilo
294	champiñón	octen 1,3 ol eugenol
953	clavo	eugenol
132	jitomate	metional
461	coco	octalactone

Continuación Tabla 4. Químicos aromáticos para prueba olfativa con sus respectivos códigos.

Código	Nota	Descripción
719	verde	hexenol cis 3
732	hojas de té	linalool
500	floral	geraniol

Fuente: Vázquez (2011).

Prueba Triangular: En esta prueba, al panel de jueces se les presentaron 6 muestras codificadas en dos sets diferentes (Figura 19), se le pidió probar de izquierda a derecha y de adelante hacia atrás, anotar en el formato el orden de ambos sets y probar las muestras e indicar ¿cuál fue diferente? y ¿por qué? (Vázquez, 2011; AENOR, 2010).

Nombre: _____	Fecha: _____
Ante usted hay tres muestras de sabor vainilla. Dos de ellas son iguales entre sí	
Pruébelas e indique cuál es la muestra diferente	
MARQUE CON UNA X LA CLAVE DE LA MUESTRA DIFERENTE	
542	121 449
542	121 449
Comentarios: _____	

Figura 19. Cuestionario típico para las pruebas triangulares

Prueba de descripción de textura: En esta prueba se presentaron a los candidatos una serie de productos tanto líquidos como sólidos (Tabla 5), en un orden aleatorio y se pidió que describieran sus propiedades de textura. Las muestras sólidas (manzana, zanahoria, apio, jitomate, naranja y mermelada de fresa) se presentaron en trozos del mismo tamaño, y las muestras líquidas (néctar de durazno, café, chocolate con leche y puré de frutas tropicales) en recipientes opacos (AENOR, 2010).

Uso de Escalas: En esta prueba, los candidatos reconocieron los conceptos de clasificación con ayuda de: clasificación en categorías, escalas de intervalo y escalas proporcionales, ordenando la intensidad de una propiedad concreta como: dureza, viscosidad, crujido, desmoronamiento, pegajosidad, jugosidad, harinosidad y tersura (Tabla 5) (Anzaldúa, 2007). Falta citar las tablas 6,7,8,9,

Tabla 5. Escala estándar para la medición del grado de dureza en alimentos mexicanos

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
DUREZA			
1	Mazapán	De la Rosa	¼ pieza
2	Malvavisco	Great Value	½ pieza
3	Gomita	Ricolino	1 pieza
4	Pan Blanco	Bimbo	¼ pieza
5	Pan tostado	Bimbo	¼ pieza
6	Chicloso	Bocati	1 pieza
7	Chicloso duro	Coronado	1 pieza
8	Caramelo duro	Marca Libre	1 pieza

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 6. Escala estándar para la medición del grado de viscosidad en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra (ml)
Viscosidad			
1	Agua	-	10
2	Jarabe °10 Bx	-	10
3	Jarabe 20° Bx	-	10
4	Jarabe de Maíz	Karo	10
5	Miel de abeja	Carlota	10
6	Leche condensada	Nestlé	10

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 7. Escala estándar para la medición del grado de crujido en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
Crujido			
1	Galleta nieve	Gamesa	½ pieza
2	Fritos (fritura de maíz)	Sabritas	1 pieza
3	Fritura de harina (chicharrón)	Sabritas	1 pieza
4	Buñuelos	Bimbo	¼ pieza

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 8. Escala estándar para la medición del grado de desmoronamiento en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
Desmoronamiento			
1	Gomita	Gamesa	1 pieza
2	Galleta sándwich	Emperador	½ pieza
3	Galleta salada	Nabisco	1 pieza
4	Galleta nieve	Gamesa	½ pieza
5	Mazapán	De la Rosa	¼ pieza
6	Polvorón	Marinela	1 pieza

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 9. Escala estándar para la medición del grado de pegajosidad en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
Pegajosidad			
1	Malvavisco	Great Value	½ pieza
2	Gomita	Ricolino	1 pieza
3	Chicloso suave	Bocati	1 pieza
4	Chicloso duro	Coronado	1 pieza

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 10. Escala estándar para la medición del grado de jugosidad en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
Jugosidad			
1	Chocolate en polvo	Morelia	10 g
2	Polvorón	Marinela	½ pieza
3	Pan tostado	Bimbo	¼ pieza
4	Jícama	-	1 pieza pequeña
5	Limón	-	½ pieza

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 11. Escala estándar para la medición del grado de harinosidad en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
Harinosidad			
1	Manzana	Golden	¼ pieza
2	Pera	-	¼ pieza
3	Tortilla de maíz	Ochoa	¼ pieza
4	Puré de papa	Maggi	10 g

Fuente: Anzaldúa (2007).

Tabla 12. Escala estándar para la medición del grado de tersura en alimentos mexicanos.

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
Tersura			
1	Chocolate en polvo	Morelia	10 g
2	Pan tostado	Bimbo	¼ pieza
3	Mazapán	De la Rosa	¼ pieza
4	Panqué	Bimbo	¼ pieza
5	Caramelo duro	Coronado	1 pieza
6	Flan	Danone	10 g

Fuente: Anzaldúa (2007).

Desarrollo y uso de descriptores: En esta prueba se presentaron series de productos simples (Tabla 13) y se les pidió que desarrollaran un vocabulario que les permitiera describir las características sensoriales, especialmente los términos que permitan diferenciar las muestras.

Tabla 13. Sustancias utilizadas para entrenamiento descriptivo con la textura más comúnmente asociada con los productos.

Sustancia	Textura más comúnmente asociada con el producto
Naranja	Jugosa, partículas celulares
Pera limonera	Arenosa
Azúcar granulada	Cristalina, gruesa
Chocolate en taza	Espesa
Polvorón	Desmenuzable
Apio	Fibrosa
Zanahoria cruda	Crocante, dura

Fuente: AENOR (2010).

3.3. Análisis Secuencial

Para realizar la selección de jueces fue necesario aplicar un método estadístico, en este caso el análisis secuencial, que se llevó a cabo por medio de la aplicación de diez pruebas discriminativas triangulares. Con esto se calificó la capacidad de los jueces para detectar diferencias entre muestras a bajas concentraciones, con base en la ubicación que tuvo cada juez en la gráfica secuencial (Aceptación o rechazo).

3.4. Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Para el QDA se utilizó el panel de jueces (previamente entrenado, ver apartado 4.2) y café de grano, procedente de diferentes zonas de la República Mexicana (Tabla 14). Para la elección de atributos críticos, se presentaron al panel los atributos mencionados por Escamilla (1997) como: tortilla quemada, ácido, amargo, haba tostada, humo, entre otros (Tabla 15) y se pidió que eligieran los atributos presentes en los cafés evaluados, posteriormente por medio de una discusión del panel se eligieron los atributos críticos con su respectiva referencia (Tabla 16).

Tabla 14. Cafés establecidos para evaluación.

Código Interno	Marca	Variedad	Lugar	Tostado	Altura (msnm)
A	Rojo Pasión	Typica	Atoyac, Guerrero	Medio	1000
B	Pecora		Boca del Monte, Veracruz		960
F	Zapoteco		Sierra Juárez, Oaxaca		1300
G	-----		Hacuilotepec, Puebla		1200 – 1400

Tabla 15. Atributos propuestos por Escamilla (1997).

Atributo	Descripción	Referencia	Valor en la escala
Aroma: Ceniza	Recuerda el aroma de los ceniceros después de haber sido usados. Marlboro.	Un cenicero de barro con residuos de cigarros	12
Tabaco	Describe el aroma de la hoja seca de la planta de <i>Nicotiana tabacum</i> .	Tabaco de cigarro	10
Humo	Recuerda el olor que se produce al ahumar carne.	Solución de olor a humo al 1%	10
Café Añejo	Conjunto de aromas del café puesto a temperatura ambiente por tiempo prolongado.	Café del tipo Pacamara puesto a temperatura ambiente durante una semana.	10
Chocolate	Describe el aroma del chocolate puro.	Chocolate abuelita.	10
Tierra Húmeda	Describe el olor característico de la tierra recién mojada.	Tierra Mojada	8
Garbanzo Tostado	Describe el aroma que despiden los garbanzos cuando estos se están tostando.	Garbanzo tostado por cinco minutos en un comal a fuego lento.	6
Dulce	Describe el aroma dulce de los azúcares del café que se volatilizan al contacto con el agua caliente.	Azúcar Mascabado.	10
Haba Tostada	Describe el aroma que se desprende al aplicar una torrefacción a las habas.	Habas tostadas por cinco minutos en un comal a fuego lento.	8
Ácido	Describe el aroma de los ácidos disueltos presentes en el café.	Soluciones de ácido acético 0.05 y 1% respectivamente.	5 y 10.

Tabla 15. Atributos propuestos por Escamilla (1997).
(Continuación)

Atributo	Descripción	Referencia	Valor en la escala
Trigo Tostado	Describe el aroma que se despide cuando es tostado el trigo o algún otro cereal.	Trigo tostado por 5 minutos en un comal a fuego lento.	8
Tortilla Quemada	Describe el aroma que despide una tortilla que se está quemando.	Tortilla quemada por 5 minutos en un comal a fuego lento.	8
Sabor: Amargo	Uno de los gustos básicos debido a la cafeína presente en el café después de probarla.	Soluciones de cafeína al 0.06 y 0.4%.	4 y 12
Ácido	Uno de los gustos básicos que describe el aroma de los ácidos orgánicos presentes en el café.	Habas tostadas por cinco minutos en un comal a fuego lento.	8
Ácido	Describe el aroma de los ácidos disueltos presentes en el café.	Soluciones de ácido cítrico al 0.01%.	5.5
Tortilla Quemada	Describe el sabor de boca que queda al comer tortilla quemada.	Tortilla quemada por 5 minutos en un comal a fuego lento.	12
Haba Tostada	Sabor que queda en la boca después de comer haba tostada.	Haba tostada por 5 minutos en un comal a fuego lento.	10
Humo	Describe el aroma y sabor que se percibe en la boca cuando están ahumando carnes.	Solución de humo al 1%	10
Dulce	Uno de los gustos básicos que describe el aroma de los ácidos orgánicos presentes en el café.	Solución de sacarosa al 0.01%	6

Tabla 15. Atributos propuestos por Escamilla (1997).
(Continuación)

Atributo	Descripción	Referencia	Valor en la escala
Tabaco	Ver Aroma.	Tabaco de cigarros.	10
Astringente	Sensación de agarre en la boca, después de que es bebido el café	Solución de ácido tánico al 0.06%	8
Textura: Cuerpo	Describe la resistencia al flujo de la bebida al sorberla con la lengua.	Soluciones azucaradas al 3 y 5%	3 y 5

Fuente: Escamilla (1997).

3.5. Prueba discriminativa triangular

Para esta prueba se utilizó manzana “Golden” mínimamente procesada tratada con antioxidantes (ácido cítrico y ácido ascórbico) y se envasada en tres diferentes materiales con diferentes permeabilidades a los gases: tarrina de PET, bolsa PEBD y bolsa de PVDC. Posteriormente con la prueba triangular se evaluó a diferentes tiempos de almacenamiento (0, 4, 8 y 12 días) si existió diferencia por el tipo de envase, utilizando el siguiente formato (Figura 20)

Nombre: _____ Fecha: _____

Ante usted hay tres muestras. Dos de ellas son iguales entre sí. Pruébelas e indique cual es la muestra diferente

MARQUE CON UNA X LA CLAVE DE LA MUESTRA DIFERENTE

PET	PVDC	PET
PVDC	PET	PVDC
PET	PE	PET
PE	PET	PE
PVDC	PE	PVDC
PE	PVDC	PE

Figura 20. Cuestionario utilizado para la prueba triangular en manzana tipo “Golden”.

3.6. Prueba afectiva de aceptación

Una prueba afectiva de aceptación fue aplicada para mermelada de pitaya roja. Dicha prueba se realizó a 50 personas de sexo femenino, de edades entre 35 a 45 años y amas de casa de ocupación, utilizando el siguiente cuestionario afectivo (Figura 21):

NOMBRE: _____

EDAD: _____

PRUEBA AFECTIVA MERMELADA DE PITAYA

Se le brindará una muestra de mermelada en un vaso de plástico, comience oliendo el producto y prosiga a la degustación, favor de ser lo más sincero posible al momento de contestar, elegir únicamente una opción por pregunta y todas las preguntas deben ser contestadas sin excepción.

1. ¿Conoce la pitaya?

Si

No

2. ¿Consumes mermelada usualmente?

Si

No

3. ¿De qué sabor compra la mermelada?

Fresa

Durazno

Naranja

Chabacano

Zarzamora

4. De la muestra que se le dio, ¿qué tanto le gusta su color?

Me gusta mucho

Me gusta

Ni me gusta, ni me disgusta

Me disgusta

Me disgusta mucho

5. ¿Qué tanto le gusta el olor?

Me gusta mucho

Me gusta

Ni me gusta, ni me disgusta

Me disgusta

- Me disgusta mucho
6. ¿Qué tanto le gusta su sabor en general?
- Me gusta mucho
- Me gusta
- Ni me gusta, ni me disgusta
- Me disgusta
- Me disgusta mucho
7. ¿Qué opina del nivel de acidez?
- Extremadamente ácida
- Muy ácida
- Está como me gusta
- Baja acidez
- Muy baja acidez
8. ¿Qué opina del nivel de dulzor?
- Extremadamente dulce
- Muy dulce
- Está como me gusta
- Bajo dulzor
- Muy bajo dulzor
9. ¿Estarías interesado en comprar esta mermelada de pitaya?
- Sí No
10. ¿La consumirías habitualmente si saliera al mercado?
- Sí No

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN ¡!!!! =)

Figura 21. Hoja de respuesta para la prueba afectiva.

3.7. Análisis estadístico

En la selección del panel de jueces, se utilizó el empleo del análisis secuencial seguido de un ANOVA simple, para el QDA se realizó un ANOVA y una prueba de medias Duncan, para la prueba triangular se ocupó las tablas de diferencia significativa (Tablas de valor “F”) y para la prueba afectiva de aceptación se realizó un ANOVA simple, para las pruebas en las que se realizó el ANOVA se utilizó el paquete estadístico SAS, versión 9.0. (Pedrero y Pangborn, 1994)

4. Resultados y Discusión

4. Resultados y Discusión

4.1 Entrenamiento y Selección

4.1.1 Selección de candidatos

Para el establecimiento del panel sensorial como menciona Watts *et al.* (1995) el encargado, es el responsable del reclutamiento y capacitación de los panelistas, así como de la evaluación de su trabajo, dando el ejemplo con buen liderazgo y motivación. La preparación y dirección eficiente del panel por parte del encargado son factores esenciales para lograr su funcionamiento eficaz.

