



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS SENSORIALES EN LA
CARACTERIZACIÓN DE UN SUPLEMENTO DE ORIGEN VEGETAL**

TESIS

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

PRESENTA

GABRIELA ALEJANDRA NERIA VELASCO

DIRECTORA DE TESIS

DRA. ISADORA MARTÍNEZ ARELLANO



Ciudad Universitaria, CD.MX., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesora: Adelina Escamilla Loeza

VOCAL: Profesora: Isadora Martínez Arellano

SECRETARIO: Profesora: Ana Karina Elias Patiño

1er. SUPLENTE: Profesor: Manuel Esteban Enríquez Villeda

2° SUPLENTE: Profesora: Patricia Severiano Pérez

SITIOS DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Laboratorio de Ingeniería de Proceso, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT), UNAM. Anexo 4D Edificio A Facultad de Química, UNAM. Gimnasio de Halterofilia, UNAM.

ASESOR DEL TEMA:

Dra. Isadora Martínez Arellano _____

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dra. Patricia Severiano Pérez _____

SUSTENTANTE:

Gabriela Alejandra Neria Velasco _____

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	6
1.1 La malnutrición en el mundo y en México	6
1.2 Suplemento alimenticio: una alternativa para complementar la alimentación.....	7
1.3 Fuentes de origen vegetal en la elaboración de suplementos alimenticios.....	8
1.4 Estudios previos	9
1.5 Evaluación sensorial y su papel en el desarrollo de nuevos productos	13
1.5.1 Análisis descriptivo.....	15
1.5.2 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC).....	17
1.5.3 Pruebas con consumidores	18
1.6 Análisis estadísticos.....	21
1.6.1 Análisis de penalización	21
1.6.2 Análisis de componentes principales	22
1.6.3 Clasificación Jerárquica Ascendente	23
1.6.4 Mapa de preferencia	24
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA Y MATERIALES	26
2.1 Diagrama de la metodología.....	26
2.2 Muestras	27
2.3 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC).....	29
2.4 Pruebas con consumidores	35
2.5 Análisis de datos.....	36
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC).....	37
3.1.1 Selección del panel.....	37
3.1.1.1 Cuestionario de hábitos de consumo y de salud.....	37
3.1.1.2 Pruebas de umbral de gustos básicos.....	37
3.1.1.3 Pruebas Triangulares	39
3.1.1.4 Prueba de identificación de olores	39

3.1.2	Entrenamiento del panel	41
3.1.2.1	Generación de atributos	41
3.1.2.2	Anclaje de escala	46
3.1.2.3	Evaluación de atributos	46
3.1.2.4	Comprobación entrenamiento	49
3.1.3	Perfil sensorial de los suplementos alimenticios	53
3.2	Análisis de componentes principales	62
3.3	Pruebas con consumidores	65
3.3.1	Nivel de agrado.....	66
3.3.2	Ordenación (preferencia)	70
3.3.3	Mapa de preferencia externo.....	73
3.3.4	Justo como lo esperaba-JAR	77
3.3.5	Análisis de penalización	79
3.4	Discusión general.....	81
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES		85
CAPÍTULO 5. PERSPECTIVAS.....		86
BIBLIOGRAFÍA.....		87
ANEXOS.....		96

ÍNDICE DE TABLAS

- 1.1. Características de los métodos descriptivos utilizados en la evaluación sensorial.
- 1.2. Características de las pruebas con consumidores utilizados en la evaluación sensorial.
- 1.3. Diferentes escalas hedónicas utilizadas en pruebas con consumidores.
- 1.4. Diferentes escalas JAR utilizadas en pruebas con consumidores.
- 2.1. Ingredientes de las muestras utilizadas en la comprobación.
- 2.2. Concentraciones utilizadas para la prueba de umbral de gustos básicos.
- 2.3. Estándares utilizados en la evaluación de atributos para las muestras en estudio.
- 3.1. Umbrales de gustos básicos obtenidos grupalmente y reportados por Rivas (2014), Martínez (2014) y Escobedo (2010).
- 3.2. Porcentaje de aciertos de los participantes en la prueba triangular.
- 3.3. Porcentaje de aciertos de cada participante en la prueba olfativa.
- 3.4. Atributos de apariencia, olor, textura y sabor generados para las muestras de suplemento.
- 3.5. Atributos finales para las diferentes muestras.
- 3.6. Escala, definición y forma de evaluar para los diferentes atributos de las muestras.
- 3.7. Promedio de las tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de apariencia en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.
- 3.8. Promedio de las tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de olor en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.
- 3.9. Promedio de las tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de textura en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.
- 3.10. Promedio de las tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de sabor en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.
- 3.11. Promedio de las tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de apariencia, olor, textura y sabor de las seis muestras.
- 3.12. Media de preferencia de las seis muestras para los atributos dulzor, sabor chocolate y textura. Donde 1: menos preferida y 6: la más preferida.
- 3.13. Muestras clasificadas por orden ascendente de preferencia en los diferentes clústeres de consumidores para los tres atributos evaluados.
- 3.14. Resultados del análisis de penalización en el que se presenta la penalización global.

ÍNDICE DE FIGURAS

- 1.1. Clasificación de las pruebas analíticas.
- 1.2. Clasificación de las pruebas afectivas.
- 1.3. Ejemplo de escala utilizada en ADC.
- 1.4. Ejemplo de gráfico de telaraña utilizado en ADC para un yogurt de fruta. Los resultados muestran las similitudes y diferencias entre los productos por atributo.
- 1.5. Análisis de mapa interno de preferencia y mapa externo de preferencia.
- 2.1. Diagrama de la metodología que se llevó a cabo para la caracterización del suplemento alimenticio y la evaluación con consumidores.
- 2.2. Suplementos utilizados en el entrenamiento del panel.
- 2.3. Presentación de las muestras para la etapa de comprobación.
- 2.4. Presentación de las muestras para la prueba de umbral.
- 2.5. Evaluación de las muestras en la prueba de umbral.
- 2.6. Generación de atributos a las muestras en estudio.
- 2.7. Evaluación de las muestras en la etapa de comprobación.
- 3.1. Coeficiente de variación de cada atributo de FN en las diferentes sesiones.
- 3.2. Coeficiente de variación de cada atributo de FC en las diferentes sesiones.
- 3.3. Coeficiente de variación de cada atributo de FCS-A en las diferentes sesiones.
- 3.4. Perfil sensorial de las muestras de harina de avena-nopal sin sabor, harina de avena-nopal con sabor, harina de avena-quínoa sin sabor y harina de avena-quínoa con sabor.
- 3.5. Perfil sensorial de las seis muestras en estudio.
- 3.6. Análisis de Componentes Principales sobre los atributos sensoriales en las seis muestras.
- 3.7. Frecuencia de nivel de agrado sabor para las seis muestras en estudio.
- 3.8. Frecuencia de nivel de agrado dulzor para las seis muestras en estudio.
- 3.9. Frecuencia de nivel de agrado textura para las seis muestras en estudio.
- 3.10. Frecuencia de nivel de agrado general para las seis muestras en estudio.
- 3.11. Mapeo de preferencia externo para el atributo dulzor. Obtenido mediante el ACP y las calificaciones hedónicas del atributo dulzor.
- 3.12. Mapeo de preferencia externo para el atributo sabor chocolate. Obtenidos mediante el ACP y las calificaciones hedónicas del atributo sabor chocolate.
- 3.13. Mapeo de preferencia externo para el atributo textura. Obtenido mediante el ACP y las calificaciones hedónicas del atributo textura.
- 3.14. Porcentaje de consumidores (n=100) que calificaron en base a la escala JAR el atributo dulzor en las diferentes muestras.
- 3.15. Porcentaje de consumidores (n=100) que calificaron en base a la escala JAR el atributo sabor chocolate en las diferentes muestras.
- 3.16. Porcentaje de consumidores (n=100) que calificaron en base a la escala JAR el atributo textura en las diferentes muestras.

RESUMEN

En el presente proyecto se trabajó con un prototipo de suplemento alimenticio tipo papilla (gerber), hecho a base de harinas de leguminosas y cereales mezcladas con leche descremada, cocoa y dos edulcorantes (sucralosa y estevia), cada uno con dos concentraciones, una alta (0.24% y 0.25%) y otra intermedia (0.12% y 0.18%). Por lo tanto, se tuvieron seis muestras: FN (natural), FC (cocoa), FCS-A (cocoa + sucralosa-alta), FCS-I (cocoa + sucralosa-media), FCE-A (cocoa + estevia-alta) y FCE-I (cocoa + estevia-media). La metodología a seguir fue por medio del Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) se obtuvo el perfil sensorial de los suplementos alimenticios por medio de un panel entrenado. Asimismo, se realizaron pruebas de nivel de agrado, ordenación y justo como lo esperaba (JAR) con consumidores. Para correlacionar los atributos de los suplementos con el agrado del consumidor se realizó el análisis estadístico de mapa de preferencia externo. Finalmente, el análisis de penalización permitió conocer la dirección del suplemento alimenticio.

En el estudio de ADC once jueces fueron seleccionados mediante la aplicación de cuestionarios de hábitos de consumo y personales, pruebas de umbral de gustos básicos, pruebas discriminativas de alimentos e identificación de olores. El panel resultante se conformó por el 46% hombres y 54% mujeres entre 22 y 30 años de edad. Posteriormente, los jueces fueron sometidos a un entrenamiento, se desarrollaron 106 atributos para las muestras en estudio, reduciéndolos a 18, los cuáles fueron desglosados en: 5 de apariencia, 4 de olor, 4 de textura y 5 de sabor. Se requirió de 6 sesiones para que los jueces evaluaran de una forma homogénea y una vez que el panel quedó calibrado, se prosiguió a obtener el perfil sensorial de los suplementos. Como resultado de la evaluación, se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras, en los descriptores color, granulosidad (apariencia), brillo (apariencia), olor chocolate, olor masa, granuloso (textura), arenoso (textura), dulce, sabor chocolate y amargo.

Posteriormente, en las pruebas para consumidores, se entrevistaron a 100 personas, de los cuales el 48% fueron mujeres y el 52% fueron hombres (entre 18 y 71 años), de esta población el 37% consume suplementos y el 63% no lo hace. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos para medir el nivel de agrado de los atributos dulzor,

sabor chocolate, textura y agrado general, donde 1 = me desagradó extremadamente y 9 = me agrada extremadamente, las muestras tuvieron diferencia significativa ($p < 0.05$); sin embargo, ninguna de ellas alcanzó una calificación mayor a 6 en la escala de agrado. A pesar de esto, las muestras FCS-A y FCE-A obtuvieron la mayor calificación en las cuatro categorías evaluadas. Así mismo, se evaluó la preferencia del consumidor, observando que las muestras FCE-I y FCE-A fueron las más preferidas.

Por otro lado, por medio del mapa de preferencias externo se logró correlacionar los datos del análisis descriptivo y nivel de agrado, estableciéndose tres segmentos de consumidores para los atributos dulzor, sabor chocolate y textura. Sin embargo, no existió diferencia significativa en los segmentos formados, por lo que la preferencia es incierta. La interpretación de los resultados mostró mayor preferencia por la muestra FCE-A en la mayoría de los grupos, en las tres categorías mencionadas, siendo los atributos color, olor chocolate, olor leche con galleta, viscoso-textura, sabor chocolate y dulce los que mejor describen a dicha muestra.

Finalmente, la aplicación de la escala justo como lo esperaba (JAR) de tres puntos y el análisis de penalización, demostraron que todas las muestras deben ser reformuladas por no estar en la escala de justo como lo esperaba para los consumidores en los atributos dulzor y sabor chocolate, mientras que para el atributo textura, las muestras FCE-A y FCS-A no fueron penalizadas; no obstante, la mayoría de los comentarios de los consumidores mostraron desagrado en este atributo, por lo que también debe ser considerado para mejora.

Con todo lo anterior, se observa que los consumidores prefieren que las muestras de suplemento tengan tanto dulzor como sabor chocolate; sin embargo, deben ser reformuladas para mejorar la aceptación en los tres atributos evaluados.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mundo se está enfrentando a una doble carga de malnutrición que incluye la desnutrición y la alimentación excesiva. Lo anterior trae como consecuencia, en el caso de la nutrición inapropiada, muertes prematuras de las madres, lactantes y niños pequeños, así como desarrollo físico y cerebral deficiente en jóvenes. Por otro lado, el sobre peso y la obesidad aumenta la probabilidad de contraer enfermedades crónicas como es el cáncer, enfermedades cardiovasculares y la diabetes, cuyo tratamiento es difícil atender en lugares con escasos recursos y con sistemas de salud sobrecargados (FAO, 2017).

México no se queda atrás ante esta problemática donde hay elevadas prevalencias, ya sea por deficiencias o por excesos afectan a la población. Aun cuando la desnutrición ha disminuido, existen áreas donde este problema está altamente presente. Al mismo tiempo, el aumento de personas con sobrepeso y obesidad prevalece de manera simultánea (Shamah *et al.*, 2015).

Una opción confiable para enfrentar estos problemas de salud pública es el consumo de suplementos alimenticios. Éstos, además de mejorar el estado nutricional de las personas, permiten mantener, apoyar y optimizar las funciones fisiológicas del organismo (Knapik *et al.*, 2016). Diferentes partes del mundo han puesto su atención en ingredientes locales y de bajo costo para el desarrollo de suplementos alimenticios, un ejemplo de estos son los cereales y leguminosas. La combinación de ambas fuentes vegetales ofrece proteínas de alta calidad debido a la complementación de aminoácidos esenciales (Cerezal *et al.*, 2011).

Hay que tener en cuenta que antes de lanzar un producto al mercado, se tiene que evaluar la opinión del consumidor sobre las características sensoriales del mismo, ya que de esto dependerá el éxito del producto. Por esta razón, el análisis sensorial juega un papel importante en el desarrollo de nuevos productos ya que permite identificar aquellos atributos que contribuyen a la aceptación o rechazo de éstos (Stone *et al.*, 2012).

El análisis descriptivo es una de las metodologías sensoriales más usadas para identificar y cuantificar la intensidad de las propiedades sensoriales de los alimentos, un ejemplo, es el Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC), el cual provee una

descripción completa de todas las propiedades sensoriales de un producto y es realizado por un panel de jueces entrenados (Stone y Sidel, 1993). Por otro lado, las pruebas sensoriales con consumidores miden la preferencia y aceptación del alimento. Sin embargo, las preferencias de los consumidores suelen ser heterogéneas y en algunos casos, los datos promedios pueden no ser representativos de ninguna opinión individual. Lo anterior puede originar la formación de segmentos de consumidores de acuerdo a las preferencias de los mismos.

A menudo se ha observado que a los consumidores les cuesta trabajo explicar pequeñas diferencias entre los productos. Sin embargo, al integrar la respuesta del consumidor junto con datos sensoriales analíticos se puede adquirir más información direccional. Por esta razón el mapa de preferencias resulta ser una herramienta útil que logra integrar la respuesta del consumidor y los datos descriptivos.

Por otro lado, puede que existan atributos en el producto que afecten el agrado del consumidor. Una de las formas de identificar las debilidades y fortalezas, es evaluar los atributos, utilizando escalas JAR. Esto permite definir las posibles direcciones de mejora en el producto, además de que al mismo tiempo se puede medir los puntajes hedónicos y por lo tanto analizar los efectos de los atributos en el agrado. Para ello, se recurre al análisis de penalización para evaluar los resultados (Gere *et al.*, 2017).

En este contexto, en el presente trabajo se pretende identificar los atributos más relevantes de un suplemento alimenticio mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC). Una vez llevado a cabo lo anterior, se evaluará el nivel de agrado y preferencia del consumidor. El mapa de preferencia externo permitirá correlacionar los datos descriptivos y hedónicos para entender el gusto y la preferencia de los consumidores hacia este producto. Finalmente, con el análisis de penalización se pretende evaluar si los niveles de intensidad en 3 de los atributos del suplemento son los adecuados de acuerdo al agrado del consumidor.

OBJETIVOS

- Desarrollar el perfil sensorial de seis muestras de suplemento alimenticio mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) con el fin de describir las propiedades sensoriales del producto.
- Evaluar el agrado y preferencia de los consumidores sobre seis muestras de suplemento alimenticio.
- Obtener el mapa de preferencia externo con el fin de relacionar las preferencias del consumidor con las características del producto.
- Evaluar la adecuación de diferentes atributos susceptibles de modificar en las muestras por medio del análisis de penalización.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 La malnutrición en el mundo y en México

En los últimos años, ha ocurrido una serie de cambios en la dieta y en el estilo de vida de la población como consecuencia de la aceleración de la industrialización y urbanización, y el aumento de la globalización. Lo anterior ha tenido un impacto significativo en la salud y el estado nutricional de la población debido a dietas inadecuadas y a la disminución en la actividad física, aumentando el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares, diabetes, algunos tipos de cáncer y la osteoporosis, representando una amenaza para la salud pública (OMS, 2003). Al mismo tiempo, la crisis financiera y las repetidas crisis alimentarias han empeorado la situación, restringiendo el acceso a dietas nutritivas que incluyen una alta calidad de proteína, contenido adecuado de micronutrientes y biodisponibilidad, macro-minerales y ácidos grasos esenciales, siendo la población infantil la más vulnerable (FAO, 2010).

De acuerdo a cifras publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1900 millones de adultos y 41 millones de niños sufren de sobrepeso y obesidad en todo el mundo. Mientras que, 462 millones de adultos sufren de insuficiencia ponderal y en el caso de los infantes, 52 millones de niños menores de 5 años presentan emaciación y 155 millones sufren retraso del crecimiento.

En el caso de México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012, mostró una prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos de 73.9%, mientras que en los adolescentes (entre 12 y 19 años) fue del 35%. En la caso de lo preescolares casi 14 de cada 100 se enfrentan a problemas de nutrición como bajo peso, baja talla o emaciación, lo que representa casi 1.5 millones de menores de cinco años. Al mismo tiempo, una tercera parte de la población infantil (entre 5 y 11 años) presenta exceso de peso corporal (sobrepeso y obesidad).

La malnutrición no se limita a la población pobre, ni la hipernutrición es un lujo de los ricos. La nutrición deficiente atraviesa las líneas económicas y ocasiona problemas de salud por comer demasiado poco (subnutrición), demasiado (hipernutrición) o con una alimentación desequilibrada carente de nutrientes esenciales para una vida sana (deficiencias de micronutrientes; FAO, 2000).

La importancia de dietas saludables y los beneficios de suplementos nutricionales han sido identificados como acciones para combatir todas las formas de malnutrición. En este contexto, desarrollar suplementos alimenticios accesibles (de bajo costo) y nutritivos ha ido en aumento en diferentes partes del mundo, con el fin de erradicar los problemas de salud pública.

1.2 Suplemento alimenticio: una alternativa para complementar la alimentación

De acuerdo a la Ley General de Salud los suplementos alimenticios son productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se pueden presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir algunos de sus componentes. De esta manera, los suplementos alimenticios ayudan a mantener, apoyar y optimizar las funciones fisiológicas del organismo.

Los suplementos alimenticios tienen un ingrediente destinado a aumentar el valor nutricional de la dieta. Éste puede ser uno, o cualquier combinación de las siguientes sustancias:

- Una vitamina.
- Un mineral.
- Una hierba u otro ingrediente botánico.
- Un aminoácido.
- Un concentrado, metabólico, constituyente o extracto.
- Cualquier sustancia que complemente la dieta incrementando la ingesta diaria.

La selección del nutrimento deberá basarse en criterios como la inocuidad y la biodisponibilidad, así como la pureza de la sustancia deberá estar sometido a lo establecido por criterios internacionales reconocidos.

El ingrediente nutricional deberá estar dentro de la dosis diaria permitida por la normatividad vigente del país en donde se distribuya el producto; para el caso de México, se encuentra en la Ley General de Salud y en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios.

Hay que recalcar que los suplementos alimenticios solamente complementan algunos de los nutrientes que pueden estar deficientes en distintas dietas de la población por lo que, la finalidad no es sustituir algún alimento en particular sino complementar su ingesta diaria (MSCSA, 2014).

Dentro del mercado de los suplementos alimenticios en México, se encuentra una gama amplia de productos, entre los que destacan los adicionados con vitaminas y minerales, los que cubren toda o parte de las necesidades nutricionales y energéticas de personas discapacitadas, las bebidas para deportistas, para el control de peso o productos que tienen como base plantas y extractos vegetales. Cabe mencionar que el valor anual de este mercado en el 2016 fue de 552.1 millones de dólares (El Financiero, 2017).

1.3 Fuentes de origen vegetal en la elaboración de suplementos alimenticios

Ante la problemática que enfrenta la sociedad sobre temas de salud, algunos consumidores están optando por dietas sanas y equilibradas, en las que las leguminosas y cereales tienen un importante papel por su composición.

La Asociación Dietética Americana menciona que las fuentes vegetales proveen adecuadas cantidades de aminoácidos esenciales y no esenciales, asumiendo que son una fuente proteica razonablemente variada, y la ingesta calórica es suficiente para satisfacer las necesidades energéticas. Así mismo, la Organización Mundial de la Salud recomienda el uso de legumbres, granos enteros, vegetales, semillas y nueces para disminuir el riesgo de enfermedades asociadas con la alimentación como son la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2 (OMS, 2003).

Dentro de los alimentos de origen vegetal, se sabe que las legumbres destacan por su alto nivel de proteínas y pueden presentar incluso niveles más altos que algunos alimentos de origen animal, aunque a diferencia de éstos, tienen como aminoácido limitante a la metionina. Los cereales representan otra fuente de proteínas, siendo deficientes en lisina y triptófano. La calidad proteica de un alimento puede mejorarse a través de la combinación de dos o más proteínas de acuerdo al patrón respectivo de aminoácidos esenciales. Este proceso, mediante el cual se elimina o disminuye el déficit de aminoácidos esenciales de una proteína se denomina "Complementación Proteica". Ejemplo de esto es la combinación de cereales y legumbres, que ofrece una combinación de proteínas con un valor biológico adecuado. Estas características

hacen que el enriquecimiento con legumbres o sus harinas de los productos elaborados tradicionalmente con cereales sea una oportunidad de crear alimentos novedosos, y con elevada calidad nutricional y sensorial, lo cual permite ofrecer al consumidor una mayor variedad de opciones saludables (Cutullé *et al.*, 2012; Hernández y Sastre, 1999).

En este contexto, desarrollar suplementos alimenticios hechos a base de cereales y leguminosas ofrece una oportunidad de mercado debido a que pueden ser una alternativa para combatir la malnutrición. Además el fácil acceso a estos ingredientes permite que sean productos accesibles para todos los hogares. Destinado principalmente para mejorar el estado nutricional de la población.

Para llevar a cabo lo anterior, es necesario evaluar algunos de estos prototipos dentro de la población objetivo, ya que solo los datos sensoriales pueden proporcionar los mejores modelos de cómo los consumidores perciben y reaccionan ante nuevos productos alimenticios (Lawless y Heymann, 2010).

1.4 Estudios previos

Dado lo anterior, para enfrentar los problemas de salud pública, varias entidades han desarrollado suplementos alimenticios como una alternativa para mejorar el estado nutricional de la población. Al mismo tiempo han realizado estudios de aceptación con consumidores para determinar el agrado del producto, algunos de estos casos se presentan a continuación.