De los 18 jueces considerados para formar parte del panel solamente un 20% mostró alguna alergia (Figura 22) y se solicitó información específica sobre los productos que podrían causarles algún efecto dañino a la salud para evitar alguna posible intoxicación o respuesta adversa por el consumo de estos alimentos

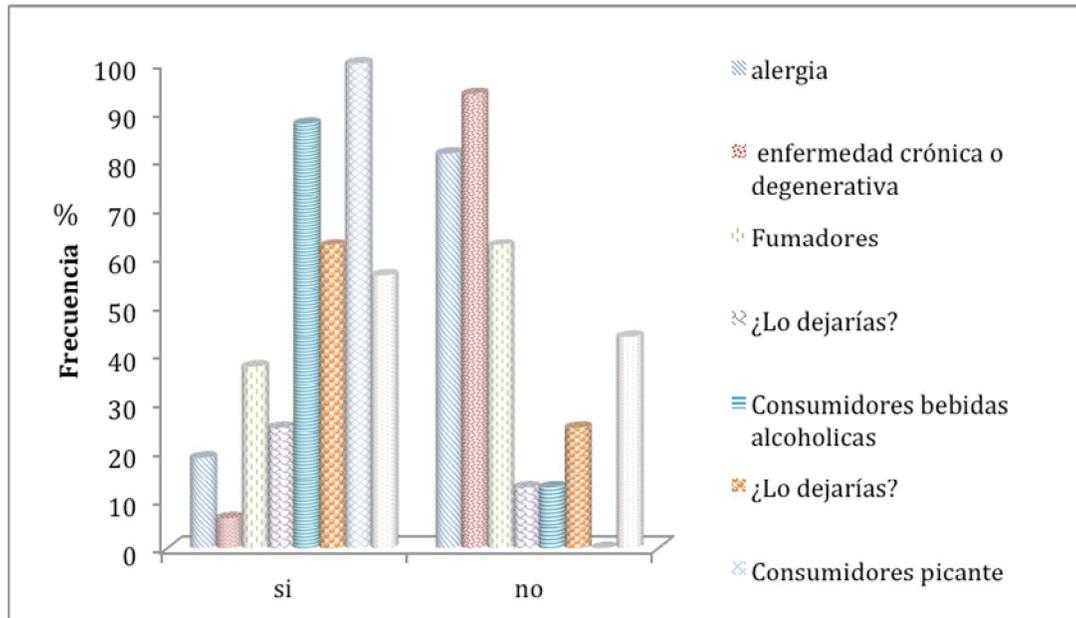


Figura 22. Frecuencia afirmativa o negativa del cuestionario inicial para la selección de panel aplicado a 18 jueces.

El 90% de los jueces no presentó ninguna enfermedad crónica o degenerativa, del 10% restante su enfermedad no afectaría de manera significativa los sentidos; sin embargo,

Romo (2007) menciona que no podrían participar evaluadores que padezcan enfermedades o dolencias, ya que pueden afectar al normal funcionamiento de los sentidos empleados en la evaluación sensorial. El 40% de los jueces fueron fumadores y un 100% consumían bebidas alcohólicas y picante, el 57% recibió un curso de evaluación sensorial y concordando con Romo (2007), se le pidió a los evaluadores que no fumarán, comieran picante o bebieran, durante el proyecto y que sólo bebieran agua durante la media hora previa a la evaluación sensorial.

Del 40% de fumadores, el 30% fuma de uno o menos a la semana y únicamente el 10% de 2 a 4 veces por semana y sólo 10% más de 5 veces a la semana (Figura 23), por lo que al igual que López *et al.* (2007) se decidió no eliminar a dichos jueces por falta de personal sino únicamente a los últimos dos casos se les pidió reducir o inhibir el número de cigarrillos al día, para evitar resultados no confiables en las pruebas.

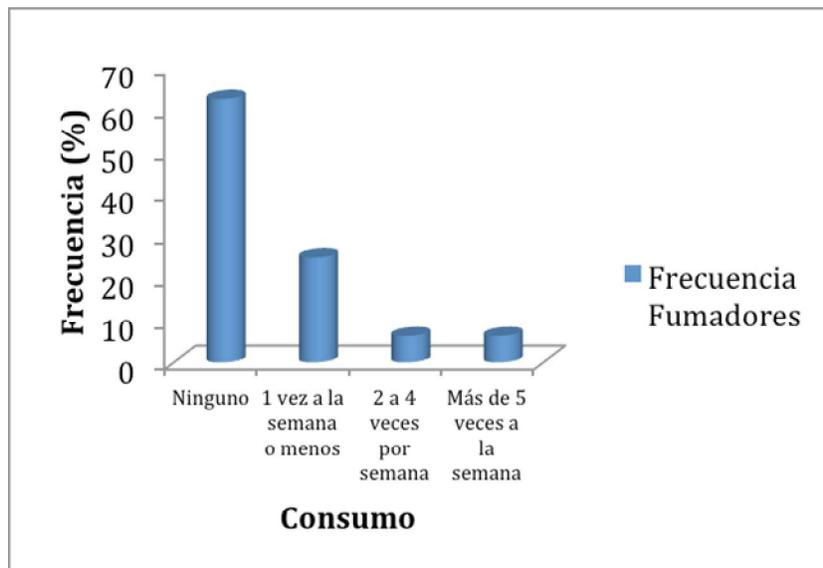


Figura 23. Frecuencia en consumo de cigarrillos por parte del 40% que resultaron consumidores de los 18 jueces candidatos para el panel.

El 90% de los panelistas mencionaron ser consumidores de bebidas alcohólicas (Figura 24) bebiendo de 5 a menos copas en la semana, por lo que a pesar de ser bajo el nivel de consumo, su sentido del gusto se pudo ver afectado para realizar pruebas específicas, por lo que al igual que López *et al.* (2007), no se eliminaron a los jueces sino que únicamente se le solicitó evitar consumir bebidas alcohólicas durante el proyecto.

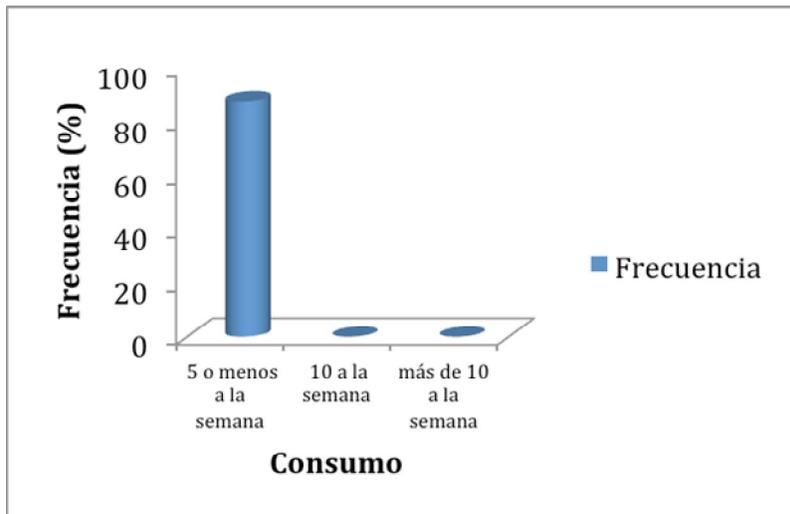


Figura 24. Frecuencia en consumo de bebidas alcohólicas resultante del 87.5% que resultaron consumidores de los 18 jueces candidatos para el panel.

Todos los panelistas candidatos a panel mencionaron consumir picante durante sus alimentos, de los cuales el 50% lo consume en media cantidad, el 25% en poca y el 17% en mucha cantidad (Figura 25), por lo cual también se les pidió al panel evitar el consumo de este producto o al menos no exceder una cantidad media y no consumirlo a diario para evitar la falta de sensibilidad y detección en el sentido del gusto.

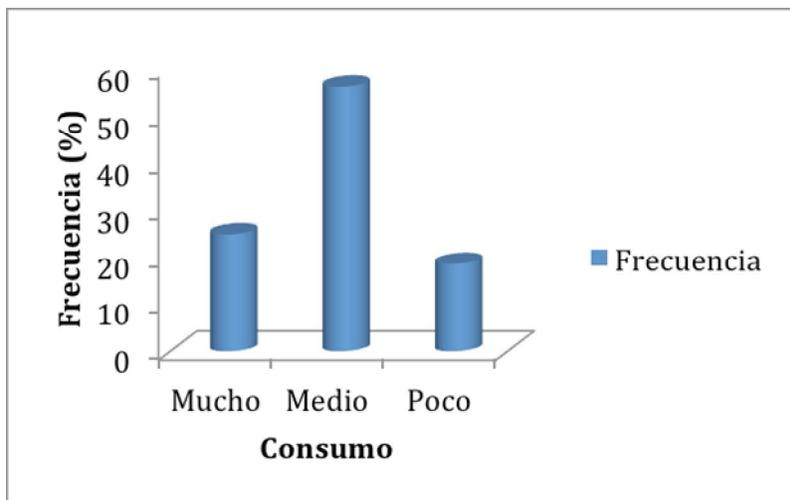


Figura 25. Frecuencia en consumo de picante por parte del 100% del los 18 jueces candidatos al panel.

Posteriormente después de haber realizado el cuestionario social, se prosiguió con el entrenamiento mediante la aplicación de varias pruebas (reconocimiento olfativo, emparejamiento, ordenamiento, triangular, descriptivas) de manera inicial y final.

4.2 Entrenamiento

4.2.1 Prueba de Emparejamiento

En la Figura 26 se muestran los resultados de la prueba de emparejamiento, como se observa con las flechas, existió un aumento de asertividad promedio del 10% en los casos de los sabores dulce, salado, amargo y umami, teniendo un aumento de asertividad en una de las concentraciones dulces con un 30%, mientras que en ácido y agua el nivel de asertividad se mantuvo, lo cual indicó un desarrollo positivo por parte del panel de jueces, asimismo sus resultados se consideraron confiables y se verificó que el panel tuvo un completo entendimiento del proceso de evaluación y sensibilidad requerida para efectuar este tipo de prueba, ya que se cumplió con el objetivo de la prueba de identificar las diferencias entre muestras (Olivos *et al.*, 2009).

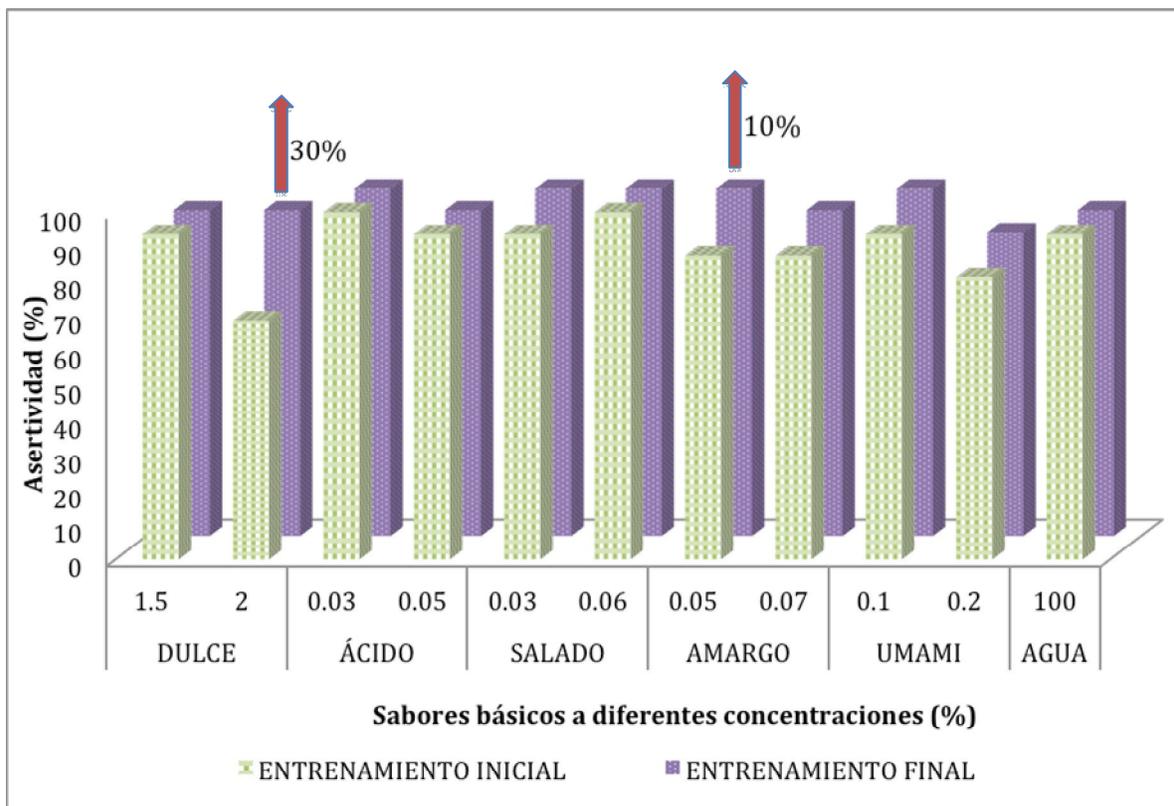


Figura 26. Asertividad inicial y final de la prueba de emparejamiento en dos muestras de cada sabor básico a diferentes concentraciones aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad.

4.2.2 Prueba Discriminativa Olfativa

La prueba discriminativa olfativa, fue una de las que más trabajo le costó al panel en el entrenamiento inicial, sin embargo, a pesar de que sólo se llevó a cabo una prueba a lo largo del proyecto, los resultados finales en su mayoría fueron satisfactorios y presentaron un aumento en la asertividad del 10 y hasta 45% como lo muestran las flechas posicionadas hacia arriba (Figura 27), tal fue el caso del anís, plátano, canela, cereza, fresa, clavo, jitomate, coco, verde, hojas de té y floral, no así para limón, rosas y champiñón que presentaron una disminución de 35, 5 y 10% respectivamente, que pudo deberse a la saturación olfativa, debido a que los químicos aromáticos eran puros y fuertes. Sin embargo, los resultados indicaron que aun se debe llevar a cabo entrenamiento en pruebas olfativas, para sensibilizar más a los jueces con respecto a los olores. Perceptnet (2008) menciona que la descripción de aromas es una de las fases más delicadas ya que necesita de forma muy especial de nuestra memoria olfativa. Cuando olemos un vino, las sustancias dotadas de olor o sustancias volátiles, estimulan nuestros órganos de los sentidos a través de las neuronas olfativas. El sentir o percibir una sustancia dotada de aroma depende de nuestra memoria.