En México, surgió el programa social *Prospera* (antes *Oportunidades* y *Progresa*) que cuentan con productos como *Nutrisano* para el manejo de la malnutrición en las localidades de escasos recursos donde la gente no tiene un fácil acceso a una alimentación completa. Los resultados ante esta propuesta resultaron positivos y se vieron reflejados con el descenso de la prevalencia de anemia en niños y niñas menores de tres años, concluyendo que es necesario llevar a cabo acciones para mejorar la adherencia al consumo de suplementos alimenticios con el fin de mejorar la efectividad de los programas de asistencia social (Vizuet *et al.*, 2016)

Rosado *et al.* (1999) desarrollaron un suplemento alimenticio destinado a un programa de asistencia social para niños con malnutrición, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia. El suplemento fue hecho a base de leche entera en polvo,

maltodextrina, sacarosa, vitaminas y minerales, de sabor plátano, chocolate y vainilla para el caso de los niños, y plátano, vainilla y sin sabor (sabor natural) para mujeres embarazadas y en periodo de lactancia. En el estudio se evaluó la aceptación del producto de dos formas, la primera utilizando una escala hedónica de 5 puntos para los menores y de 7 puntos para las mujeres embarazadas y lactantes, mientras que la segunda fue con el seguimiento de consumo del producto en dos semanas en una comunidad, el cual se proporcionó en dos presentaciones (papilla y bebida) para los niños y una (bebida) para las mujeres. Los resultados de la evaluación sensorial, en el caso de las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia mostraron mayor gusto por el sabor plátano (5.7 y 5.4 respectivamente, calificación en la escala de 7 puntos) en comparación con los demás sabores; mientras que el consumo del producto en el periodo mencionado fue arriba del 75% de todos los sabores ofrecidos. En cuanto a la evaluación sensorial con los infantes no existió diferencia significativa en los sabores de la bebida probada, mientras que en el caso de la papilla, el sabor chocolate fue el más gustado (4.1 en una escala de 5 puntos). Para la evaluación de consumo, los infantes consumieron con mayor frecuencia la papilla sabor chocolate, mientras que la bebida sabor plátano fue la más consumida. Los autores concluyeron que las dos presentaciones tuvieron una buena aceptación al inicio de su consumo y en el lapso de 2 semanas en los tres segmentos estudiados, sin embargo para asegurarse del consumo a largo plazo, los autores mencionaron que era importante hacer estudios de largo alcance.

Así mismo, Mensa *et al.* (2001) desarrollaron una serie de formulaciones para niños recién destetados en una comunidad de África. Los suplementos fueron hechos a base de cereales y leguminosas autóctonos de subregión de África Occidental, diseñados en una proporción que pudiera cubrir los requerimientos nutricionales de los infantes y ser accesibles a la población. Las mezclas tenían 45-50% maíz, 35-40% de caupí y frijoles blanqueados o haba de soja como fuente de lípidos y aminoácidos complementarios, obteniendo 6 formulaciones. Éstas fueron evaluadas por 133 madres (de niños menores a 2 años) en base a su preferencia con respecto en color, sabor, textura y agrado general, donde 1: más preferida y 8: la menos preferida, además de que se evaluaron dos productos del mercado semejantes a las formulaciones (Frisocrema y Cerelac), los cuales presentaban sabor. Por otro lado se llevaron a cabo *focus group* con madres de infantes donde se discutieron las

características de las seis formulaciones y de los dos productos comerciales así como cuanto estarían dispuestos a pagar por las formulaciones. Los resultados mostraron que los productos comerciales fueron preferidos en color, sabor, textura y agrado general a comparación de las formulaciones naturales, en especial Frisocrema (246, 222, 252 y 226 respectivamente). Sin embargo, *en el focus group*, todas las formulaciones fueron consideradas aceptables de acuerdo a los comentarios por parte de las madres, donde el color y la textura fueron calificadas de manera positiva, indicando que existe una gran probabilidad de ser consumido si fuera hecho a gran escala y lanzado al mercado.

Igualmente, Cerezal *et al.* (2011) diseñaron dos mezclas de harina a base de cereales (quínoa, maíz y arroz) y una leguminosa (lupino) para niños celíacos entre 6 y 24 meses que pudiera complementar la dieta de los infantes. Las mezclas se diseñaron de tal manera que la calidad sensorial fuera aceptable, desarrollando dos formulaciones: dulce y postre. Para la mezcla dulce se utilizó ácido ascórbico, goma xantana, bicarbonato de sodio y propianato de sodio; mientras que la mezcla postre se utilizó fructosa, saborizante de plátano en polvo, sal común y azúcar flor; esta última mezcla se preparó en leche y agua. Se realizaron pruebas sensoriales con jueces semientrenados para que evaluaran la textura, sabor, aspecto y olor, utilizando una escala del 1 al 10 y asignando un factor de ponderación de acuerdo a la importancia referente de cada una de las características sensoriales del producto. Se determinó la puntuación total y evaluación cualitativa de las diferentes mezclas como excelente (17.5-20.0), bueno (15.4-17.4), aceptable (11.2-15.3), regular (7.2-11.1) y mala (<7.2) calificando a la mezcla dulce y a la mezcla postre (agua y leche) como aceptable (13.4, 12.5 y 13.0, respectivamente). Por otro lado se realizaron pruebas sensoriales con 27 menores de dos años, midiendo la respuesta a través de expresiones faciales con fotografías tomadas al momento de degustar el producto, aplicando dos hipótesis para evaluar la aceptación o rechazo del producto (H_0 : $p > 0.6$ el producto es aceptado y H_1 : $p < 0.6$ el producto es rechazado), los resultados se compararon con la probabilidad $f(Z)$, dando como resultado que los 3 productos fueron aceptados.

Mientras tanto, Costa *et al.* (2014) estudiaron la composición, la calidad de la proteína y la aceptabilidad de un suplemento dietético en polvo hecho a base de leche en polvo, proteína de suero, albúmina, colágeno, inulina, polidextrosa, maltodextrina,

fructosa, sacarina de sodio, minerales y vitaminas, formulado para personas de edad avanzada. Para el estudio de agrado general, se usaron 121 consumidores mayores de 60 años. Se evaluaron 4 muestras de suplementos de diferente sabor (plátano, vainilla, chocolate y fresa) en una escala hedónica de 7 puntos. Los suplementos con plátano, vainilla y fresa fueron los de mayor agrado con una media entre 5 y 6 que equivale a me gusta y me gusta mucho respectivamente, no difiriendo significativamente en el agrado general. De acuerdo a los resultados de agrado general, los autores concluyeron que el producto es una opción viable para ser vendido y satisfacer la creciente demanda de productos destinados a mejorar la nutrición de los adultos mayores.

Finalmente, Krishnaja y Mary (2016) desarrollaron un suplemento alimenticio funcional para las enfermedades no transmisibles (diabetes, presión arterial y ataques del corazón) en la India, empleando como ingredientes cebada, ragi (mijo africano), plátano, harina de soja y champiñones, alimentos localmente disponibles que son ineficientemente utilizados en la dieta diaria debido al desconocimiento de que son ricos en compuestos bioactivos. El diseño de la formulación se hizo en base a obtener los máximos beneficios, creando cuatro formulaciones (I, II, III y IV) que fueron sometidos con diferentes técnicas de fermentación y preparación (en polvo y cocido). El estudio sensorial se realizó con 10 jueces entrenados, utilizando una escala de cinco puntos para la evaluación de color, apariencia, textura, gusto, sabor y agrado general, así como una escala hedónica de 9 puntos para seleccionar la mejor combinación. Los resultados de la evaluación de atributos y nivel de agrado arrojaron que no existió diferencia significativa entre las cuatro formulaciones y el modo de preparación, del mismo modo, tampoco existió diferencia significativa utilizando la escala hedónica, por lo que los autores decidieron evaluar las propiedades funcionales de las formulaciones y tratamientos para poder seleccionar la mejor formulación.

Hasta el momento, no se han hecho estudios que caractericen los atributos sensoriales (apariencia, olor, textura y sabor) de un suplemento alimenticio mexicano hecho a base de cereales y leguminosas, por lo que en el presente trabajo se pretende obtener aquellos atributos más relevantes que permitan optimizar el desarrollo del producto, donde la calidad y aceptabilidad son indispensables.

1.5 Evaluación sensorial y su papel en el desarrollo de nuevos productos

La evaluación sensorial se define como una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos y materiales tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y la audición (Anónimo, 1975). Esta definición afirma que es una ciencia que implica medir las percepciones, en este caso específico, las percepciones derivadas de los alimentos y bebidas como la fuente del estímulo; para ello utiliza principios científicos derivados de la ciencia alimentaria, fisiología, psicología y estadística. Las respuestas reflejan lo que se percibe en su totalidad, cómo se ve el producto, cómo huele, cómo sabe, etc., y también toma en cuenta la experiencia pasada de cada persona con ese producto o productos relacionados. El propósito es obtener respuestas objetivas a las propiedades de los alimentos tal y como son percibidas (Piggott, 1995).

Las técnicas sensoriales deben cumplir con los requisitos de todos los métodos de medición, de tal manera que sea exacto, preciso y válido (*idem*). Pero también deben estar disponibles para medir, comprender y optimizar las experiencias sensoriales de los consumidores, de modo que los productos puedan diseñarse (formulación y reformulación) y comercializar para satisfacer las necesidades sensoriales de los consumidores, reduciendo así el riesgo de falla del producto. Por tal motivo, una meta para cualquier programa de análisis sensorial debe ser entender la importancia de las características sensoriales y el papel que desempeña la aceptación del consumidor (Piggott *et al.*, 1998).

Las pruebas sensoriales se clasifican en dos grandes grupos: analíticas y afectivas. El propósito de las pruebas analíticas es evaluar las características de los alimentos utilizando para ello jueces entrenados y se realizan bajo condiciones controladas de laboratorio (Figura 1.1). Mientras que las pruebas afectivas, se dirigen, fundamentalmente, hacia los consumidores y pretenden evaluar su aceptación o preferencia por un determinado producto, generalmente requieren más de 100 consumidores (Figura 1.2; Calí, 2006).

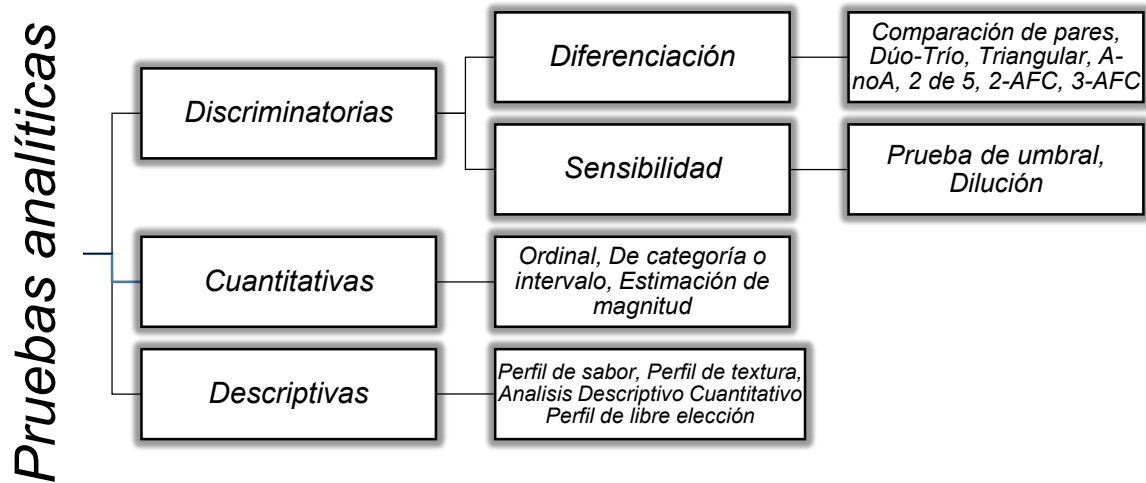


Figura 1.1. Clasificación de las pruebas analíticas. Pedrero y Pangborn, 1989, Espinosa, J. 2007

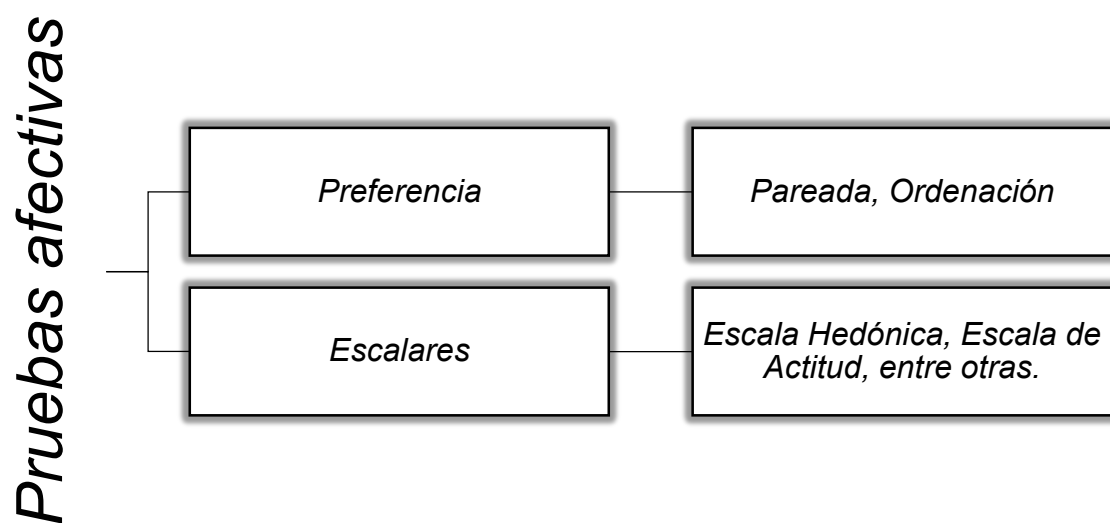


Figura 1.2. Clasificación de las pruebas afectivas. Pedrero y Pangborn, 1989, Espinosa, J. 2007

1.5.1 Análisis descriptivo

El análisis descriptivo es un método que figura entre las herramientas más sofisticadas en el análisis sensorial, ya que permite obtener una descripción objetiva de las propiedades sensoriales de varios tipos de productos y materiales. Para ello, involucra la detección y descripción tanto cualitativa como cuantitativa de un producto de consumo ejecutado por un panel de jueces entrenados (Piggott *et al.*, 1998). Los aspectos cualitativos de un producto incluyen el aroma, la apariencia, el sabor, la textura, el retrogusto y las propiedades sonoras de un producto, que lo distinguen de otros. Los jueces cuantifican los aspectos de los productos para facilitar la descripción de los atributos percibidos del producto (Murray *et al.*, 2001).

Una de las principales ventajas del análisis descriptivo es que permite determinar relaciones entre medidas descriptivas sensoriales y medidas instrumentales o medidas de preferencia con consumidores.

En el desarrollo de nuevos productos se utiliza para comparar prototipos de productos, así como para comprender las respuestas de los consumidores en relación con los atributos sensoriales de los productos. También puede utilizarse para realizar un seguimiento de los cambios del producto en el tiempo con respecto a la comprensión de la vida útil y los efectos del envasado, investigar los efectos de los ingredientes o variables de procesamiento sobre la calidad sensorial final de un producto e investigar las percepciones de los consumidores de los productos (Murray *et al.*, 2001).

Los métodos descriptivos que existen son el Perfil de sabor (Flavour Profile) desarrollada por Loren Sjostrom, Stanley Caimcross y Jean Caul a principios de los 50's, el Perfil de Textura (Texture Profile) desarrollado por los científicos de General Foods, quienes se basaron en el método Perfil de Sabor en los años 60's, el Análisis Descriptivo Cuantitativo (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) desarrollado por Tragon Corporation a mediados de los 70's, el Perfil de Sabor Cuantitativo (Quantitative Flavour Profiling) desarrollado por Givaudan-Roure a mediados de los 90's, Spectrum desarrollado por Gail Vance Civile en los 70's y el Perfil de Libre Elección (Free Choice Profiling) desarrollado en el Reino Unido en los años 80's. A continuación se exponen en la Tabla 1.1 de manera resumida.

Tabla 1.1. Características de los métodos descriptivos utilizados en la evaluación sensorial.

Método	Objetivo	Características	Ventajas y desventajas
Perfil de Sabor	Analizar las características percibidas del aroma y sabor de un producto (intensidad, orden de aparición y resabios).	-Prueba cualitativa. -Participan de 4 a 6 jueces entrenados. -Discusión grupal (desarrollo vocabulario y evaluación) -Uso de estándares para la mejora precisión. -La representación del producto final se indica por una serie de símbolos. -El líder del panel participa en el desarrollo del lenguaje y evaluación del producto.	<u>Ventajas:</u> -Panel altamente entrenado. -Pequeño número de evaluadores que son coherentes y fáciles de coordinar. <u>Desventajas:</u> -La salida de un miembro del panel puede dejar un impacto severo al ser un grupo pequeño de evaluadores. -El lenguaje técnico utilizado puede ser difícil de interpretar por el personal de marketing.
Perfil de Textura	Describir la textura (mecánica y geométrica) del producto desde el primer bocado a través de la masticación completa.	-Participan de 6-9 jueces entrenados. -Vocabulario común y uso de referencias. -Entrenamiento: 130 h durante 6 a 7 meses coordinado por un líder. -Uso de escalas. -Mide las características de superficie, fase inicial, fase masticatoria y la fase residual	<u>Ventajas:</u> -Consistencia y precisión debido al panel altamente entrenado. <u>Desventajas:</u> -Algunos productos utilizados para anclar las escalas, así como referencias no están disponibles.
Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC)	Describir y cuantificar las propiedades sensoriales (aparición, olor, textura y sabor) de un producto.	-Panel de 10 a 12 personas entrenadas (consumidores del producto a evaluar, especificar rango de edades y porcentaje de participación por género) -Entrenamiento de acuerdo a un producto específico (desarrollo de vocabulario no técnico, parámetros, escalas y atributos a evaluar). -Uso de estándares. -El líder del panel no es participante activo en la metodología.	<u>Ventajas:</u> -Se puede combinar con una prueba de aceptabilidad para conocer cuál es la contribución relativa a la calidad del producto. -El panel debe ser entrenado para un producto específico, lo que ocasiona un costo extra <u>Desventajas:</u> -Dificultad para comparar resultados del panel con laboratorios. -Poco fiable a productos de consumo ocasional. - Toma tiempo de entrenamiento
Perfil de Sabor Cuantitativo	Describir y cuantificar las propiedades de sabor de un producto.	-Desarrollo de un lenguaje común estandarizado (técnico) -Participan de 6 a 8 jueces, quienes son saboristas no específicamente del producto. -Uso de estándares.	<u>Ventajas:</u> -No existen términos erróneos en el lenguaje <u>Desventajas:</u> -El lenguaje técnico puede ser difícil de correlacionar con los datos de las percepciones y preferencias del consumidor.
Spectrum	Describir y cuantificar los atributos sensoriales de un producto.	-Extenso uso de referencias. -Entrenamiento especializado del panel (desarrollo del lenguaje, uso de técnicas para cada atributo, conocimiento de fisiología y psicología para la percepción sensorial) -Procedimientos de escalado. -Entrenamiento para uno o varios productos. -Los productos se pueden describir en términos de una sola modalidad sensorial (ejemplo: apariencia o aroma).	<u>Ventajas:</u> -Consistencia y precisión debido al panel altamente entrenado. <u>Desventajas:</u> -Algunas referencias no están disponibles
Perfil de libre elección	Describir y cuantificar las propiedades sensoriales de un producto.	-Los evaluadores son consumidores del producto. -El desarrollo del lenguaje no es técnico ni restringido, se hace de manera individual. -Cada consumidor puede utilizar un mismo término de manera diferente. -Los resultados se presentan en matrices desiguales debido a que cada juez dispone de su propia lista de términos, en número y lenguaje diferentes.	<u>Ventajas:</u> -No se entrena a un panel sensorial <u>Desventajas:</u> -Utilizar los términos individuales de cada panelista consume mucho tiempo y es difícil interpretarlos.
Perfil flash	Describir y cuantificar los atributos sensoriales más sobresalientes de un producto.	-Desarrollo del lenguaje no técnico hasta definir una lista de atributos. -Los resultados se plasman en una matriz de datos	<u>Ventajas:</u> -Menos tiempo -Mayor poder discriminante cuando se usan productos del mismo tipo o similares

Fuente: Severiano et al., 2016 y Murray et al., 2001

1.5.2 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC)

El análisis descriptivo cuantitativo es una de las principales técnicas del análisis descriptivo en la evaluación sensorial. Fue desarrollado durante los 70's para corregir algunos de los problemas asociados con el análisis del perfil de sabor.

Stone y Sidel (2004) describieron al análisis descriptivo cuantitativo como un método donde individuos entrenados identifican y cuantifican, en orden de ocurrencia, las propiedades sensoriales de un producto o ingrediente. Estos datos permiten el desarrollo de modelos multidimensionales del producto en una forma cuantitativa que es fácilmente entendida en el área de marketing y desarrollo de productos.

El esquema general para la ejecución el análisis descriptivo cuantitativo es el siguiente:

- Selección de jueces.
- Desarrollo del lenguaje (basado en sus percepciones).
- Entrenamiento de los jueces.
- Evaluación de muestras (realizando repeticiones).
- Recopilación de datos y análisis estadístico.

En este método, los sujetos son evaluados en base a su desempeño en pruebas de discriminación y verbalización. Durante el entrenamiento, los productos de prueba sirven como estímulos ilustrativos para el desarrollo del lenguaje. Las referencias pueden usarse para generar terminología sensorial, especialmente cuando los panelistas están confundidos y en desacuerdo entre ellos en algún atributo sensorial durante las sesiones de entrenamiento (Stone y Sidel, 2004).

Las escalas de línea se utilizan para el entrenamiento y recopilación de datos. La dirección de la escala va de izquierda a derecha con intensidad creciente, por ejemplo, de débil a fuerte o de poco a mucho (Figura 1.3). A los jueces se les permite usar diferentes partes de la escala para determinar las intensidades sensoriales por sí mismos.



Figura 1.3. Ejemplo de escala utilizada en ADC. (Do Nascimento et al., 2012)

Los datos resultantes son analizados estadísticamente usando análisis de varianza y estadística multivariante. Es necesario que los jueces reproduzcan sus juicios con el fin de que se compruebe la consistencia de panelista individual y de todo el panel. Las presentaciones gráficas de los datos a menudo implican el uso de gráficos de telarañas (grafica de coordenada polar o diagrama de radar; Figura 1.4).

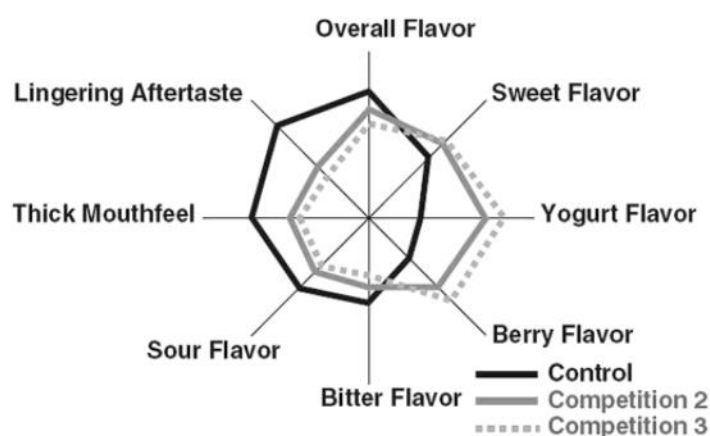


Figura 1.4. Ejemplo de gráfico de telaraña utilizado en ADC para un yogurt de fruta.