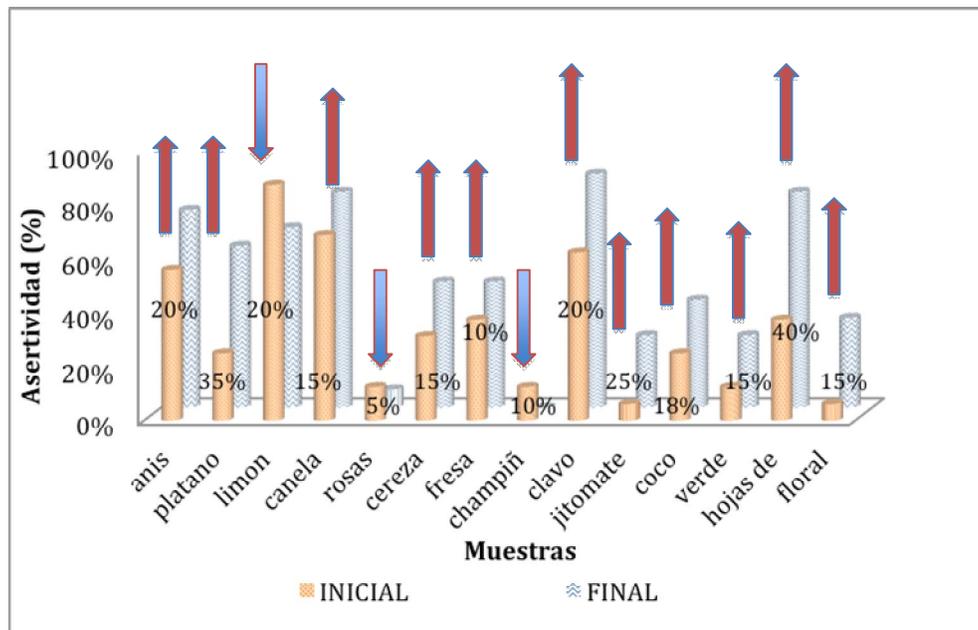


Figura 27. Asertividad inicial y final de la prueba olfativa realizada con 14 químicos aromáticos aplicada a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y las flechas azules el decremento de asertividad.

4.2.3 Prueba de Ordenamiento

La prueba de ordenamiento mostró los mejores resultados con el 100% de asertividad en el entrenamiento inicial como final (Figura 28), lo que indicó que para este tipo de pruebas el panel fue completamente confiable y no fue necesario el seguimiento exhaustivo de esta prueba (Hernández *et al.*, 2010).

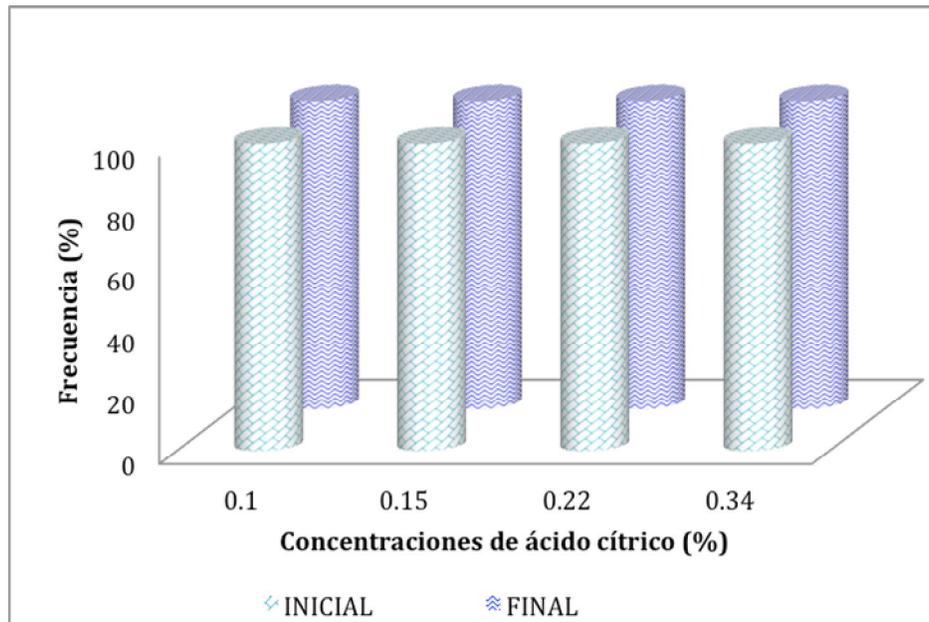


Figura 28. Asertividad inicial y final de la prueba de ordenamiento realizado con 4 concentraciones de ácido cítrico aplicado a un panel de 18 jueces.

4.2.4 Prueba Triangular

Como se indicó en la metodología, se aplicaron pruebas triangulares antes y después de la capacitación, comparando ambas; en la Figura 29 se observó un 14% mayor asertividad en la prueba inicial con respecto a la final en el caso de ambos sets comparada con las pruebas por separado, pero una disminución del 35 al 31% en ninguna, y 12% en el set 2.

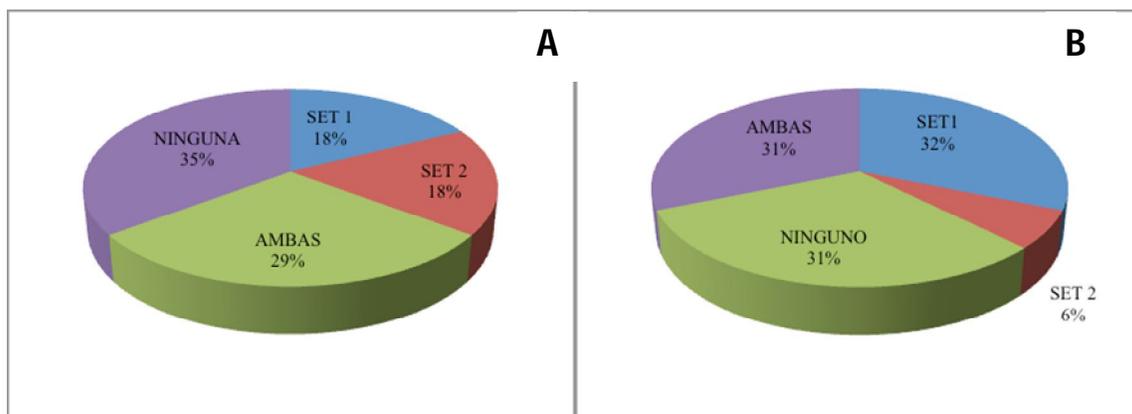


Figura 29. Asertividad inicial (A) y final (B) obtenida en la Prueba triangular aplicada a un panel de 18 jueces.

Sin embargo, la prueba indicó que el panel mejoró a lo largo del entrenamiento, aunque, fue necesario seguir con éste para mejorar habilidades y lograr una asertividad del 50% en ambos sets como mínimo de acuerdo a lo sugerido por Sancho *et al.* (1999). A pesar de que la prueba sencilla y de fácil interpretación está sometida a muchas tendencias, sesgos, predisposiciones y prejuicios. En una triangular efectuada por Sancho *et al.* (1999) con papas fritas para evaluación de dos tipos de aceite con 12 catadores reportaron que el 68% del panel acertó en ambos sets, lo cual indicó que el panel utilizado fue capaz de brindar resultados confiables.

4.2.5 Desarrollo y Uso de Descriptores

Después de haber realizado el entrenamiento inicial, se procedió a realizar un ejercicio de desarrollo y uso de descriptores con los jueces que conforman el panel utilizando una variedad de productos con diferentes características.

Se le pidió al panel que describieran los productos y llegaran a un acuerdo para establecer una definición para cada uno.

A lo que se obtuvieron los resultados de la tabla 16.

Tabla 16. Productos líquidos presentados al panel para efectuar la descripción de los mismos.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Néctar de Durazno	Líquido color amarillo oscuro no transparente de viscosidad media, textura granulosa por la cantidad de sólidos contenidos, olor artificial y muy dulce, sabor dulce y fantasía, concentrado de durazno, ligeramente ácido.
Café	Bebida de color café oscuro, apariencia ligeramente desagradable debido a la baja calidad del mismo, aroma terroso, tabaco y grano, ligeramente cerealoso, sabor amargo, ligeramente salado por los minerales, fenólico, muy fluido.
Chocolate con Leche	Bebida de color café oscuro, con viscosidad baja, olor dulce, chocolate amargo, cocoa, sabor dulce, ligeramente salado, chocolate amargo y chocolate con leche, cremosos, lácteo.
Zanahoria	Vegetal crujiente y fibroso de color anaranjado intenso, alta fracturabilidad, sabor dulce y poco salado.

Tabla 17. Productos sólidos presentados al panel para efectuar la descripción de los mismos.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Apio	Vegetal de color verde claro con textura fibrosa, duro y crujiente, jugoso, con sabor ligeramente dulce, ligeramente salado, poco ácido y amargo.
Jitomate	Vegetal de color rojo intenso externamente y color rojo claro internamente, muy jugoso, textura ligeramente porosa y viscosa en el centro, sabor ácido dependiendo de su grado de madurez, salado y ligeramente dulce.
Naranja	Fruto de color naranja claro, con cáscara de alto espesor no consumible, color naranja claro interno muy jugosa sabor muy dulce o muy ácido dependiendo de la época del año, ligeramente amarga en la parte pegada a la cáscara.

Continuación tabla 17. Productos sólidos presentados al panel para efectuar la descripción de los mismos.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Puré de frutas tropicales	Producto con viscosidad alta, ligeramente granuloso, olor frutal, dulce, ácido, sabor dulce, ligeramente ácido, buen perfil y equilibrio de frutas, ligeramente cremoso.
Mermelada de fresa	Producto de viscosidad extremadamente alta por el contenido de azúcar en el mismo, de color rojo intenso, ligeramente grumoso, con presencia de semillas, olor frutal y dulce, sabor muy dulce, frutal a fresa, frutas rojas, ligeramente ácido.

En esta prueba, los candidatos reconocieron los conceptos de descripción para cada uno de los productos.

4.2.6 Entrenamiento en uso de escalas estándar de textura.

Después de haber aplicado el entrenamiento inicial, se aplicaron pruebas para el entrenamiento del uso de escalas estándar, en los atributos más utilizados en la textura de alimentos, de las cuales los resultados fueron los siguientes:

* **DUREZA**

De acuerdo a la Figura 30, en la escala de la dureza los resultados no fueron satisfactorios en el ordenamiento de los productos tanto al inicio del entrenamiento como a su fin, en los casos de pan blanco, pan tostado, chicloso suave y chicloso duro, como lo muestran las flechas con posición descendente.

Únicamente se logró obtener un aumento de la asertividad en el caso del mazapán con un incremento del 45% y el caramelo duro con un aumento del 10% como lo muestran las flechas con posición ascendente.

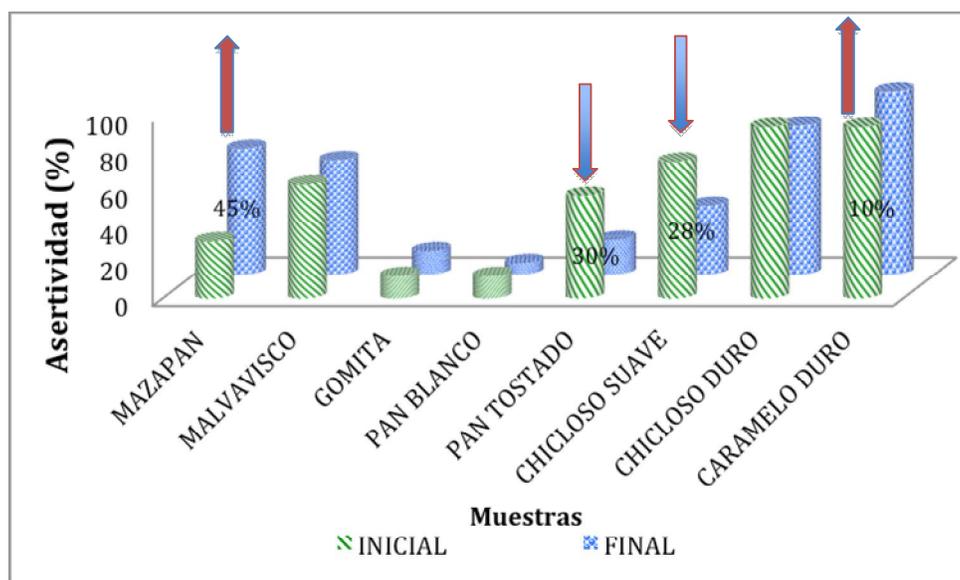


Figura 30. Asertividad inicial y final de escala “dureza” para textura de alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y las flechas azules el decremento de asertividad.

Al final del entrenamiento no hubo un aumento en la asertividad de los jueces al acomodar las muestras para establecer una escala, en los resultados finales, esto se puede atribuir a que los jueces no recordaron de manera concisa la dureza específica de cada muestra y esto conllevó a una confusión entre productos para el ordenamiento creciente del atributo, por lo que se recomendó llevar a cabo el entrenamiento de textura específicamente para un producto, con el fin de crear una escala clara y concisa en los panelistas, para aumentar el porcentaje de asertividad, así como lo realizó Castro *et al.* (1993) en la determinación de parámetros texturales de galletas, encontrando diferencia significativa entre la muestra estándar y las muestras almacenadas, las cuales se debieron a los distintos grados de degradación del almidón que existió entre ambas muestras.

* VISCOSIDAD

Los resultados de viscosidad se muestran en la Figura 31, en cuanto a la asertividad del acomodo de diferentes muestras con base en su viscosidad, presentando en miel de abeja y leche condensada un aumento de asertividad del 50%, sin embargo para jarabe de 10 y 20 °Bx y jarabe de glucosa la asertividad disminuyó al menos un 10%, lo que indicó un decaimiento del panel a lo largo del proyecto, debido a que no se siguió entrenando en este

atributo en específico. Para poder obtener valores confiables por parte del panel, se recomienda realizar lo que hicieron Millan *et al.* (2010) al llevar a cabo un análisis sensorial e instrumental de textura a una salsa agrídulce con la colaboración de un panel entrenado, en donde se estableció que en cuanto al sabor no hubo diferencia entre las cuatro formulaciones realizadas, caso contrario sucedió con la percepción de la viscosidad, presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$), a mayor concentración de papaya mayor percepción de viscosidad. Por lo que se recomendó llevar a cabo un entrenamiento de viscosidad con diferentes productos del mercado comunes y no comunes, pretendiendo aumentar el porcentaje de asertividad, así como aclarar la escala para los jueces.

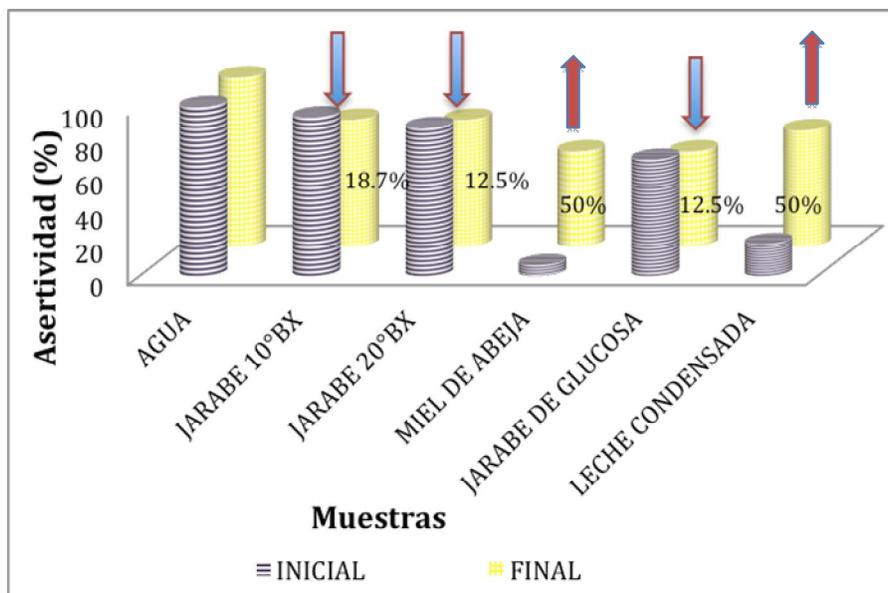


Figura 31. Asertividad inicial y final de “viscosidad” en la textura de alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y decremento de asertividad.

* GRADO DE CRUJIDO

En el grado de crujido los resultados no fueron los esperados, ya que hubo una disminución de 10 y 25% de asertividad en galleta de nieve y fritura de maíz respectivamente y un aumento del 6.25% en fritura de harina dejando al 4to lugar con el mismo porcentaje mostrado en la Figura 32.

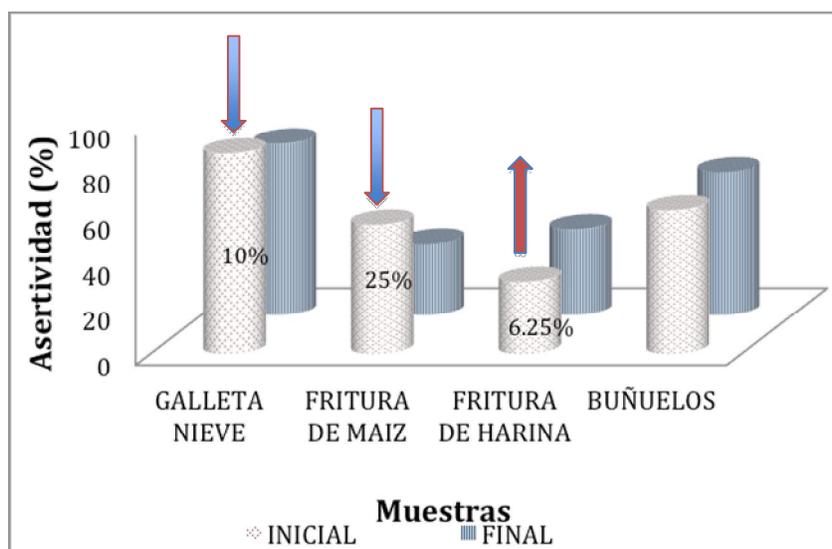


Figura 32. Asertividad inicial y final de “grado de crujido” en la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y las flechas azules decremento de asertividad.

De acuerdo a los resultados obtenidos, esto indica que los valores brindados por un juez del panel calificando el “crujido” de un producto no fueron confiables, ya que en vez de mejorar su desempeño, este empeoro, debido a la falta de entrenamiento en el tema como lo indica De la Fuente *et al.* (2008) en el mejoramiento de color y textura de papa frita (chips) por pre-acondicionamiento térmico y cloruro de calcio sin alterar el perfil de sabor original. La textura (grado de crujido) se incrementó significativamente al mayor tiempo de escaldado a 10°C de almacenamiento y fue detectado por un panel de jueces semi-entrenados.

* **DESMORONAMIENTO**

La asertividad del entrenamiento inicial no fue lo esperado, comparado con el entrenamiento final donde hubo un aumento en la asertividad desde 18.75% hasta 56.25% en el ordenamiento creciente de todos los productos evaluados (Figura 33), con lo que se indicó que los valores brindados por los panelistas pueden considerarse confiables y seguros, en este atributo específicamente, se notó una mejora en el desempeño de los jueces y para lograr un aumento de más del 50% de asertividad se recomendó seguir el entrenamiento en diferentes productos.

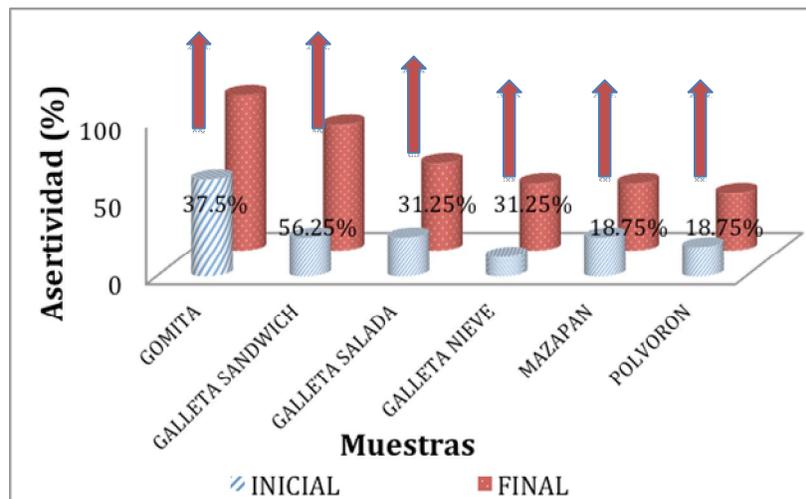


Figura 33. Asertividad inicial y final de “desmoronamiento” en la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y las azules decremento de asertividad.

Para lograr realizar estudios específicos basados en el grado de desmoronamiento de algún producto como lo hizo Montoya *et al.* (2006) evaluaron como benefician las bacterias ácido lácticas silvestres colombianas en las propiedades para la fabricación de masa ácida, basándose en una prueba de caracterización de masas, en donde el atributo que presentó mayor cambio fue el grado de desmoronamiento en la miga de pan.

* **PEGAJOSIDAD**

En cuanto a la pegajosidad de alimentos se mostró un aumento de asertividad entre los resultados iniciales y finales de al menos 18.75% en los casos de gomita y chicloso suave y un 25% para malvavisco por parte del panel de jueces semientrenados (Figura 34).

Lo anterior indica mejoramiento en el desempeño de los jueces, así como datos confiables, sobre la capacidad del juez para ordenar con base en un atributo en específico. Sin embargo, no se recomendó parar el entrenamiento, por el contrario, se debe seguir constantemente evitando que los jueces olviden la escala estándar ya establecida y como evaluar ciertos atributos críticos en un producto, basándose en la textura de los alimentos, para realizar estudios de evaluación de pegajosidad en productos específicos.

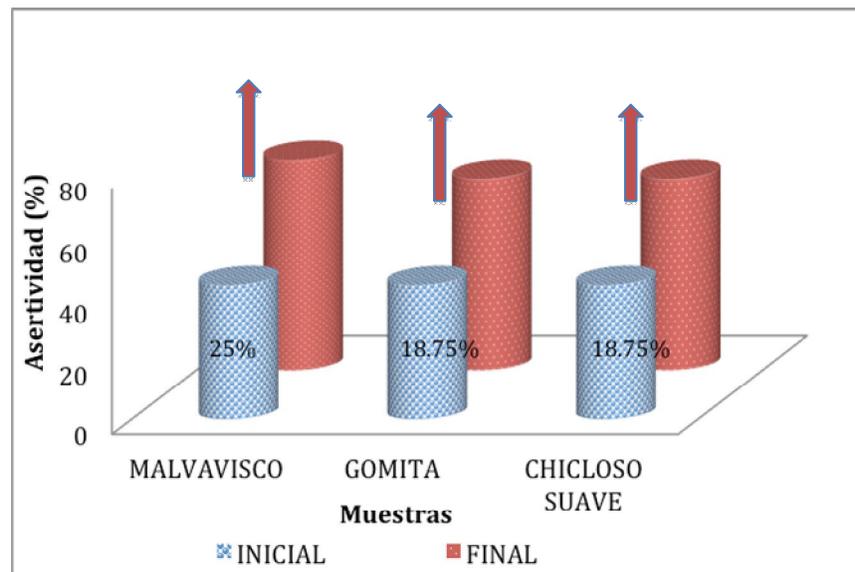


Figura 34. Asertividad inicial y final de “pegajosidad” en textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad.

Como lo realizaron Cedeño y Cornejo (2010) al determinar la temperatura vitreo de transición, que sirve para mantener la vida útil de los productos y evitar problemas durante el almacenamiento; la presencia excesiva de pegajosidad.

* **JUGOSIDAD**

En la jugosidad se obtuvieron resultados poco confiables al inicio del entrenamiento, no así al final donde se presentó un aumento de asertividad en chocolate en polvo, polvorón y pan tostado, mientras que para la jícama y limón el nivel se mantuvo exactamente igual (Figura 35).

El 100% de los panelistas ordenaron de manera correcta los últimos dos productos, a pesar de no haber llevado un seguimiento del entrenamiento de este atributo en específico el desempeño del panel se consideró favorable y confiable; sin embargo no se debe frenar el entrenamiento, por el contrario, se debe seguir de forma constante para lograr llegar al 100% de asertividad en el ordenamiento de la prueba, para sensibilizar aun más al panel en la detección de la presencia o ausencia de este atributo de textura para definir la calidad de un producto como en el caso de la carne al momento de la compra, la presentación en general, y el color en particular, son los atributos más importantes en decidir las

preferencias del consumidor. Una vez hecha la elección, la textura de la carne (particularmente su terneza y jugosidad), es el atributo que determina la decisión de reiterar, o no, la elección del producto elegido (Bianchi *et al.*, 2010). En frutos con la jugosidad se puede ver pérdida de peso, deshidratación y marchitamiento.

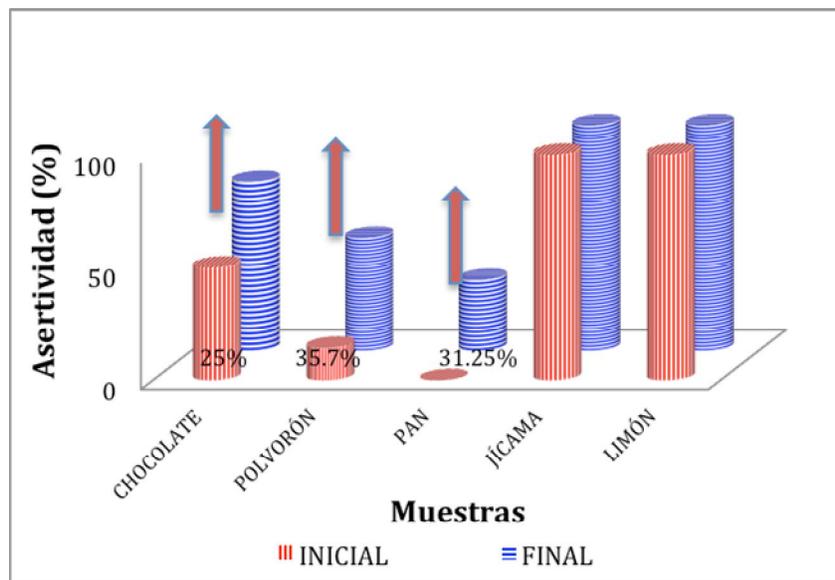


Figura 35. Asertividad inicial y final de “jugosidad” en la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad.

* HARINOSIDAD

La asertividad del entrenamiento inicial no fue lo esperado comparado con el entrenamiento final, en el que hubo un aumento en la asertividad en la mayoría de los productos evaluados (Figura 36).

En tres productos (manzana, pera y puré de papa) se obtuvo un aumento de asertividad de al menos 16%, lo cual indicó que los resultados brindados por los panelistas en este atributo en específico no fueron 100% confiables y habría sido necesario de dos o más réplicas para minimizar el grado de error, por lo tanto, se recomendó continuar con el entrenamiento para lograr un aumento de asertividad de al menos 50%. Para el caso del puré de papa se obtuvo un descenso del 8%.

Barreiro y Ruíz (1998) mencionan que dado que la harinosidad es un parámetro de textura sensorial, es necesario emplear para su determinación paneles de catadores expertos, así

como ellos lo hicieron para medir la harinosidad de la manzana comparando un panel sensorial con métodos instrumentales.

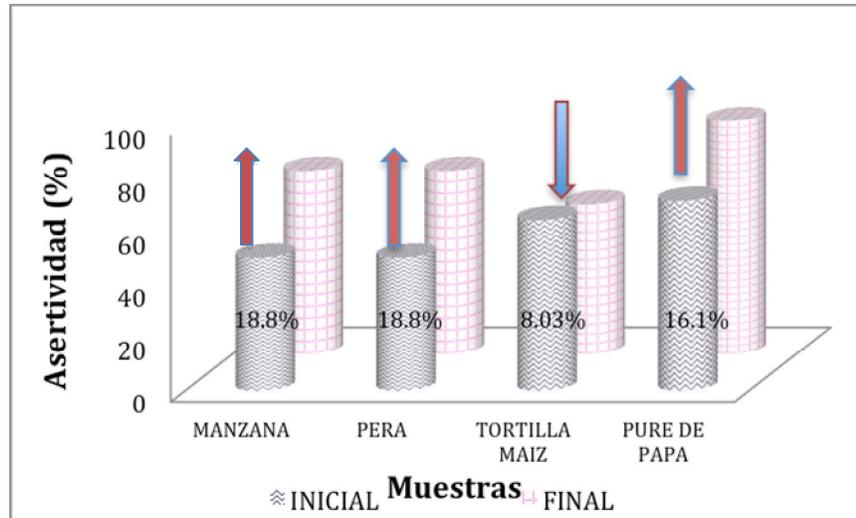


Figura 36. Asertividad inicial y final de “harinosidad” para la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y las azules el decremento de asertividad.

* *TERSURA*

La tersura es básicamente la suavidad de los alimentos, los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que la mayoría de los productos se logró obtener un aumento de asertividad de 11 a 25% y un decremento de asertividad en mazapán y caramelo duro como lo muestra la Figura 37, indicando un buen desempeño por parte del panel y valores confiables, a pesar de no haber obtenido el entrenamiento constante del atributo en cuestión, debido al enfoque del proyecto, sin embargo para obtener datos confiables al evaluar un producto con base en su textura en un futuro, se recomendó seguir el entrenamiento constante de cada uno de los atributos mencionados con anterioridad, para utilizar al panel en pruebas para el control de calidad sensorial de aceites comestibles, los cuales se caracterizan por la tersura que provocan en el paladar del consumidor (Zamora, 2007).

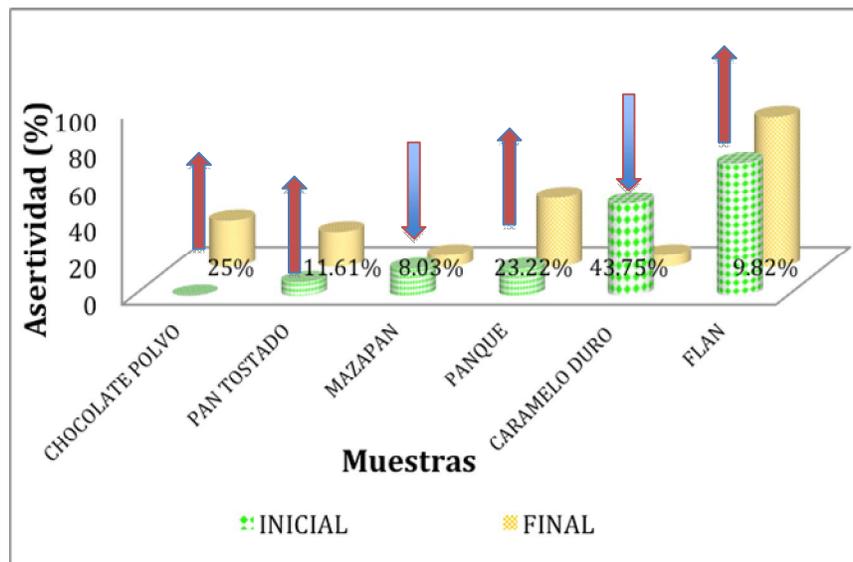


Figura 37. Asertividad inicial y final de “tersura” para la textura de los alimentos aplicado a un panel de 18 jueces. Las flechas rojas indican el aumento de asertividad y las azules el decremento de asertividad.