Los resultados muestran las similitudes y diferencias entre los productos por atributo. (Campbell-Platt, 2009)

La desventaja que sufre el ADC es que el panel debe ser entrenado para un producto específico, lo que ocasiona un costo extra, ya que muchas compañías mantienen separados a los paneles de acuerdo al producto (Lawless y Heymann, 2010).

1.5.3 Pruebas con consumidores

En el diseño de cualquier prototipo alimenticio nuevo o modificado es importante considerar lo que agrada, lo que desagrada, la aceptación o la preferencia del consumidor para obtener productos exitosos. La aceptación o rechazo de un producto dependerá de las necesidades del consumidor y en el grado de satisfacción que provee. Así mismo, el conocimiento de las características sensoriales de los productos, generalmente obtenido mediante análisis descriptivos, permite identificar

los atributos más relevantes asociados con la aceptación del consumidor de tal forma que se puedan mejorar o crear alimentos con las características que más agradan o se tienda a disminuir o eliminar aquellas que más desagradan.

Es importante mencionar que en este tipo de pruebas debe de haber un grupo de consumidores representativos. Lo anterior optimiza la probabilidad de tener un efecto positivo para el beneficio de productores, elaboradores y consumidores, y evita que exista un sesgo tal que desvirtúe los resultados e impida su utilización (Escalona, 1995; Ramirez, 2012; Torricella *et al.*, 2007).

Tipo de pruebas

Las pruebas con consumidores las podemos dividir en estudios cualitativos y cuantitativos. Por un lado, las pruebas cualitativas ayudan a entender al consumidor a saber lo que piensa. Mientras que las pruebas cuantitativas estarán regidas por la validez, la confiabilidad y la muestra.

Las metodologías cualitativas más utilizadas son grupos focales (focus groups) y etnográficas, mientras que las metodologías cuantitativas de mayor uso son pruebas de aceptación, pruebas de preferencia y ordenación. A continuación se explican en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Características de las pruebas con consumidores utilizados en la evaluación sensorial.

Prueba	Objetivo	Características
Grupos focales	Amplia discusión acerca de un producto en estudio.	-Selección de individuos -Sesiones de discusión
Etnografía	Estudiar de manera analítica y descriptiva las prácticas culturales de consumo de un producto en un lugar determinado.	-Estudio antropológico -El estudio en general se lleva a cabo en la casa del consumidor
Pruebas de aceptación	Conocer el grado de satisfacción de un producto con respecto a otros.	-Uso de cuestionario cuantitativo y respuesta con escala hedónica
Pruebas de preferencia y ordenación	Conocer la preferencia de un producto con respecto a otros	- Por lo general las pruebas de preferencia se hacen con dos productos.

Fuente: Severiano et al., 2016

- **Preferencia y ordenación**

En esta prueba, los consumidores seleccionan una muestra sobre otra de acuerdo a su preferencia. Cuando se evalúan más de dos muestras, la prueba se llama

preferencia por ordenación. En ella, se les pide a los consumidores que clasifiquen varios productos en orden ascendente o descendente de preferencia o de gusto. En esta prueba no se permiten empates, por lo que el método es generalmente una elección forzada, además de que se tiene que tener en cuenta que las calificaciones no dan una estimación directa del tamaño de cualquier diferencia de preferencia (Lawless, y Heymann, 2010).

- **Nivel de agrado**

Las pruebas de aceptación se utilizan para identificar el agrado o rechazo de un producto o los atributos individuales del producto. El intervalo para este tipo de escala puede ser de 5, 7 o 9 puntos para el caso de escalas hedónicas, partiendo de me disgusta extremadamente a me gusta extremadamente (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. *Diferentes escalas hedónicas utilizadas en pruebas con consumidores.*

Puntos	En inglés	Para América Latina	Para niños y adolescentes
9	Like extremely	Me gusta muchísimo	Super bueno
8	Like very much	Me gusta mucho	Muy bueno
7	Like moderately	Me gusta	Bueno
6	Like slightly	Me gusta un poco	Apenas bueno
5	Neither like nor dislike	Ni me gusta ni me disgusta	Ni bueno ni malo
4	Dislike slightly	Me disgusta un poco	Apenas malo
3	Dislike moderately	Me disgusta	Malo
2	Dislike very much	Me disgusta mucho	Muy malo
1	Dislike extremely	Me disgusta muchísimo	Super malo

Fuente: Severiano et al., 2016

- **Justo como lo esperaba (JAR)**

La escala “justo como lo esperaba” (Just About Right- JAR) mide el nivel apropiado de un atributo específico que es usado para determinar los niveles óptimos de un atributo en un producto. Se utilizan este tipo de pruebas para medir la intensidad de un atributo específico (por ejemplo, demasiado, justo como lo esperaba o poco dulce). Generalmente se utiliza una escala de 3 a 5 puntos para determinar la intensidad de los atributos que puedan afectar la aceptación del producto global. En el desarrollo de nuevos productos, como es el caso de una reformulación, la prueba justo como lo esperaba es utilizada comúnmente para conectar la aceptación del consumidor con

la intensidad del atributo para mejorar la aceptación del consumidor (Lawless, y Heymann, 2010; Narayanan *et al.*, 2014).

Los resultados ayudan a los expertos en el área a entender por qué a los consumidores les agrada o desagrada un producto con el fin hacer las modificaciones necesarias en el desarrollo de productos y con esto aumentar la aceptabilidad de los consumidores (Society of sensory professionals, 2018).

Tabla 1.4. Diferentes escalas JAR utilizadas en pruebas con consumidores.

JAR 3 puntos	JAR 5 puntos	JAR 7 puntos	JAR 9 puntos	
Demasiado débil	Demasiado débil	Demasiado débil	Extremadamente débil	
Justo como lo esperaba	Un poco débil	Moderadamente débil	Demasiado débil	
Demasiado fuerte	Justo como me gusta	Ligeramente débil	Moderadamente débil	
	Un poco fuerte	Justo como lo esperaba	Ligeramente débil	
	Demasiado fuerte	Ligeramente fuerte	Justo como lo esperaba	Ligeramente fuerte
		Moderadamente fuerte	Moderadamente fuerte	Moderadamente fuerte
		Demasiado fuerte	Demasiado fuerte	
			Extremadamente débil	

Fuente: Severiano et al., 2016

1.6 Análisis estadísticos

1.6.1 Análisis de penalización

Es un método emergente dentro de la industria alimenticia que provee dirección y optimización en el desarrollo de un producto. El análisis de penalización es representado gráficamente y combina las pruebas justo como lo esperaba (JAR) y nivel de agrado general para revelar la posible penalización causado por el producto en términos de la disminución en la aceptación por no ser justo como lo esperaba en un atributo (Narayanan *et al.*, 2014).

El análisis de penalización se resume en tres pasos, en caso de usar una escala de cinco puntos (Gere, *et al.*, 2015):

1. Los valores JAR son agrupados en tres grupos, donde categoría 1 y 2, categoría 3, y categoría 4 y 5 son agrupados en tres niveles: demasiado poco, JAR y demasiado respectivamente.
2. Se calcula la media de nivel de agrado de cada grupo.

3. Las penalizaciones o caídas medias se calculan como la diferencia entre la media de las dos categorías no-JAR y la media de la categoría JAR. Estos valores se grafican contra el porcentaje de consumidores.

El análisis penalización se basa en la regla de Pareto, en el que establece que el 80% de los efectos ocurren a partir del 20% de las causas. Por lo tanto, el límite será el 20% de los consumidores que calificó como no-JAR el atributo. Generalmente se considera un punto crítico para aquellos atributos que tienen un mayor impacto negativo en el gusto del consumidor. Por lo general, aquellos atributos que afectan al 20-25% de los encuestados y que causan una caída media de un punto o más (Narayanan *et al.*, 2014; Sensory Dimensions, 2018).

Análisis multivariado

Los análisis multivariados son métodos estadísticos que llevan a la decisión de una hipótesis o la estimación de una probabilidad, tiene que ver con relaciones matemáticas entre varias mediciones hechas a un mismo objeto. Se utilizan para simplificar gran cantidad de datos a un conjunto de variables y mostrar la interrelación que guardan, facilitando su interpretación (Pedrero y Pangborn, 1989).

1.6.2 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (ACP) es un tipo de análisis multivariado que se basa en geometría euclidiana y álgebra matricial, en el cual se usan mínimos cuadrados ortogonales para determinar el primer eje principal seguido de ejes subsecuentes de soluciones sucesivas de coordenadas cartesianas de mínimos cuadrados ortogonales. Se emplea para analizar interrelaciones de un grupo de variables (atributos sensoriales) y el material de investigación (tratamiento o producto a evaluar; Escalona, 1995; Pedrero y Pangborn, 1989).

La información que se obtiene al hacer el ACP es el siguiente:

- La relación que existe entre variables (positiva, negativa o no relación).
- Las variables que destacan en la diferencias de los materiales de investigación.
- Las variables que caracterizan a los materiales de investigación.
- Diferencias y similitudes entre los materiales de investigación.

En el ACP habrá una reducción de dimensionalidad, ya que cada variable (atributo) representa una dimensión. Es ideal conseguir una reducción a dos dimensiones, ya que de esta manera es posible representar gráficamente en un sistema de coordenadas cartesianas los resultados.

Por medio del ACP, el conjunto de variables originales “p” será transformado a otro conjunto de variables “q” llamadas componentes principales (CP). Cada CP es una función lineal de todas las variables originales y tiene asociado un valor que indica la varianza de los datos que está agrupando. El primer componente (CP1=F1) será el de mayor importancia por ser el que explica mejor la varianza de los datos.

El porcentaje general que se obtiene en el ACP hace referencia a la suma de las varianzas de las variables consideradas, entre más cercano se encuentre a cien, las diferencias (variabilidad) entre las muestras evaluadas son mayores.

La interpretación de los resultados obtenidos en el ACP se hace mediante un diagrama construido a partir de dos CP, donde las variables son graficadas como vectores. Dos variables no correlacionadas se representan como vectores con ángulos de 90° mientras que dos variables con correlación positiva forman un ángulo de 0° (misma dirección, diferente magnitud), finalmente si dos variables tienen correlación negativa serán representados como vectores que formen ángulos de 180° (Escalona, 1995; Zea, 2016).

1.6.3 Clasificación Jerárquica Ascendente

La clasificación jerárquica ascendente es un método basado en la distancia euclidiana y el método de aglomeración de Ward, que tiene como objetivo reconocer grupos de individuos homogéneos (clases), de tal manera que los grupos queden separados y diferenciados entre ellos. El análisis comienza con la formación de grupos, de forma ascendente, hasta que al final del proceso todos los casos tratados estén englobados en un mismo conglomerado.

En el desarrollo de productos, esta técnica a menudo se utiliza cuando se realiza un mapa de preferencia, como parte del análisis de los datos del consumidor, para facilitar la interpretación de los resultados (Schilling y Coggins, 2007).

1.6.4 Mapa de preferencia

Los mapas de preferencia son un grupo de métodos para investigar la respuesta hedónica del consumidor a un grupo de productos a través de técnicas de mapa estadístico multivariado (Varela *et al.*, 2014). El mapa resultante proporciona una representación clara de la relación entre los productos y las diferencias individuales en la preferencia de los consumidores por estos productos.

Existen dos variantes: mapa interno de preferencia y mapa externo de preferencia (Figura 1.5) los cuales varían en la perspectiva de los datos y en la información que se obtiene de ellos.

Mapa interno de preferencia

MIP, también conocido como el espacio del producto, se basa completamente en los datos de aceptación obtenidos de los consumidores. Los productos y la información hedónica del consumidor individual se proyectan en el espacio de producto (Lawless y Heymann, 2010).