4.2.7- Selección de jueces (Análisis Secuencial)

De un panel con 18 jueces, 2 jueces se ubicaron por debajo de la zona de aceptación, es decir en la zona de rechazo, indicando que los valores o resultados que brindaron estos jueces no fueron confiables y tuvieron que ser eliminados (Figura 38). De acuerdo a los resultados los jueces que se encontraron en la zona del medio fueron aceptados para formar el panel, ya que fueron 100% confiables; sin embargo necesitaron de más entrenamiento para llegar a la primer zona, en donde, se consideran de aceptación y confianza.

Actualmente el análisis secuencial se emplea con frecuencia en la industria no sólo en los procesos de control de producción y de aceptación de lotes, sino así mismo en decisiones relacionadas con la comercialización de productos (Calatrava, 2010). Una selección rigurosa de los evaluadores esta sujeta a pruebas específicas y diseño experimental, siendo los panelistas, sujetos objetivos y argumentativos capaces de interpretar y discriminar una sensación en un lenguaje coherente, de acuerdo a Sánchez y Albarracín (2010) elegir un panel entrenado para la evaluación sensorial de carne con resultados confiables.

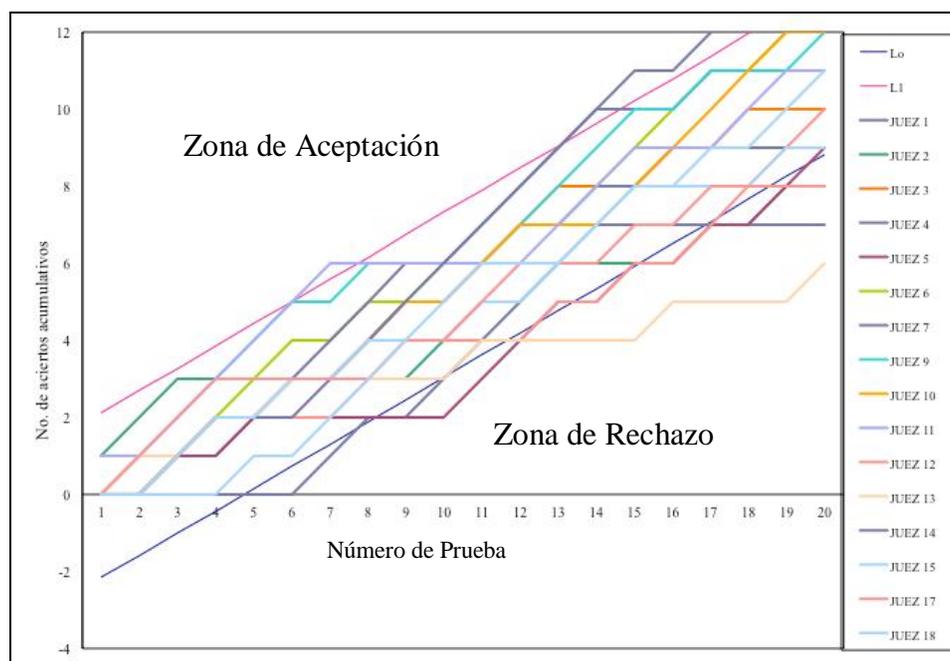


Figura 38. Análisis secuencial de los 18 jueces conformantes del panel sensorial, con las 3 zonas, en donde por arriba de la línea rosa corresponde a la aceptación, la parte media a la indecisión y por último debajo de la línea azul el rechazo.

4.3 Pruebas Descriptivas (Café de grano)

Para comenzar esta prueba se les mostró al panel de jueces todos los atributos propuestos por Escamilla (1997), y se les pidió que por medio de un debate llegarán a un acuerdo y eligieran los atributos que identificaran en los cafés provenientes de 4 zonas diferentes de la República Mexicana, para establecer el formato de evaluación.

Tabla 17. Atributos propuestos por el panel de jueces

<u>Atributo</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor en escala</u>
<u>AROMA:</u>	Tierra húmeda.	11
Tierra húmeda	Hojas secas de tabaco.	9
Tabaco	Cenizas de cigarro.	12
Cenizas	Haba tostada.	10
Tostado	Pasto cortado.	11
Verde		
<u>SABOR:</u>	Trigo tostado.	11
Tostado	Solución de cafeína al 0.06%. Valor en escala = 6.	6
Amargo	Tierra húmeda.	9
	Coco	9

Continuación Tabla 18. Atributos propuestos por el panel de jueces

<u>Atributo</u>	<u>Referencia</u>	<u>Valor en escala</u>
<i>Sensación en la boca:</i> Tabaco Astringente	Hojas secas de tabaco.	13
	Solución de ácido tánico al 0,06 %.	10
	Solución de sacarosa al 3 %	3
Cuerpo		

Una vez entrenado el panel y elegidos los atributos presentes en los cafés se procedió a la evaluación de café de grano, en donde se aplicó un QDA. El comportamiento que presentaron los 5 cafés fue muy similar entre sí, lo que indicó que no existe una variación significativa entre ellos a pesar de ser cada uno de diferente zona (Figura 39).

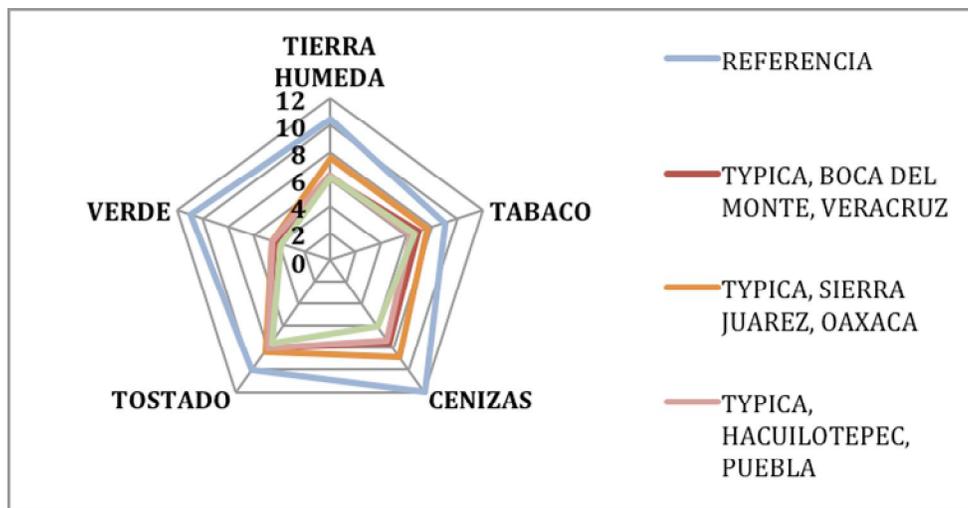


Figura 39. Análisis descriptivo cuantitativo de Aroma en 5 cafés de diferentes zonas de la República Mexicana evaluados por 16 jueces.

Las notas olfativas primarias (verde, tostado, tabaco y cenizas) evaluadas fueron relacionados con la frescura y sobre todo con el sabor característico de cada tipo de café que represente su origen. La nota verde fue la de menor valor en un 55.5% menor con respecto a las otras notas olfativas donde no existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre cafés se cree que esto puede deberse a la manera de cosecha del grano o su crecimiento, ya que este producto se caracteriza más por ser seco y tostado y no fresco como lo definiría una nota verde (Federación Española del café, 2008). Las notas de tabaco y tostado estuvieron en un término medio tomando en cuenta la referencia establecida (trigo tostado), lo que indicó un equilibrio de esas dos notas con el café en general, a su vez presentan

diferencia significativa ($\rho \leq 0.05$) en el aroma tabaco de los cafés procedentes de Oaxaca con respecto a los de Veracruz y Puebla, debido a la zona y altitud que desarrolla cada uno de ellos y de acuerdo al sabor, las notas evaluadas fueron tostado, amargo, terroso y cocoa.

El sabor tostado presentó la mayor proporción de 10 a 20% mayor con respecto a las otras notas y sólo un 10% por debajo de la referencia (trigo tostado), esto debido al proceso que lleva el grano verde para ser comercializado. Existió diferencia significativa ($\rho \leq 0.05$) del sabor tostado en los cafés procedentes de Oaxaca con Puebla.

El presente trabajo concuerda con Rodríguez y Rubio (2010) en que la variabilidad de los valores depende del origen, variedad, procesos de producción, cosecha o postcosecha y principalmente con el grado de tueste y manejo del mismo que se le haya otorgado al grano antes de su comercialización. De acuerdo a la clasificación de Rodríguez y Rubio (2010), en cuanto a la nota de sabor tostado los cinco cafés se consideran de alta calidad.

El sabor amargo estuvo por encima 16% de la referencia (solución al 0.6% cafeína), lo que indicó un alto contenido de cafeína, fenoles y trigonelina, sin embargo, esta cantidad no creó un desequilibrio en el sabor general del café y no creó picos de sabor en el QDA. Estadísticamente existió una diferencia significativa ($\rho \leq 0.05$) entre los cafés procedentes de Veracruz, Chiapas y Guerrero, con respecto a los demás (Figura 40).

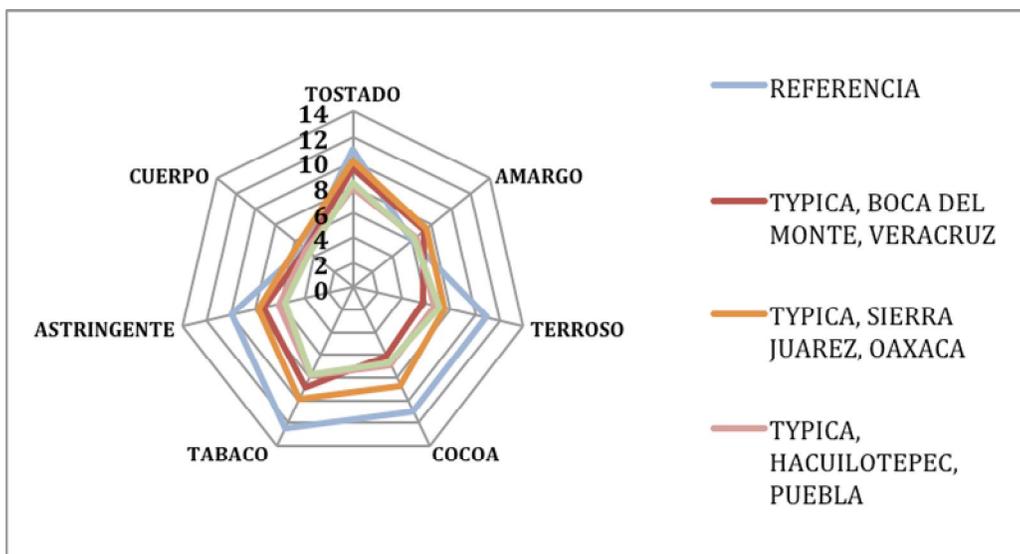


Figura 40. Análisis descriptivo cuantitativo de Aroma en 5 cafés de diferentes zonas de la República Mexicana evaluados por 16 jueces.

Rodríguez y Rubio (2010) realizaron análisis sensorial cuantitativo descriptivo a tres tipos de café sucedáneo a base de soya de acuerdo al tueste para sondear atributos entre los que está el sabor amargo, basado en la norma técnica colombiana, que regula el procedimiento para panel sensorial cuantitativo descriptivo de café tostado y molido, considerando una escala del 0 al 10, en la cual clasifican de 4 ó 6 un café medio y de 7 a 9 un café con calificación alta, por lo tanto los cinco cafés evaluados se clasificaron como cafés de alta calidad de sabor amargo equilibrado y en armonía con las demás notas que lo conforman.

El sabor terroso en todos los cafés presentó un 54.54% menor con respecto a la referencia (tierra húmeda) presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los cafés provenientes de Veracruz, comparado con la referencia. Este sabor apenas fue detectable para los jueces en la degustación, lo que indicó buena calidad de todos los cafés evaluados, ya que es una nota que no debe presentarse en alto contenido, por que puede indicar suciedad y por lo tanto mala limpieza en el grano o filtración. Por otro lado, es una nota deseable en bajas cantidades, ya que proyecta frescura y naturaleza (PROFECO, 2001).

El sabor cocoa en todos los cafés presentó 72.7% menor con respecto a la referencia (cocoa en polvo). Estadísticamente se presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los cafés provenientes de Oaxaca y Veracruz, probablemente esta diferencia se presentó debido a que algunos productores o procesadores adicionan cacao o vainilla para brindar un toque característico al grano y creando así notas que brinden mayor calidad (Federación Española del Café, 2008).

El sabor tabaco en todos los cafés mostró tener un 25% menor con respecto a la referencia (tabaco de cigarro), estadísticamente existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los cafés provenientes de Oaxaca y Veracruz debido a la zona en la que se llevó a cabo el plantío y producción del mismo, así como al tipo de grano y proceso realizado (Bran *et al.*, 2009).

Para las cuestiones de sensación en la boca también conocido como aspectos táctiles, el cuerpo fue un aspecto fundamental para valorar una taza de café, el cual presentó ser similar a la referencia (solución de azúcar al 3%). Se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los cafés provenientes de Guerrero y Veracruz (Escamilla, 1997), lo que

indicó que el cuerpo evaluado no provocó un desagrado; el cuerpo es una sensación táctil causado por la densidad de la bebida y por los elementos en suspensión, especialmente grasas y aceites, la bebida no presentó una consistencia densa como las grasas pero tampoco mostró una solución fluida como el agua. Sin embargo, en el caso de la astringencia existió una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los cafés provenientes de Oaxaca y Veracruz, se presentó un 50% menor con respecto a la referencia (solución de ácido tánico al 0.06%), Rodríguez y Rubio (2010) mencionan que el cuerpo y la astringencia están asociadas en el café a los cultivos en áreas de mayor temperatura y menor altitud, lo cual puede explicar la diferencia o parecido entre estos.

4.4 Pruebas Discriminativas aplicadas a manzana lista para consumir

La prueba discriminativa triangular nos ayudó a establecer diferencias entre los diferentes materiales de envase en la calidad de manzanas cortadas listas para consumir (Tabla 19).. Escalante (2009) utilizó una prueba discriminativa para identificar si existía diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el perfil de sabor de puré de manzana fresco debido al tratamiento térmico, y como resultado no obtuvieron diferencia significativa ($p \geq 0.05$), de acuerdo al estudio sensorial y variación de ácido ascórbico concluyendo que la mejor combinación de temperatura y tiempo para el producto fue de 85°C /10 min , debido a que este tratamiento térmico fue el preferido por los jueces al presentar una cantidad media aceptable de Vitamina C.

Tabla 19. Asertividad de la prueba triangular efectuada entre los diferentes empaques para manzana “Golden” lista para consumir evaluada con 10 panelistas.

Días	Bolsa (PE) vs Tarrina (PET)		Bolsa (PE) vs Bolsa (PVDC)		Tarrina (PE) vs Bolsa (PVDC)	
	Aciertos	Errores	Aciertos	Errores	Aciertos	Errores
0	9	11	11	9	9	11
4	9	11	7	13	6	14
8	11	9	11	9	10	10
12	9	11	13	7	6	14

Los panelistas utilizados en la prueba triangular para la mayoría de los juicios en la comparación de diferentes envases (Bolsa de PE, Tarrina PET y bolsa PVDC) no fueron capaces de diferenciar cual de las muestras era diferente. No así en la comparación de bolsa

PE–bolsa PVDC, ya que en este estudio los jueces identificaron diferencia en la mayoría de los días, excepto al 4to día de conservación, en el que no se encontró diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre envases. Sin embargo, también cabe destacar que en la comparación de Bolsa PE–Tarrina PET a los 8 días de almacenamiento los panelistas identificaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) a la bolsa PE de la tarrina PET, lo que indicó que para ese día el envase si tuvo un efecto en el perfil de sabor y olor que se proyectaron en la evaluación sensorial del producto.

Por otro lado en el presente estudio se les pidió a los jueces indicaran en cada set además de identificar la muestra diferente, cual de las tres muestras preferían.

De los tres envases utilizados para realizar la prueba discriminativa triangular (Tabla 20), el panel mostró una alta preferencia por el producto envasado en bolsa por casi 20% ó más sobre tarrina (PE) y bolsa (PVDC) en la mayoría los días de almacenamiento, a excepción del día 8 en la comparación Bolsa (PE)–Tarrina (PET), lo que se pudo deber a que para este tiempo la bolsa (PE) ya no se caracterizó como envase óptimo y por lo tanto provocó cambios indeseables en la manzana que el juez identificó, este fenómeno también se presentó a los 12 días en el caso de bolsa (PVDC) – Bolsa (PE), en donde, los resultados se invirtieron y hubo una preferencia de mas del 10% por el producto envasado a vacío, lo cual puede indicar que la diferencia en perfil de sabor y olor son marcados entre uno y otro, y por lo tanto el producto envasado en bolsa tiene un mayor porcentaje de deterioro y poco impacto de sabor y jugosidad.

Tabla 20. Porcentajes de preferencia para cada comparación de tratamientos (materiales de envase) por separado. Hacer correcciones de materiales

Días	Bolsa (PE) vs Tarrina (PET)	Bolsa (PVDC) vs Bolsa (PE)	Tarrina (PET) vs Bolsa (PVDC)
d+0	69% bolsa 31% tarrina	56% bolsa 44% vacío	56% tarrina 44% vacío
d+4	61% bolsa 39% tarrina	53% bolsa 47% vacío	70% tarrina 30% vacío
d+8	55% tarrina 45% bolsa	79% bolsa 21% vacío	55% vacío 45% tarrina
d+12	58% bolsa 42% tarrina	75% vacío 25% bolsa	92% vacío 8% tarrina

La preferencia por el producto envasado en tarrina fue un 20% superior al producto envasado en bolsa (PVDC) los primeros dos días de evaluación (0 y 4), ya que para los días 8 y 12 predomina la preferencia por el producto envasado en material en PVDC esto puede deberse a que la manzana “Golden” lista para consumir presentaron mayor deterioro en tarrina que en bolsas de baja permeabilidad al oxígeno (PVDC), y por lo tanto disminución de su sabor dulce, aumentó en el porcentaje de pardeamiento, lo que se vió reflejado en su rechazo, lo que aunado a lo mencionado por Salinas *et al.* (2010) el pelado y cortado del fruto induce estrés en el tejido vegetal, lo que afecta los atributos sensoriales aún antes de que ocurran cambios fisicoquímicos o microbiológicos limitantes de la vida de anaquel.

Por otro lado López *et al.* (2001) utilizaron un panel de 14 jueces no entrenados, que realizó tres replicas de una prueba para detectar las diferencias entre frutillas con y sin tratamiento desinfectante, encontraron que la cantidad total de aciertos obtenidos por el panel fue 16, lo cual es menor que el valor tabulado para 42 juicios a un nivel de significación del 5%, que de 21, de acuerdo a la tabla de significación para test triangular, lo que indicó que entre las muestras con y sin tratamiento de desinfección existe dificultad para identificar una de otra.

Los datos anteriores permiten establecer, que usando estos productos a las concentraciones y tiempos establecidos por el fabricante, no afectan la calidad sensorial de la frutilla, lo cual ya había sido demostrado en el caso de manzanas sumergidas en mezclas de ácido láctico y peróxido de hidrógeno (López *et al.*, 2001).

4.5 Pruebas Afectivas aplicadas en mermelada de pitaya.

En la cuestión sobre el conocimiento de la existencia de la pitaya en México, se obtuvieron gratos resultados con un conocimiento del 85%, así mismo se reportó el índice de consumo de mermelada que fue del 70% para consumidores frecuentes, lo que indicó que el producto que se deseaba proporcionar (mermelada) es altamente consumido por la población femenina mexicana (Figura 41) y el otro 30% asegura no consumirla usualmente, sin embargo es un producto que forma parte de su alimentación y de la despensa de casa, lo

cual es un punto a favor, ya que se muestra que el producto que se desea promocionar es altamente consumido por la población femenina mexicana (Figura 41).

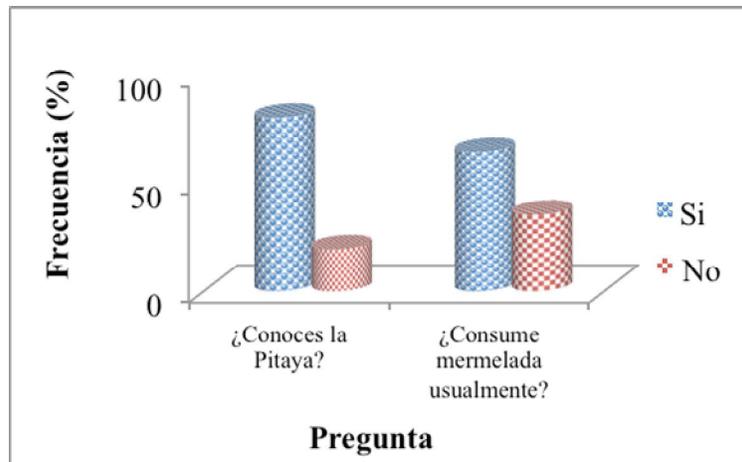


Figura 41. Frecuencia obtenida por parte de 30 consumidores habituales a las dos primeras preguntas del cuestionario aplicado.

De acuerdo al consumo de mermelada que constó del 70% se les preguntó los cinco sabores más consumidos y comprados en el mercado (Figura 42), el dominio de la mermelada de fresa con un 80% de consumo fue evidente sobre los otros sabores (Naranja, zarzamora, durazno y chabacano) seguido de los sabores zarzamora y chabacano, que basados en información del mercado fueron sabores seleccionados debido a que se venden en tiendas accesibles al público y de marcas reconocidas.

En una investigación Anónima (1998) realizada para la introducción de mermelada de manzana al mercado mexicano, se mencionó que para ese tiempo se encontraba en pleno crecimiento, en donde el mayor consumidor de este producto era el segmento de panificación, así mismo, se clasificó como un mercado que se mantiene en constante competencia ya que para entrar al mercado se requería incorporar mermeladas de otras frutas.

Contando con las cuestiones resueltas se procedió a la degustación en la que a su vez se cuestionaba primeramente aspectos generales (olor, color y sabor) con una escala hedónica de 5 puntos (Me gusta mucho, Me gusta, Ni me gusta ni me disgusta, Me disgusta, me disgusta mucho) (Figura 43).

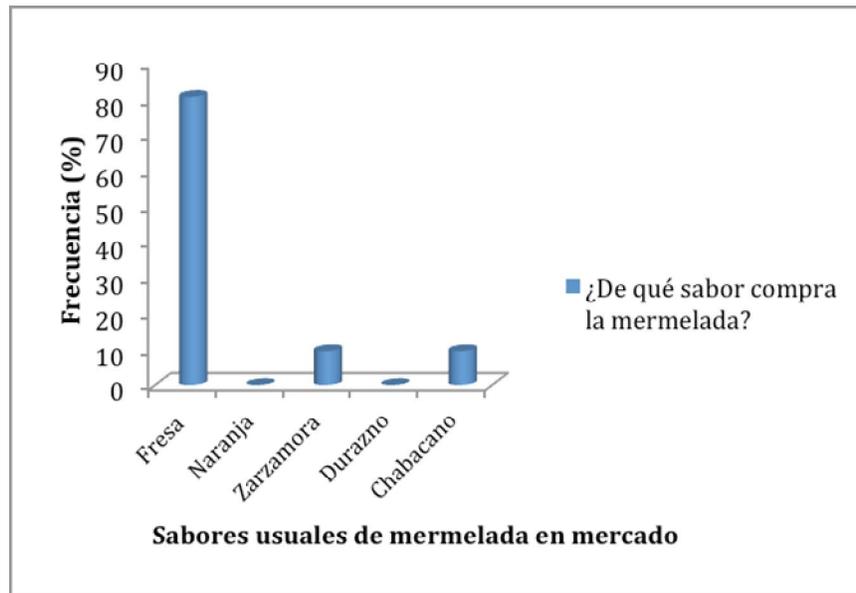


Figura 42. Nivel de consumo en los sabores de mermelada usuales en el mercado por parte de los 30 consumidores participantes de la prueba.

En las dos primeras opciones (Me gusta mucho y me gusta) también llamadas top two box, de las que se obtuvo una sumatoria del 90% de aceptabilidad, lo que indicó que el primer juicio hacia el producto está aprobado por medio de la visión del consumidor, ya que la mermelada de pitaya tuvo un color parecido a la mermelada tradicional (fresa), concordando con lo que mencionan Vignoni *et al.* (2002) en su estudio realizado en mermeladas de tomate en el que señalan que las mermeladas que gozan de un color similar al producto de fresa tienen mayor aceptación por parte del consumidor, debido a la relación con este fruto. En el olor se tuvo un 40% de aceptabilidad (me gusta) y un 38% de indiferencia por parte de los participantes ante esta propiedad, lo cual sugirió que se debe realizar un ajuste en la formulación o agregar un potenciador de olor para que esta propiedad se vea mejorada y despierte reacciones secundarias que provoquen el consumo de este producto; sin embargo, esta solución no es completamente necesaria de acuerdo al estudio realizado por Vignoni *et al.* (2002) el aroma depende de la edad del panelista ya que se considera importante para personas de edad joven (adolescentes), mientras que los mayores ponderaron mejor otras características.



Figura 43. Frecuencia de la aceptación en las propiedades físicas de la mermelada de pitaya como lo son el color, olor y sabor, por parte de los 30 consumidores participantes.

Otra cuestión analizada fue el nivel de agrado de acuerdo a la acidez en la mermelada (Figura 44), lo cual es de gran importancia debido a que puede provocar cristalización, sinéresis y en un nivel bajo de acidez perjudica la capacidad de gelatinización de la pectina. Por lo que se considera un factor crítico que a pesar de afectar las propiedades físicas mencionadas anteriormente también puede afectar sensorialmente su aceptación (Cantwell, 2006).

Sin embargo, en el presente trabajo se presentó que un 60% de los panelistas consideraron el contenido de acidez de su completo agrado (ideal) un 30% consideró a la mermelada con bajo porcentaje de acidez, pero que no influiría en su intención de compra, ya que les agradaba.

El nivel de dulzor en la mermelada también se considera un factor crítico que puede afectar directamente a la intención de compra por parte de los consumidores aunque las propiedades físicas mencionadas anteriormente sean excelentes, ya que es un producto realizado con sacarosa en grandes cantidades para su conservación, se busca que el sabor y nivel de dulzor sean agradables y no muy altos para evitar el hostigamiento al paladar, (Figura 45).

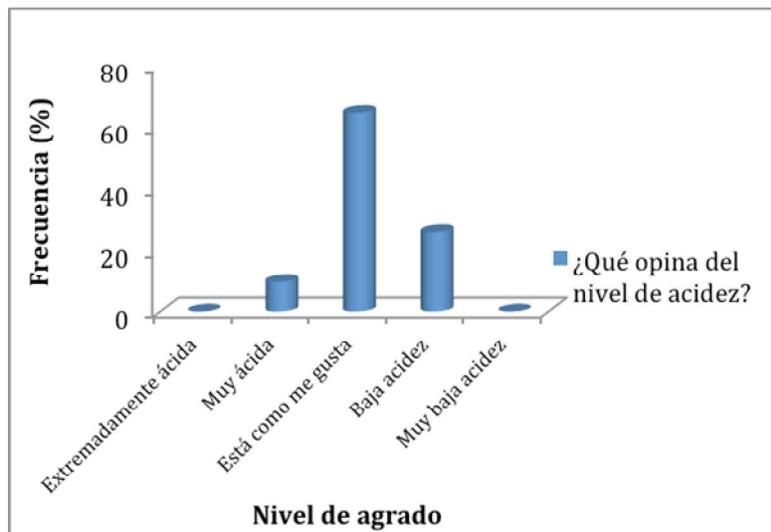


Figura 44. Nivel de agrado obtenido por parte de los 30 consumidores participantes en el nivel de acidez de la mermelada de pitaya.

El 55% de los panelistas consideró que el nivel de dulzor es tal como les gusta, y el 40% consideró que éste fue muy dulce; sin embargo, ningún consumidor demostró desagrado por este atributo. Coello *et al.* (2000) mencionan que la percepción de artificialidad, la expectativa de dulzor y del sabor característico de la mermelada (pitaya) crecen al aumentar la pureza del color y disminuyen al incrementarse la claridad y el tono, afectando directamente la aceptabilidad del consumidor, por lo cual no se recomienda modificar esas propiedades.

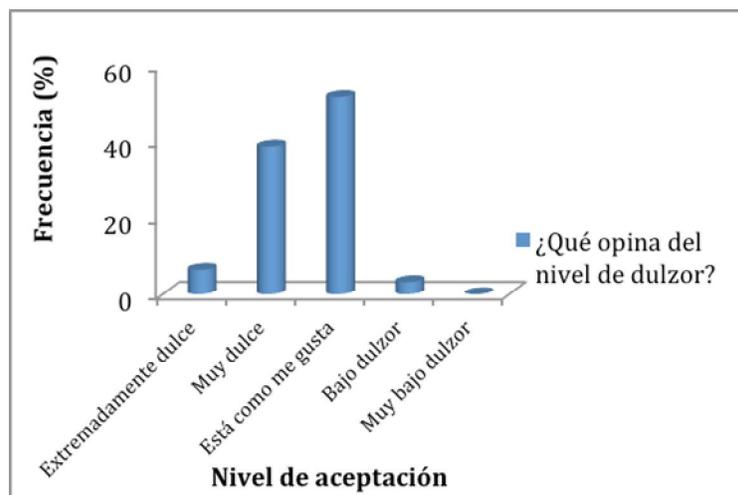


Figura 45. Nivel de agrado por parte de los 30 consumidores habituales en el nivel de dulzor de la mermelada de pitaya.