MIP se basa en un análisis de componentes principales donde las variables son las preferencias de los consumidores. Se genera un mapa en el que se identifica las preferencias de los consumidores como vectores y los productos como puntos. La dirección de cada vector representa la dirección del gusto creciente para cada consumidor individual. La longitud del vector es directamente proporcional a la cantidad de varianza explicada por las dos primeras dimensiones de preferencia para cada consumidor (Greenhoff y MacFie, 1999). Los atributos sensoriales se plasman dentro de este espacio para explicar las diferencias de gusto.

Mapa externo de preferencia

MEP se enfoca en los datos descriptivos de los productos; el espacio obtenido se basa en las diferencias sensoriales entre los productos y las respuestas hedónicas del consumidor se proyectan en este espacio.

Las dos primeras dimensiones sensoriales son obtenidas utilizando análisis multivariado (usualmente ACP) y las puntuaciones de gusto de cada consumidor son ajustados en el espacio sensorial empleado un modelo de regresión, posteriormente, los modelos individuales son superpuestos para crear un gráfico de densidad de

preferencia de los consumidores y los puntos de máxima densidad son considerados como productos ideales. Se pueden usar cuatro modelos de regresión: lineal, circular, elíptica o cuadrática. Se analiza la varianza explicada por cada modelo y se identifica el modelo más apropiado para consumidor individual (Danzart *et al.*, 2004; Lawless y Heymann, 2010).

Este análisis da como resultado un gráfico de superficie que permite predecir los productos potencialmente más apreciados dentro del espacio sensorial para el grupo de consumidores considerados. (Worch, 2013).

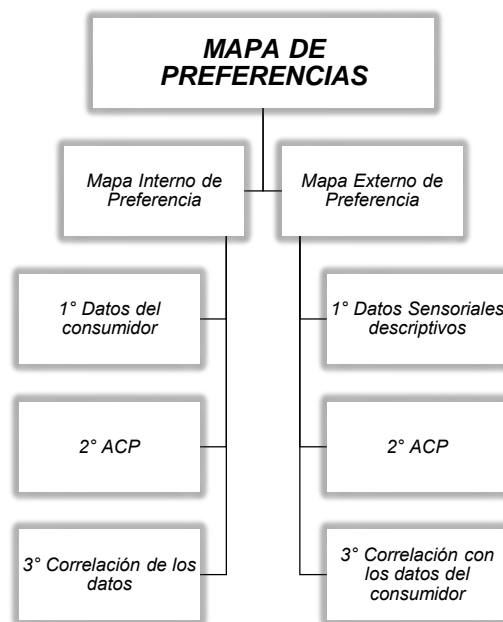


Figura 1.5. Análisis de mapa interno de preferencia y mapa externo de preferencia.

Fuente: García, 2016.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

2.1 Diagrama de la metodología

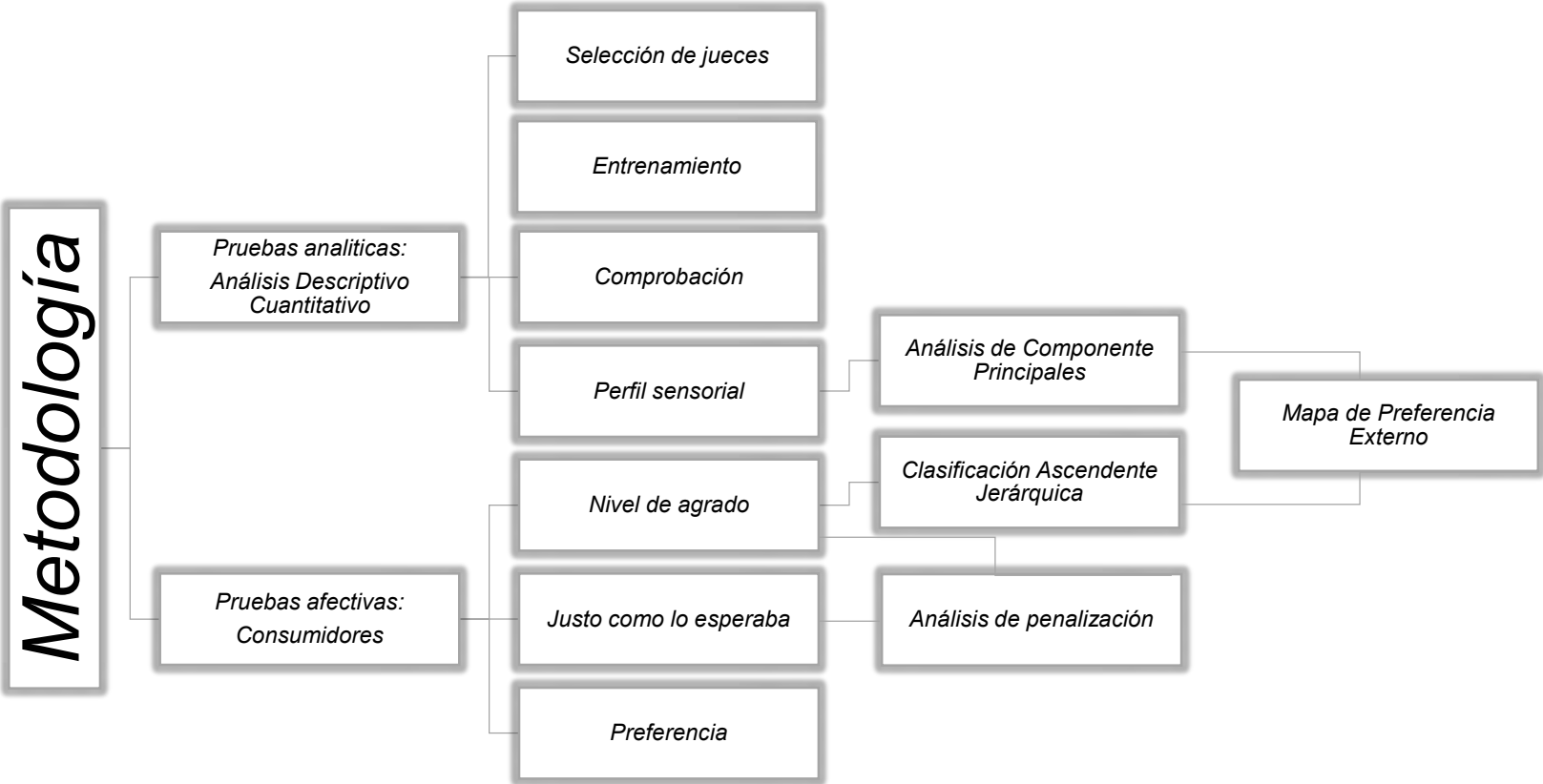


Figura 2.1. Diagrama de la metodología que se llevó a cabo para la caracterización del suplemento alimenticio y la evaluación con consumidor.

Descripción de la metodología

El presente trabajo se llevó a cabo en dos etapas, la primera consistió en el uso de metodologías analíticas que condujeron a caracterizar sensorialmente el suplemento alimenticio en estudio, mientras que la segunda empleó metodologías afectivas para conocer la opinión del consumidor respecto a dicho producto. Los datos extraídos de ambos estudios se correlacionaron a fin de conocer la respuesta del consumidor ante el desarrollo de este producto.

2.2 Muestras

Las muestras en estudio que se utilizaron para la etapa del entrenamiento, generación del perfil sensorial y pruebas con consumidores fueron:

- Formulación natural (FN) elaborado a base de harinas de cereales y leguminosas, goma y leche parcialmente descremada.
- Formulación con cocoa (FC) elaborado a base de harinas de cereales y leguminosas, goma, cocoa y leche parcialmente descremada.
- Formulación con cocoa endulzado con 0.24g de sucralosa /100 g de producto y 0.12g de sucralosa/100g de producto (FCS-A y FCS-I respectivamente).
- Formulación con cocoa endulzado con 0.25g de estevia /100 g de producto y 0.18g de estevia/100g de producto (FCE-A y FCE-I respectivamente).

Cabe señalar que se trata de un prototipo de suplemento alimenticio tipo papilla hecho a partir de ingredientes vegetales, cuya composición nutrimental, es rico en proteína. Por otro lado, se agregó cocoa como saborizante natural a cinco de las seis muestras en estudio. Así mismo, se agregó endulzante a cuatro de las seis muestras en estudio. Se utilizó edulcorante (no polialcohol) ya que el suplemento está destinado especialmente a pacientes que se sometieron a la cirugía bariátrica, quienes llevan una dieta estricta donde se les regulan el consumo calórico. Además de que los alimentos con carbohidratos están prohibidos debido a que pueden sufrir el síndrome de vaciado y tener síntomas como náuseas, espasmos o retorcijones abdominales, diarrea y ritmo cardíaco acelerado. Los edulcorantes que se utilizaron fueron sucralosa marca Splenda® y estevia marca Svetia®. Se trabajó con dos

concentraciones de cada edulcorante; la primera fue la cantidad máxima que está establecida en el Acuerdo de Aditivos y Coadyuvantes en Alimentos, Bebidas y Suplementos Alimenticios (2012); mientras que para la segunda, se escogió una concentración intermedia. Lo anterior se hizo con el fin de encontrar diferencias entre las muestras mediante el desarrollo del perfil sensorial y conocer la preferencia del consumidor.

Las muestras comerciales utilizadas para la comprobación del entrenamiento fueron 2 harinas de avena marca Verde Limón® cuyos ingredientes se muestran en la Tabla 2.1. Fueron preparadas de dos maneras, una sin sabor y a la segunda se le agregó cocoa, de modo que se evaluaron un total de 4 muestras.

Tabla 2.1. *Ingredientes de las muestras utilizadas en la comprobación.*

Muestra	Ingredientes
1	Harina de avena, nopal, linaza y amaranto
2	Harina de avena, quínoa, linaza y chía

**Orden de los ingredientes de acuerdo a la cantidad presente en el alimento*

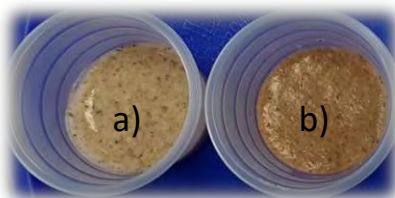


Figura 2.2. *Suplementos utilizados en el entrenamiento del panel.*

a) FN, b) FC.

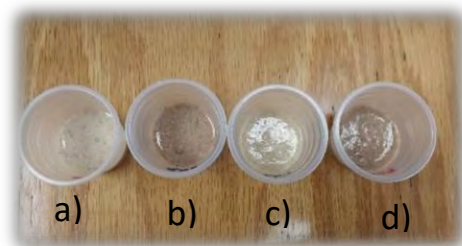


Figura 2.3. *Presentación de las muestras para la etapa de comprobación. a) Avena-Quínoa sin sabor, b) Avena- Quínoa con sabor, c) Avena-Nopal sin sabor y d) Avena-Nopal con sabor.*

Todas las muestras fueron presentadas de tal manera que fueran representativas, colocadas en vasos del no.0, codificadas con números aleatorios de 3 cifras y entregadas de manera aleatoria a cada juez (con el fin de evitar sesgo). Las muestras se mantenían a temperatura ambiente antes de su evaluación. La evaluación de las muestras se produjo bajo condiciones normales de luz y atmosfera, de tal manera que estuviera estandarizado el proceso y con esto tener mínimas desviaciones en la evaluación.

2.3 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC)

Selección de jueces

Se hizo una invitación general a toda la comunidad estudiantil de la Facultad de Química, Facultad de Ingeniería e Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la UNAM para formar parte de un panel sensorial. Las personas interesadas tuvieron que pasar por una serie de pruebas que fueron:

- Cuestionario general de hábitos de consumo y salud: Tuvo como fin conocer el estado de salud y hábitos tanto de consumo como personales de los participantes y así poder descartar aquellas personas que presentaran alergias, intolerancia o les disgustara algunos de los ingredientes presente en las muestras de estudio.
- Pruebas sensoriales: Se realizaron 3 las cuáles fueron pruebas de umbral de los 5 gustos básicos, prueba discriminativa (triangular) e identificación de olores. Con estas pruebas se evaluó la capacidad sensitiva de los participantes.