En la Figura 46 se muestra la intención de consumo y compra por parte de los consumidores en donde para la intención de compra se tuvo un 83 y 70% de intención de consumo, lo que indicó aceptación buena pero para mejorar este resultado, se tendría que acudir a un estudio de mercado más profundo, aunado con lo mencionado por Cabanillas *et al.* (2009) en el que señalan que muchas de las personas no consumen la pitaya, lo que nos indica que para poder entrar al mercado, necesitamos una buena publicidad y estrategias de marketing para que la mermelada sea conocida y la gente pueda apreciarla debido a los beneficios que trae este al consumirlo.

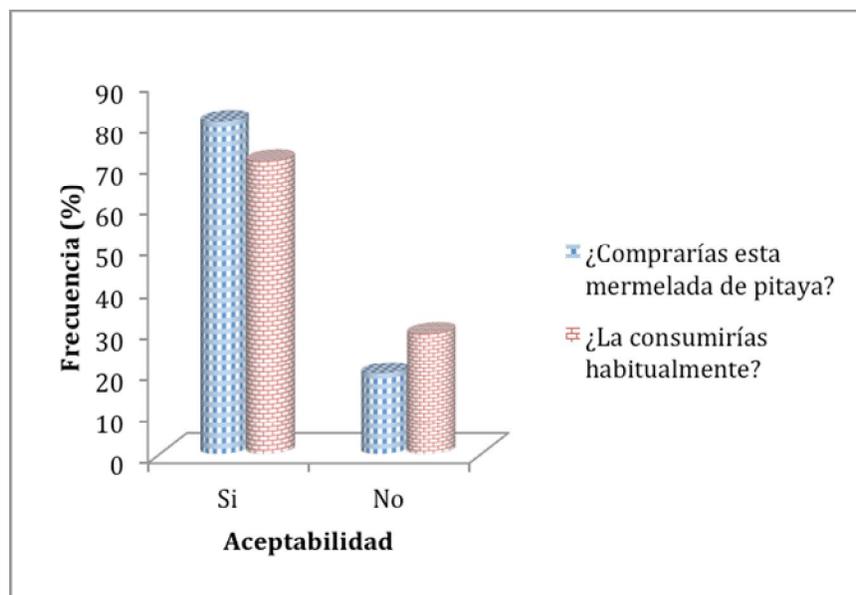


Figura 46. Aceptabilidad e intención de consumo y compra del producto por parte de los 30 consumidores participantes.

Conclusiones

Conclusiones

Con base en los resultados anteriores se concluye lo siguiente:

- El panel de jueces sensibilizó su capacidad organoléptica y educaron a los sentidos para detectar alteraciones o diferencias entre productos, disminuyendo el nivel de umbral para todos los sentidos y alcanzando a percibir las diferencias a bajas concentraciones de sabor, logrando su capacitación como jueces semientrenados.
- El análisis descriptivo cuantitativo del café de grano de México indicó que no existió diferencia significativa en los perfiles de aroma y sabor entre ellos a pesar de haber sido cultivados en 4 diferentes estados con diferentes condiciones, sin embargo, predominó la variedad típica proveniente de Oaxaca, debido a sus altos valores en todos los atributos y al equilibrio que presentan los mismos en la bebida.
- La prueba discriminativa triangular en manzana “Golden” mínimamente procesada y almacenada en diferentes envases (bolsa de PE, tarrina de PET y bolsa de PVDC) permitió establecer que el envase no influyó en su conservación, sin embargo, la preferencia por parte de los jueces mostró lo contrario, eligiendo en su mayoría el producto envasado en bolsa de PE seguido de la tarrina de PET y por último la bolsa de PVDC.
- La prueba afectiva efectuada en este proyecto presentó una visible y marcada aceptación por la mermelada de pitaya, de igual modo, permitió mostrar la alta intención de compra por parte de los consumidores.

Recomendaciones

Recomendaciones

- Estadísticamente se requiere de un panel de 20 personas para la obtención de datos confiables.
- Comprometer a los panelistas a participar y establecer un plan de motivación para asegurar su asistencia tanto a entrenamientos como a pruebas.
- Dividir al panel en jueces iniciados y jueces máster, dependiendo de la dificultad o seriedad de la prueba se selecciona el panel más adecuado para llevar a cabo la evaluación.
- Programar entrenamientos al menos dos días a la semana abarcando la mayoría de productos posibles.
- Para obtener una mayor cantidad de juicios en el caso de las pruebas discriminativas, con más de 13 jueces por pruebas discriminativas y más de 15 en pruebas cuantitativas.
- Efectuar el análisis secuencial a jueces al menos cada 6 meses para calibración y monitoreo.
- Es necesario contar con las instalaciones correspondientes (cabinas de evaluación sensorial) por la neutralidad de los colores y preferentemente a puerta cerrada o aislado de distractores y contaminación olfativa y auditiva.

Bibliografía

Bibliografía

- AENOR (2010). Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR N.A 71.970 (Eds.), *Análisis Sensorial*, España.
- Anónimo (1998). Análisis Estratégicos de oportunidades de mercado para la manzana de Chihuahua. *Investigación de mercado*. Recuperado en ¿?Disponible en: <http://201.131.19.30/estudios/agroindustria/Estudio%20de%20la%20Manzana.pdf>.
- World Agroforestry Centre (2011). *La Calidad del Sustrato*. Recuperada en Enero del 2012. Disponible en: <http://www.worldagroforestry.org> ordenar en el lugar W
- Anzaldúa, M.A. (2007). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. España: Acribia
- Aplicaciones Naturales. *Fisiología de los sentidos*. Recuperada en enero 2011. Disponible en: <http://www.naturales.info>.
- Barreiro, P; Ruíz, M. (1998). Medida Instrumental de la harinosidad de la manzana. *ETSI*. Vol. 1 - 3.
- Bascuñán, K; Valenzuela, R; Valenzuela, A. y Chamorro, R. (2006). Ácidos grasos Omega – 3, enfermedades psiquiátricas y neurodegenerativas: Un nuevo enfoque preventivo y terapéutico. *Revista clínica de nutrición*. 36 (4): 1120 – 1128.
- Bianchi, G; Garibotto, G; Tranco, J; Ballesteros, F; Feed, O. (2010). Calidad de carne ovina. *Producción Animal*, 7.:278 87 – 98.
- Blog Diseño Gráfico & Web. (2011). *Círculo Cromático*. Creative Commons. Recuperada en Febrero del 2012 de: <http://graficosyweb.blogspot.mx/2011/05/circulo-cromatico.html>.
- Bran, Q.D; Alvear, M.E; Zapata, P.Y (2009). *Análisis Sensorial (cata de café)*. Universidad de Antioquia. Facultad de química farmacéutica. Recuperada en Noviembre del 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/54272182/Cata-de-Cafe-Analisis-Sensorial>
- Cabanillas, E.A. (2009). Elaboración de mermelada de Yacón. Recuperada en Enero del 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com>
- Caltrava, R.J. (2010). *Aplicaciones de los test estadísticos secuenciales a la fabricación y comercialización de productos : Pasado , Presente y Futuro*. México. Recuperada en Noviembre del 2011. Disponible en: http://www.marm.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_ays%2Fa003_06.pdf

- Cantwell, M. (2006). *Jícama (jícama de agua). Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha*. Postharvest Technology Research & Information Center. University of California, Davis. USA. Disponible en: http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/tecnicas_poscosecha_pequena_es_cala.pdf
- Castro, E; Verdugo, M; Miranda, M; Rodriguez, A. (1993). Determinación de parámetros texturales de galletas. *Ciencia de los Alimentos y Tecnología de Química*, 11: 1 – 13.
- Cedeño, M; Cornejo, F. (2010). Determinación de la temperatura vitreo de transición en caramelos duros. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*, 5: 1 – 7.
- Clerissi, W; Ross, B y Fetcher, L. (1991). Actue ototoxicity of tryalkyltins in the guineapig. *Toxicol Appl Pharmacol*. 3: 547 – 566.
- Coello, T; Díaz, C y Gómez, N. (2000). Efectos del color en la aceptabilidad, artificialidad, dulzor e intensidad del sabor de bebidas lácteas. *Psicothema*, 12 (2): 140-144
- Costell, E y Duran, L. (1981). El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. *Revista Agroquímica Tecnología Alimentaria*, 21 (4): 454 – 458.
- Dykes, R.W. (1977). Sensory receptors. En *Reconstructive Microsurgery*, RK Daniel y JK Terzis (Royal Society Publishing.). Boston: Little Brown & Co.
- Echeverria, G; Graell, J; López, L y Lara, I. (2008). La calidad organoléptica de la fruta. *Horticultura internacional*. 7: 26 – 36.
- Edison. (2011). *Recursos teóricos y prácticos sobre el color*. Recuperada en Enero del 2012. Disponible en: [http:// www.proyectacolor.cl](http://www.proyectacolor.cl).
- El Ergonomista (2005). *Mecanismo de pérdida de estabilidad*. Recuperada en Marzo del 2012. Disponible en: <http://www.elergonomista.com>
- Esbensen, K.H. (2002). *Multivariate data analysis in practice – An introduction to multivariate data analysis and experimental design*. CAMO Porcess AS. Norway.
- Escalante, E. (2009). *Evaluación del efecto térmico sobre los atributos de calidad del puré de manzana*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria. Chile.
- Escamilla, J.T. (1997). *Análisis Descriptivo Cuantitativo de café*. Tesis de licenciatura de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.

- Federación española del café(2008). Características a evaluar en un café . Europa. Consultado en Noviembre del 2011. Disponible en: <http://www.federacioncafe.com/Publico/ElCafe/caracteristicas.asp#>
- Figuerola, M y Rojas, F. (1993). *Análisis Estratégicos de oportunidades de mercado para la manzana de Chihuahua*. Recuperado el 15 de enero del 2012. Disponible en : <http://201.131.19.30/estudios/agroindustria/Estudio%20de%20la%20Manzana.pdf>
- Fortin, J. y Desplancke, C. (2001). *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. España: Acribia.
- Ganong, W.F. (1994). Fisiología Médica. 13ª Edición. *El manual moderno*. México
- Gilman, S. y Newman, S. (1998). Principios de neuroanatomía y neurofisiología. *Manual Moderno*. México. 4 (1): 204 – 210.
- Grub, H. (1997). Análisis sensorial en chicos. *H&R Contact*, 3: 3-6
- Guyton, A.C. (1994). *Tratado de Fisiología Médica*. Edición 9ª. Madrid: McGrawHill.
- Hernández, A.F; Aguayo, E. y Artes, F. (2009). Productos vegetales mínimamente procesados o de la cuarta gamma. *Horticultura Internacional*. 69: 52 – 57.
- Hernández, A. (2002). Procesos Industriales. El imperio de los sentidos. *Énfasis Alimentación México*, 7: 6 – 15.
- Hernández, A. (2007). Evaluación Sensorial de Productos Agroalimentarios. México:Acribia.
- Hernández, S; Pirovani, M; Bejar, G; González, A; Aguilar, G. (2010). Cambios fisicoquímicos y sensoriales limitantes de la vida de anaquel de mango fresco cortado. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33 (3): 215 – 223.
- Illycaffè S.p.A, (2008). Arte de la degustación del café. Europa. Consultado en Octubre del 2011. Disponible en: <http://www.illy.com/wps/wcm/connect/es/illy/empresa/sociedad/>
- Infoagro. (2010). *Temario curso evaluación sensorial*. Recuperado el 15 de enero del 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com>
- ISO. (2004) Sensory Analysis – methodology – sequential snalysis. International Organization for Standarization. ISO. ISO Standart 16820
- Krug, C.A. (1969). Estudio Mundial del café. *América del norte y amércia central*. España. Acribia.

- López, I.E; Carvajal, M.R y Macas, P.E (2010). Proyecto Inversión para la elaboración y comercialización de un dulce a base de frutas no tradicionales en el mundo de Guayaquil. Tesis para Economista con mención en gestión empresarial especialización en Finanzas. Ecuador.
- López, L; Romero, J; Ureta, F. (2001). Tratamientos de desinfección de lechugas (*Lctuca saliva*) y frutillas (*Fragaria chilionensis*). *ALAN*, 51 (4): 6 – 12.
- López, M. (2007). Extracción de aceite de café. Ingeniería e Investigación. *Revista Ingeniería e investigación*, 27 (1): 25 – 31.
- López, N; López, R; Acuña, C. (2010). Evaluación sensorial y analítica de la calidad de aceite de oliva extravirgen. *IDESIA (Chile)*, 26 (2): 27 – 44.
- Marcel, A.B. (2008). El oído. El cuerpo humano, órganos sensoriales. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo*. 11. USA.
- Meilgaard, M.; Civille, G.V. y Carr, B.T (1999). *Sensory evaluation techniques*. USA:CRC
- Millán, J; Cardona, B; Herrera, J; Arbelaez, D; Gutierrez, D. (2010). Análisis sensorial e instrumental (textutra) a una salsa agridulce de Bojoró. *Revista Lasallista de Investigación*, 7 (1): 36 – 41.
- Mondino, M.C y Ferratto, J. (2006). El análisis sensorial , una herramienta para la evaluación de calidad desde el consumidor. *Revista agromensajes de la facultad*, 18: 87 – 89.
- Mott, A.E. y Leopold, D.A. (1991). Disorders in taste and smell. *Med Clin N Am* 75:1321-1353.
- Mott, A.E; Grushka, M; Sessle, B.J. (1993). Diagnosis and management of taste disorders and burning mouth syndrome. *Dental Clinics of North America*, 37.33-71.
- Nolassco. M. (1985). *Café y sociedad en México. Los agroecosistemas cafetaleros*. España. Editorial. Acribia.
- Olivos, R; Nevarez, G; Gastelum, M. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua*, 3: 1 – 7.
- Ospina, M y Cartagena, J.R (2008). La atmósfera modificada. Alternativa para la conservación de alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*. Colombia. 5 (2): 112 – 123.