Pruebas de umbral de gustos básicos

Las pruebas de umbral tienen como fin conocer la sensibilidad de los participantes en distinguir los gustos fundamentales. Una vez hecha la prueba se obtiene el umbral absoluto (nivel de detección del estímulo al 50% del grupo de jueces) de cada gusto básico. Por último, la selección de jueces se hace en aquellos que tengan el umbral por abajo del umbral del grupo (ISO 8586-1:1993(E)).

En este caso, las sustancias que se utilizaron para los 5 gustos básicos fueron: sacarosa (dulce), cafeína (amargo), ácido cítrico (ácido), cloruro de sodio (salado) y glutamato monosódico (umami). En cada gusto se trabajó con 10 concentraciones diferentes (Tabla 2.2), siendo una de ellas agua. Las concentraciones para dulce, amargo, ácido y salado fueron obtenidas con base a resultados de un panel reportado por Martínez (2013) con características similares en edad y sexo a la población participante en el presente trabajo. Sin embargo se modificaron las concentraciones del gusto dulce y salado, debido a que el umbral del grupo fue mayor al reportado en el estudio mencionado, mientras que para umami se fue modificando hasta obtener el umbral al 50% del grupo. Las concentraciones se presentaron de manera ascendente (de menor a mayor concentración) y en forma de Z (Figura 2.4), codificadas con números aleatorios de tres cifras.

Tabla 2.2. Concentraciones utilizadas para la prueba de umbral de gustos básicos.

[Sacarosa] [g/mL]	[NaCl] [g/mL]	[Cafeína] [g/mL]	[Ácido Cítrico] [g/mL]	[Glutamato monosódico] [g/mL]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.05	0.005	0.003	0.005	0.01
0.08	0.009	0.004	0.01	0.015
0.1	0.015	0.005	0.013	0.02
0.3	0.03	0.006	0.015	0.025
0.5	0.05	0.008	0.018	0.03
0.7	0.1	0.01	0.02	0.04
0.9	0.18	0.015	0.025	0.05
1.1	0.25	0.02	0.03	0.06
1.3	0.3	0.03	0.035	0.07

Para cada gusto se graficó el % de aciertos por parte de los participantes contra la concentración del estímulo. Finalmente, el umbral absoluto se obtuvo por medio de regresión lineal, al 50% de aciertos.

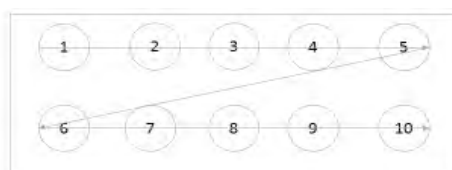


Figura 2.4. Presentación de las muestras para la prueba umbral.

Pruebas discriminativas: Prueba triangular

Este tipo de prueba tiene como fin determinar la capacidad discriminante de los participantes en distinguir estímulos confusos (muestras parecidas).

Consiste en identificar si existe diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando tres muestras, de las cuales dos son iguales y una diferente. Para ello se utilizan 6 combinaciones (ABA, AAB, BAA, BBA, BAB, ABB) donde en cada triada, la letra corresponde a una muestra que es presentada de forma aleatoria y codificada con números de 3 cifras.

A cada participante se le evaluó por medio de una prueba triangular por triplicado, utilizando como muestra dos suplementos alimenticios (Ensure® regular y Glucerna® R) sabor chocolate, los cuales están hechos a base de proteína de leche y soja; sin embargo lo que los diferencia es que Ensure® regular tiene mayor cantidad de hidratos de carbono y contiene sacarosa, mientras que Glucerna® R contiene sucromalt. Una vez que tuvieron las muestras, se les pidió a los participantes que encontraran la muestra diferente en cada triada.

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de Ji cuadrada utilizando una probabilidad de 0.05 y un grado de libertad.

Prueba de identificación de olores

Esta prueba tiene como fin conocer la capacidad de los participantes en distinguir olores simples, relacionando el estímulo olfativo con eventos previos (Utrera, 2007).

Se utilizaron cinco fragancias, que de acuerdo a Severiano *et al.*, (2012) los mexicanos están más familiarizados y reconocen con facilidad. A cada participante se le proporcionó la muestra mediante una tira de papel impregnada codificada con números aleatorios de tres cifras. Cada participante tenía que identificar el olor y anotar lo que percibía en el momento. Los olores (Firmenich®) que se emplearon fueron jazmín, canela, limón, cocoa y plátano, todos con una concentración de 0.005%.

Una vez concluidas las pruebas, la selección de los jueces se basó en los siguientes criterios:

- Uso adecuado de los sentidos.

- Buena capacidad discriminante.
- Capacidad de expresar los estímulos percibidos.
- Disponibilidad para asistir a las sesiones de entrenamiento.
- Estar en buenas condiciones de salud.
- Gusto por las muestras en estudio.

Entrenamiento

En esta etapa los jueces ponen en práctica sus sentidos y demuestran sus habilidades para identificar y describir sus percepciones, determinar el orden de aparición, apreciar el grado de intensidad de cada estímulo y a reconocer los regustos y persistencias. Se busca incrementar la sensibilidad y reproducibilidad de los jueces como individuos y conseguir que el panel trabaje como un bloque homogéneo.

Desarrollo del lenguaje (descriptores)

Se les pidió a los jueces que generaran la mayor cantidad de descriptores que mejor detallaran a los suplementos, empezando por apariencia, olor, textura y sabor.

Mediante una sesión grupal se acordaron los atributos que mejor calificaran a los productos en estudio. Para llevar a cabo lo anterior se eliminaron sinónimos, antónimos, terminología ambigua y terminología que no estuviera presente en la muestra.

Finalmente, se desarrolló la definición y la manera en que iban a ser evaluados los descriptores con el fin de que los jueces calificaran de la misma forma.



Figura 2.6. *Generación de atributos a las muestras en estudio.*

Anclaje de escala

Para evaluar la respuesta sensorial de cada atributo, se utilizó como herramienta una escala numérica del 1 al 9, donde 1 era una percepción muy suave y 9 para la percepción más intensa. Para cada atributo se emplearon estándares (con diferente intensidad) que sirvieran como referencia para la evaluación, de tal manera que fueron anclados en la escala (Tabla 2.3). Esta herramienta tuvo como fin que los jueces tuvieran una base y evaluaran de una manera uniforme.

Evaluación de atributos

Durante 6 sesiones, los jueces evaluaron los suplementos con los atributos propuestos, la escala planteada, la manera de calificar, así como el uso de referencias.

El entrenamiento se fue monitoreando con el coeficiente de variación (%CV) de cada una de las diferentes sesiones. Un %CV mayor a 30 indicaba que los jueces no evaluaban de manera homogénea el descriptor.



Figura 2.7. Evaluación de muestras en la etapa de comprobación.

Comprobación del entrenamiento

Durante esta etapa las muestras comerciales Verde Limón ® fueron evaluadas en una sesión, cada una por triplicado y codificadas con números aleatorios de tres cifras, empleando los mismos criterios descritos anteriormente (evaluación de atributos).

Caracterización de las muestras

Una vez llevado a cabo lo anterior, se prosiguió a obtener los perfiles sensoriales. Para tener reproducibilidad en los datos, la evaluación de los atributos en cada muestra se hizo por triplicado.

Tabla 2.3. Estándares utilizados en la evaluación de atributos para las muestras en estudio.

Atributo	Descriptor	Estándares	
Apariencia	Color	Escala 3: Pantone 7502 C Escala 5: Pantone 875 C Escala 7: Pantone 7504 C Escala 9: Pantone 7532 C	
	Granulosidad	Escala 2: Salsa en polvo (Tajín®) Escala 4: Azúcar (Chedraui) Escala 6: Amaranto inflado con sabor vainilla (Cereales Don Luis ®) Escala 9: Mezcla de cereales	
	Heterogéneo	Escala 1: Fécula de maíz (Maizena®) Escala 2: Sustituto de crema en polvo para café (Lautrec®) Escala 3: Polvo para preparar bebida de soya (D' Xilou ®) Escala 5: Harina de quinoa Escala 7: Harina de avena (Abeto®) Escala 9: Amaranto inflado con sabor vainilla (Cereales Don Luis ®)	
	Viscosidad	Escala 2: Jarabe de maíz (Karo®) Escala 3: Jarabe para preparar bebida sabor chocolate (Hershey's®) Escala 4: mermelada Escala 6: Aderezo de mayonesa para ensaladas (McCormick®) Escala 7: Crema de cacahuete (Aladino®)	
	Brillo	Escala 1: Jarabe para preparar bebida sabor chocolate (Hershey's®) Escala 3: Aderezo de mayonesa para ensaladas (McCormick®) Escala 6: Crema de cacahuete (Aladino®) Escala 9: Jarabe de maíz (Karo®)	
	Olor	Chocolate	Escala 4: 100 µL olor cacao al 0.005% (Fermich) + 100 µL agua Escala 8: 200µL olor cacao al 0.005% (Fermich)
		Cereal	Escala 3: 2.5g de la mezcla (escala 9) en 10 mL de leche LALA® Escala 6: 5 g de la mezcla (escala 9) en 10 mL de leche LALA® Escala 9: 4.5 g de avena molida + 0.5g de amaranto molido en 10 mL de leche LALA®
		Masa	Escala 3: 2.5g de la mezcla (escala 7) en 10 mL de leche LALA® Escala 5: 5 g de la mezcla (escala 7) en 10 mL de leche LALA® Escala 7: 5 g de harina de trigo Great Value® en 10 mL de leche LALA®
		Leche con galleta	Escala 3: 5g de la mezcla (escala 6) en 10 mL de leche LALA® Escala 6: 5 g de galleta casera de avena, linaza y vainilla en 10 mL de leche LALA®
		Textura	Viscoso
	Granuloso	Escala 2: Salsa en polvo (Tajín®) Escala 4: Azúcar (Chedraui) Escala 6: Mezcla de cereales Escala 9: Amaranto inflado con sabor vainilla (Cereales Don Luis ®)	
	Adhesivo	Escala 2: Jarabe para preparar bebida sabor chocolate (Hershey's®) Escala 4: Jarabe de maíz (Karo®) Escala 6: Crema de avellana con cocoa (Valley foods®) Escala 9: Crema de cacahuete (Aladino®)	
	Arenoso	Escala 3: Sustituto de crema en polvo para café (Lautrec®) Escala 6: Harina de avena (Abeto®) Escala 9: Harina de quinoa	
sabor	Harina	Escala 3: 1 cucharada sopera de la mezcla (escala 9) en 20 mL de leche LALA®, cocer hasta hervir Escala 6: 2 cucharadas soperas de la mezcla (escala 9) en 20 mL de leche LALA®, cocer hasta hervir Escala 9: 5g de harina de trigo Great Value® en 40 mL de leche LALA®, cocer hasta hervir.	
	Dulce	Escala 3: 0.08% de Sacarosa Escala 6: 0.4% de Sacarosa Escala 9: 0.9% de Sacarosa	
	Cereal	Escala 3: 2.5 g de la mezcla (escala 9) en 10mL de leche LALA® Escala 6: 5 de la mezcla (escala 9) en 10 mL de leche LALA® Escala 9: 9.5 g de avena molida+0.5g de amaranto molido en 20 mL de leche LALA®	
	Chocolate	Escala 3: 0.1g de cocoa en 10 mL de leche parcialmente descremada (LALA®) Escala 6: 0.2g de cocoa en 10 mL de leche parcialmente descremada (LALA®) Escala 9: 0.4 g de cocoa en 10 mL de leche parcialmente descremada (LALA®)	
	Amargo	Escala 3: 0.1g de cocoa en 10 mL de leche parcialmente descremada (LALA®) Escala 6: 0.2g de cocoa en 10 mL de leche parcialmente descremada (LALA®) Escala 9: 0.4 g de cocoa en 10 mL de leche parcialmente descremada (LALA®)	

*Anclados en una escala de nueve puntos

2.4 Pruebas con consumidores

Estas pruebas se realizaron con un grupo de 100 consumidores habituales y no habituales de suplementos alimenticios, en el gimnasio de la UNAM localizado en Ciudad Universitaria y con la comunidad estudiantil y personal de la Facultad de Química de la UNAM. Se les entregó un cuestionario que incluía información demográfica en el que se les preguntaba edad y género, si consumían suplementos alimenticios y con qué frecuencia lo hacían, así mismo en la última parte del cuestionario se dejó espacio para que pusieran algún comentario si fuera el caso. Posteriormente se les pidió que evaluaran las seis formulaciones en estudio (FN, FC, FCS-A, FCS-I, FCE-A y FCE-I). Las muestras fueron entregadas de manera aleatoria y codificadas con números de tres cifras, mantenidas a temperatura ambiente, además de que se les proporcionó agua y galleta habanera para enjuagarse entre cada muestra.