- Patiño, J y Rodríguez, M. (2003). *Estudio de la Actividad Enzimática en Pitaya*. Recuperado el 15 de enero del 2012. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v11s1/v11s1a05.pdf>
- Pedrero, D.L y Pangborn, R.M (1994). Evaluación sensorial de los alimentos. *Métodos Analíticos. Análisis Secuencial*. México:Acribia.
- Por mis cafés (2010). Cultivo del café. México. Consultado el 21 de noviembre del 2011. Disponible en: http://www.pormiscafes.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=14
- PROFECO (2001). Calidad de café tostado, en grano o molido. *Revista del consumidor*, 289: 1-5.
- Ressler, K.J., Sullivan, S.L. y Buck, L.B. (1994). A molecular dissection of spatial patterning in the olfactory system. *Curr Opin Neurobiol* 4:588-596.
- Rey, P. B. A. (1990). Medical eye examination strategies for VTD operators. *Work with display units* 89. USA.
- Rodríguez, M; Rubio, Y. (2010). Elaboración de un sucedaneo de café (*Coffea arabica* L.) a base de soya (*Glyane maxl*). *Revista Venezolana de ciencia y tecnología de alimentos*, 1 (2): 141 – 156.
- Romo, L. (2007). *Evaluación Sensorial de Quesos de Oveja y Cabra*. Recuperado el 15 de enero del 2012. Disponible en: <http://www.inti.gov.ar/lacteos/pdf/cuadernotecnologico5.pdf>
- Salcido, M; Meza, J; Enríquez, M. (2008). Mejoramiento de color y textura de papa frita (chips) por pre – acondicionamiento térmico y cloruro de calcio. *Ciencias Biológicas Durango*, 8 (1): 43 – 57.
- Salinas, M; Soria, R; Espinoza, T. (2010). Aprovechamiento y distribución de maíz azul en el estado de México. Recuperado en Enero del 2012. Disponible en: <http://sagarpa.com>
- Sánchez, I y Albarracín, W. (2010). Análisis Sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23: 227 – 239.
- Sancho, J; Miller, R; Cortés, E. (1999). Sustitución actual del manejo integral de los residuos sólidos en México. México. *SEDESOL*. 47 – 54.
- Schiffman, S.S. (1993). Changes in taste and smell. Drug interactions and food preferences. *NutrRev*, 52 (3): 11 – 14.

- Schiffman, S.S. (1994). Changes in taste and smell: Drug interactions and food preferences. *Nutr Rev* 52(II): S11-S14.
- Thompson, J.L; Drake, M.A; Lopetcharat. K and Yates. M.D. (2004). Preference Mapping of Commercial Chocolate Milks. *Journal of food Science*. 69 (9): 406-413
- Vázquez, M. (2008). Curso de Evaluación Sensorial. Impartido en: Haarmann & Reimer de Venezuela S A. 15 Febrero 2008.
- Vázquez, C. (2011). Evaluación Sensorial. *Curso de Evaluación Sensorial*. Sensient Flavors México S.A de C.V. 10 Junio 2011.
- Vignoni, L; Bauza, M; Herrera, M; Marabile, M; Barucciotto, C. (2002). Evaluación sensorial de mermeladas de tomate de color no tradicional. *FCA UNNCuyo*, 1: 43 – 49.
- Vilanova de la Torre. (2008). *Análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) aplicado al estudio del aroma de los vinos gallegos*. Percepnet + Freixenet. Recuperado el 15 de enero del 2012. Disponible en : <http://www.percepnet.com>
- Villarroel, L; Álvarez, J y Maldonado, D. (2003). Proyecto de estadística Aplicada CESA. *Aplicación del análisis de componentes principales en el desarrollo de productos*. 1 – 8.
- Watts, B; Ylimaki, G; Jeffery, L y Elias, L. (1995). Establecimiento de paneles sensoriales. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. *Lord Library*. USA.
- Witting, E. (1996a). El análisis estadístico de los datos sensoriales. Una forma de evaluar a las muestras, a los procedimientos, a los jueces y el analista. *RIEPSA*, 3: 15 - 18
- Witting, E. (1996b). Tratamiento y conservación de alimentos .El sentido del olfato. *RIEPSA*, 3: 18 – 21.
- Witting, E. (1996c). Tratamiento y conservación de alimentos. El sentido del gusto. *RIEPSA*, 2: 10 – 13.
- Zamora, E. (2007). *Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados*. Tecnología de alimentos. Ministerio de educación superior. Recuperado en Enero del 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com>

Anexos

ANEXO 1 CUESTIONARIO INICIAL PARA LA SELECCIÓN DEL PANEL DE JUECES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FESC



NOMBRE: _____

SEXO: _____

FECHA: _____

EDAD: _____

El siguiente cuestionario tiene la finalidad de establecer el perfil de cada uno de los participantes en el proyecto.

Te pedimos contestar de manera clara cada una de ellas.

1. ¿Padeces alguna alergia?

Si

No

¿A qué?

2. ¿Padeces alguna enfermedad crónica o degenerativa?

Si

No

¿Cuál?

Daltonismo

Hiposmia

Anosmia

Disosmia o Cacosmia

Pérdida de tacto o sensibilidad en manos o dedos

Ageusia

Hipogeusia

Disgeusia

Otra: _____

3. ¿Fumas?

Si No

4. ¿Cuántos cigarros consumes?

5 a la semana 10 a la semana Más de 10 a la semana

5. ¿Dejarías de fumar durante el proyecto?

Si No

6. ¿Consumes bebidas alcohólicas?

Si No

7. ¿Con que frecuencia?

1 vez a la semana 2 a 4 veces por semana Más de 5

8. ¿Dejarías de consumir bebidas alcohólicas durante el proyecto?

Si No

9. ¿Consumes picante?

Si No

10. ¿En qué cantidad?

Mucho

Medio

Poco

11. ¿Has tomado algún curso de evaluación sensorial?

Si No

MUCHAS GRACIAS!!!!

ANEXO 2 FORMATO PARA PRUEBA DE IDENTIFICACIÓN DE AROMAS
PRUEBA DISCRIMINATIVA PRUEBA DE IDENTIFICACIÓN DE AROMAS

NOMBRE: _____

FECHA: _____



INSTRUCCIONES:

1. Realiza una aspiración fuerte de cada muestra, retener la respiración y soltar el aire poco a poco.
2. Escribir el o los primeros recuerdos que te vengan a la mente al momento de realizar la aspiración.
3. Con ayuda de los recuerdos escritos, asociar con el olor definitivo de la muestra.
4. Indicar el producto que estas oliendo y si conoces el nombre químico, escríbelo, no es necesario.

CLAVE	ASOCIACIÓN	IDENTIFICACIÓN
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!!!!

ANEXO 3 FORMATO PARA PRUEBA DE EMPAREJAMIENTO

PRUEBA DISCRIMINATIVA EMPAREJAMIENTO

NOMBRE: _____

FECHA: _____



INSTRUCCIONES:

1. Da pequeños sorbos y deja la muestra en la superficie de la lengua por unos segundos.
2. Identifica el sabor básico y escribe la clave de la muestra en el cuadro donde corresponda
3. Deja pasar unos segundos entre muestra y muestra, o enjuágate la boca con agua simple o toma un pedazo de galleta habanera para muestras que te saturen el paladar.
4. Prueba en el orden de izquierda a derecha y de adelante hacia atrás.

BASICO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DULCE											
ÁCIDO											
SALADO											
AMARGO											
UMAMI											
NEUTRO											
NO IDENTIFICO											

NEUTRO = Igual a agua NO IDENTIFICO = Percibo un sabor pero no se definirlo
UMAMI = 5to sabor básico y el sabor es una mezcla entre salado y acido similar al jugo maggi.

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!!!!

**ANEXO 4 FORMATO PARA PRUEBA DE ORDENAMIENTO
PRUEBA DISCRIMINATIVA**

ORDENAMIENTO

NOMBRE: _____

FECHA: _____



INSTRUCCIONES:

1. Frente a usted hay un set de muestras a diferentes concentraciones de ácido cítrico
2. Comience a evaluar de izquierda a derecha.
3. Evalúe las muestras olfativamente, agitando ligeramente y realizando aspiraciones profundas.
4. Da pequeños sorbos de cada muestra SIN probar en repetidas ocasiones (evitar saturación).
5. Ordene las muestras de MAYOR A MENOR INTENSIDAD DE ÁCIDO.
6. Límpiase el paladar con agua simple o tome un pedazo de galleta habanera para muestras que provoquen saturación.

--	--	--	--

MAYOR INTENSIDAD
INTENSIDAD



MENOR

Comentarios:

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!!!!

ANEXO 5 FORMATO PARA PRUEBA TRIANGULAR
PRUEBA DISCRIMINATIVA
PRUEBA TRIANGULAR

NOMBRE: _____

FECHA: _____



INSTRUCCIONES:

5. Frente a usted hay dos sets de seis muestras, en cada set hay una dos muestras iguales y una diferente.
6. Escriba en cada línea o espacio vacío la clave correspondiente a la muestra.
7. Por favor pruebe cada set de izquierda a derecha.
8. Marque con un círculo la muestra diferente.

MÉTODO DE EVALUACIÓN:

- a. Mover lentamente la muestra y oler.
- b. **Para un producto líquido:** pruebe un poco de muestra SORBIENDO, déjela en su paladar unos segundos, y continuar con la siguiente muestra.
- c. **Para un producto sólido:** pruebe un poco de muestra, déjela en su paladar unos segundos, y continúe con la siguiente muestra. Tomando en consideración el paso "a".
- d. Continúe con el siguiente set de muestras de la misma forma que lo hizo anteriormente de acuerdo a las indicaciones del paso a,b o c.
- e. Al terminar cada set es muy importante que se enjuague con agua (o con el vehículo que indique el coordinador) y deje pasar unos segundos para la siguiente evaluación.
- f. Si no toma agua para enjuagar su boca puede comer un pedazo de galleta.

SET 1

Es diferente por:

SET 2

Es diferente por:

ANEXO 6 FORMATO PARA PRUEBA DUO TRIO

**PRUEBA DISCRIMINATIVA
PRUEBA DÚO – TRÍO**

NOMBRE: _____

FECHA: _____



INSTRUCCIONES:

9. Frente a usted hay dos sets de muestras, en cada set hay una muestra identificada con "R" como la referencia y dos muestras de interés.
10. Escriba en cada línea o espacio vacío la clave correspondiente a la muestra.
11. Por favor pruebe cada set de izquierda a derecha.
12. Marque con un círculo la muestra **diferente a "R"**.

MÉTODO DE EVALUACIÓN:

- g. Mover lentamente la muestra y oler.
- h. **Para un producto líquido:** pruebe un poco de muestra SORBIENDO, déjela en su paladar unos segundos, y continuar con la siguiente muestra.
- i. **Para un producto sólido:** pruebe un poco de muestra, déjela en su paladar unos segundos, y continúe con la siguiente muestra. Tomando en consideración el paso "a".
- j. Continúe con el siguiente set de muestras de la misma forma que lo hizo anteriormente de acuerdo a las indicaciones del paso a,b o c.
- k. Al terminar cada set es muy importante que se enjuague con agua (o con el vehículo que indique el coordinador) y deje pasar unos segundos para la siguiente evaluación.
- l. Si no toma agua para enjuagar su boca puede comer un pedazo de galleta.

SET 1

R _____ _____

Es diferente por:

SET 2

R _____ _____

Es diferente por:

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!!!!

ANEXO 7 FORMATO PARA ESTABLECER ESCALAS DE TEXTURA

NOMBRE: _____

NO. JUEZ: _____

2DA PRUEBA ESCALAS DE TEXTURA

De acuerdo al entrenamiento de escalas estándar recibido al inicio del curso, y con la finalidad de llevar a cabo un repaso, ordena los siguientes productos de acuerdo al atributo que se está evaluando:

DUREZA

MENOR DUREZA

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

MAYOR DUREZA

Chicloso suave
Malvavisco
Pan Blanco
Mazapán
Gomita
Pan Tostado
Caramelo duro
Chicloso Duro

VISCOSIDAD

MENOS VISCOSO

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

MAS VISCOSO

Jarabe de maíz
Agua
Miel de abeja
Jarabe 20°Bx
Leche condensada
Jarabe 10°Bx

GRADO DE CRUJIDO

MENOS CRUJIENTE

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

MAS CRUJIENTE

Chicharrón
Fritura de maíz (Fritos)
Galleta nieve
Buñuelos

GRADO DE DESMORONAMIENTO

MENOS DESMORONABLE

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

MAS DESMORONABLE

Galleta salada
Gomita
Galleta emperador
Polvorón
Mazapán
Galleta nieve

PEGAJOSIDAD

MENOS PEGAJOSO

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

MAS PEGAJOSO

Chicloso suave
Gomita
Malvavisco
Chicloso duro

JUGOSIDAD

MENOS JUGOSO

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

MAS JUGOSO

- Pan tostado
- Jícama
- Polvorón
- Chocolate en polvo
- Limón

HARINOSIDAD

MENOS HARINOSO

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

MAS HARINOSO

- Tortilla de maíz
- Pera
- Manzana
- Puré de papa

TERSURA

MENOS TERSO

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

MAS TERSO

- Panqué
- Flan
- Mazapán
- Chocolate en polvo
- Caramelo duro
- Pan tostado

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!!!! =)

ANEXO 8 FORMATO UTILIZADO PARA EVALUACION DE CAFÉ DE GRANO

AROMA

Tierra Húmeda: Referencia tierra húmeda

Tabaco: Referencia hojas secas de tabaco

Cenizas: Cenizas de cigarro en cenicero

Tostado: Referencia haba tostada

Verde: Referencia pasto cortado

SABOR

Tostado: Referencia trigo tostado

Amargo : Referencia solución al 0.06% de cafeína

Terroso: Referencia tierra húmeda

Cocoa: Referencia cocoa

MOUTHFEEL

Tabaco: Referencia hojas secas tabaco

Astringente: Solución ácido tánico al 0.06%

Cuerpo: Referencia solución al 3% de sacarosa

ANEXO 9

FORMATO UTILIZADO PARA PRUEBA AFECTIVA DE ACEPTACION MERMELADA DE PITAYA

NOMBRE: _____

EDAD: _____

PRUEBA AFECTIVA MERMELADA DE PITAYA

Se le brindará una muestra de mermelada en un vaso de plástico, comience oliendo el producto y prosiga a la degustación, favor de ser lo más sincero posible al momento de contestar, elegir únicamente una opción por pregunta y todas las preguntas deben ser contestadas sin excepción.

11. ¿Conoce la pitaya?

Si

No

12. ¿Consumes mermelada usualmente?

Si

No

13. ¿De qué sabor compra la mermelada?

Fresa

Durazno

Naranja

Chabacano

Zarzamora

14. De la muestra que se le dio, ¿qué tanto le gusta su color?

Me gusta mucho

Me gusta

Ni me gusta, ni me disgusta

Me disgusta

Me disgusta mucho

15. ¿Qué tanto le gusta el olor?

Me gusta mucho

Me gusta

Ni me gusta, ni me disgusta

Me disgusta

Me disgusta mucho

16. ¿Qué tanto le gusta su sabor en general?

- Me gusta mucho
- Me gusta
- Ni me gusta, ni me disgusta
- Me disgusta
- Me disgusta mucho

17. ¿Qué opina del nivel de acidez?

- Extremadamente ácida
- Muy ácida
- Está como me gusta
- Baja acidez
- Muy baja acidez

18. ¿Qué opina del nivel de dulzor?

- Extremadamente dulce
- Muy dulce
- Está como me gusta
- Bajo dulzor
- Muy bajo dulzor

19. ¿Estarías interesado en comprar esta mermelada de pitaya?

- Si
- No

20. ¿La consumirías habitualmente si saliera al mercado?

- Si
- No

GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN ¡!!!! =)