Nivel de agrado

Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos (donde: 1. Me desagrada muchísimo, 2. Me desagrada mucho, 3. Me desagrada ligeramente, 4. Me desagrada, 5. Me da igual, 6. Me agrada ligeramente, 7. Me agrada, 8. Me agrada mucho y 9. Me agrada muchísimo) para conocer el agrado general y el de los atributos dulzor, sabor chocolate y textura de las seis muestras.

Ordenación (preferencia)

Se les presentó a los consumidores las seis muestras al mismo tiempo y se les pidió que las ordenaran de acuerdo a su preferencia, de menor a mayor gusto, en los atributos dulzor, sabor chocolate y textura.

Se les dieron las seis muestras de manera secuencial con el fin de simplificar la evaluación hacia el consumidor. Para este tipo de pruebas es posible dar más de dos muestras, siempre y cuando el consumidor no se fatigue o existan estímulos trigeminales. Se optó por presentar todas las muestras debido a que no contienen en su formulación ingredientes que puedan causar dolor, irritación, ardor, refrescante, entre otras.

Justo como lo esperaba (JAR)

Posteriormente se evaluó la intensidad de los atributos dulzor, sabor chocolate y textura, empleando la escala justo como lo esperaba (Just About Right) de 3 puntos (donde: 1. Mucho menos de lo que esperaba, 2. Justo como lo esperaba y 3. Mucho más de lo que esperaba).

2.5 Análisis de datos

Una vez que se capturaron los datos obtenidos del análisis descriptivo por triplicado, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía al 95% de significancia con el fin de conocer si existía diferencia significativa entre los atributos de las diferentes muestras. En caso de existir dicha diferencia, se ejecutó la prueba DMS al 95% de confianza para especificar en qué muestras había esta diferencia. Este mismo análisis se llevó a cabo con los datos obtenidos de nivel de agrado de los consumidores. En cuanto a los datos de preferencia, se analizaron mediante la prueba Friedman.

Para realizar el mapa de preferencia se ejecutó el Análisis de Componentes Principales (ACP) con los datos obtenidos del análisis descriptivo, de esta manera se extrajo información sobre la relación que existe entre los atributos sensoriales y las muestras en estudio. Al mismo tiempo, los datos de nivel de agrado fueron sometidos al análisis de Clasificación Ascendente Jerárquica (CAJ) para identificar los grupos de consumidores de acuerdo a sus patrones de preferencia. La construcción del mapa se llevó a cabo usando el modelo vectorial mediante el software estadístico XLSTAT 2014 (Addisonft, New York, N.Y.).

Se llevó a cabo el análisis de penalización utilizando el software estadístico XLSTAT 2014 (Addisonft, New York, N.Y.). Las calificaciones de la escala justo como lo esperaba (JAR) fueron agrupados en tres categorías (suficiente, JAR y no suficiente), posteriormente se calculó la media de las calificaciones de nivel de agrado en cada categoría; finalmente se obtuvieron las penalizaciones de los atributos evaluados por medio de la diferencia de las medias de las categorías no-JAR y la categoría JAR.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC)

3.1.1 Selección del panel

Como se mencionó en el apartado de metodología (Capítulo 2, punto 2.3), para la selección del panel, se llevó a cabo un reclutamiento donde se les explicó a los candidatos los objetivos e intereses del proyecto, así mismo, se les proporcionó una noción del lenguaje sensorial y las técnicas a emplear. Los datos obtenidos se presentan a continuación.

3.1.1.1 Cuestionario de hábitos de consumo y de salud

Se reclutaron 29 personas (todos estudiantes, de los cuales 22 tenían entre 21 y 25 años, mientras que 7 tenían entre 26 y 30 años de edad), siendo el 59% hombres y el 41% mujeres interesados en formar parte del panel sensorial. En esta etapa la información que se obtuvo de la “Encuesta general para la selección de miembros de un panel de jueces entrenados” fue de gran ayuda para realizar un primer filtro en la selección de jueces, ya que de este modo se pudo conocer que el 86% no fuma, el 86% no les disgusta algún tipo de alimento y nadie presenta algún tipo de alergia e intolerancia a lácteos, cereales y leguminosas, ingredientes que están presentes en el alimento en estudio, así mismo el 52% ha consumido alguna vez suplementos alimenticios.

3.1.1.2 Pruebas de umbral de gustos básicos.

Para cada gusto se obtuvo el umbral mediante regresión lineal (Anexo 1), presentando la misma tendencia, a medida que aumentaba la concentración del estímulo aumentaba la percepción de los participantes (% aciertos). Cabe mencionar que en todos los casos a la concentración 0% del estímulo los participantes tuvieron un error de anticipación que se da cuando se crea una expectativa previa a la prueba, buscando la presencia del estímulo (Pedrero y Pangborn, 1989).

En general, los participantes identificaron con mayor facilidad el gusto dulce, mientras que el gusto umami resultó ser el más difícil de identificar. Aunque este gusto está

presente en varios alimentos, nuestra cultura lo reconoce poco debido a que es de origen oriental y no se le ha difundido por su nombre, afectando en la experiencia del individuo (aprendizaje sensorial; Sinesio *et al.*, 2008). Finalmente, los umbrales obtenidos se presentan en la Tabla 3.1, los cuáles son comparados con Rivas (2014), Martínez (2014) y Escobedo (2010).

Tabla 3.1. *Umbrales de gustos básicos obtenidos grupalmente y reportados por Rivas (2014), Martínez (2014) y Escobedo (2010).*

Gusto	Umbral (g/100mL)			
	Panel	Rivas (2014)	Martínez (2014)	Escobedo (2010)
Dulce	0.488	0.459	0.460	0.42
Amargo	0.017	0.008	0.025	0.01
Ácido	0.013	0.018	0.020	0.02
Salado	0.090	0.052	0.045	0.03
Umami	0.010	-	-	-

**Obtenidos mediante regresión lineal. **Los umbrales mostrados en los tres casos son hechos con población de jóvenes en México.*

Se observa que el umbral obtenido del gusto dulce es similar en los tres casos presentados. Por otro lado para el gusto amargo el umbral del panel resultó ser similar al de Escobedo (2010), los cuales son superiores al Rivas (2014) e inferiores al de Martínez (2014). En cuanto al umbral ácido los valores de los casos presentados resultan ser superiores al del panel, a diferencia del umbral salado obtenido, el cual el del panel resultó ser mayor a comparación de los demás casos.

En general, se observa que existe una dispersión entre los umbrales. Por un lado se sabe que la edad es uno de los factores que influye en el umbral de los seres humanos (González *et al.*, 2002); sin embargo, en este caso no lo es, ya que los cuatro estudios se hicieron con población juvenil. En cambio, se ha observado el posible efecto de los hábitos alimenticios y el aumento de peso en la disminución del gusto (Noel *et al.*, 2017). Posiblemente dichos factores tienen relación con la diferencia de umbrales de los cuatro estudios presentados, debido al desconocimiento del IMC y alimentación de los participantes de las cuatro poblaciones. Así mismo, la cantidad de hombres y mujeres de cada población tiene un efecto, ya que el género es otro de los factores que influye en la

sensibilidad del gusto, así como las alteraciones en las hormonas sexuales (ciclo menstrual, embarazo, etc.; Choo y Dando, 2017; Fass *et al.*, 2010; Martin y Sollars, 2017).

3.1.1.3 Pruebas Triangulares

Las muestras utilizadas fueron Ensure® regular y Glucerna® R sabor chocolate, los cuales se diferencian de que Ensure® regular tiene mayor cantidad de hidratos de carbono y contiene sacarosa, mientras que Glucerna® R contiene sucromalt. Los resultados obtenidos muestran que hubo diferencia significativa con una $J_i \text{ tablas} = 2.71$ y una $J_i \text{ exp} = 22.86$ (Anexo 2) entre las dos muestras, por lo tanto, los participantes fueron capaces de discriminar, poniendo a prueba sus sentidos para diferenciar dos estímulos parecidos.

Por otro lado, se obtuvo de manera individual el porcentaje de aciertos de cada participante presentados en la Tabla 3.2, con el fin de seleccionar aquellos que tuvieran más de 50% de aciertos (Escobedo, 2010). Se observa de manera general que la mayoría de los participantes no tuvo problema en identificar la muestra diferente en las tres triadas presentadas. Con esto, aparte de evaluar la capacidad sensitiva del individuo frente a estímulos confusos, también se evalúa la capacidad de memorizar (Clapperton, 1973).

Tabla 3.2. *Porcentaje de aciertos de los participantes en la prueba triangular.*

Juez	% Aciertos	Juez	% Aciertos	Juez	% Aciertos	Juez	% Aciertos
1	100	9	100	17	67	24	100
3	100	10	100	19	100	25	67
4	100	12	100	20	100	26	67
6	33	14	100	21	33	27	100
7	100	15	100	22	100	28	100
8	100	16	100	23	67	29	100

3.1.1.4 Prueba de identificación de olores

Se utilizaron cinco olores que la población pudiera reconocer fácilmente de acuerdo a un estudio realizado por Severiano *et al.*, (2012), el cual reportó que los olores con los que estaba más familiarizados la población mexicana provenían de la dieta, así como de

ciertos estereotipos femeninos y masculinos. Los olores que se decidieron utilizar fueron jazmín, canela, limón, cocoa y plátano. Los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 3.3 donde se observa el porcentaje de aciertos de cada participante.

Como se observa, a la mayoría de los participantes se les dificultó esta prueba, ya que probablemente no estén en contacto frecuente con algunos de los olores presentados, dificultando el reconocimiento de estos. Zarzo (2007) menciona que describir el olor es una tarea difícil debido a que hay un alto grado de subjetividad basado en experiencias personales.

Tabla 3.3. *Porcentaje de aciertos de cada participante en la prueba olfativa.*

Juez	%Aciertos	Juez	%Aciertos	Juez	%Aciertos	Juez	%Aciertos
1	20	10	0	18	40	24	60
3	60	12	20	19	0	25	60
4	20	14	40	20	40	26	20
6	20	15	60	21	40	27	20
7	60	16	60	22	0	28	40
8	60	17	20	23	60	29	60
9	40						

Las notas que fueron reconocidas con mayor facilidad fueron limón, canela y cocoa, clasificadas como notas comunes (Utrera, 2007). Mientras que jazmín y plátano presentaron mayor dificultad de reconocimiento, probablemente a que son olores no familiares para la población mexicana (Severiano *et al.*, 2012).

Una vez obtenido los resultados de las tres pruebas, la selección de los participantes se basó en que estuvieran en buenas condiciones de salud, tuvieran al menos dos umbrales de gustos básicos por debajo del umbral grupal, buena capacidad discriminante (tener más del 50% de aciertos), buena capacidad de identificación olfatoria (tener más del 50% de aciertos), disponibilidad de asistir a todas las sesiones del entrenamiento y gusto por las muestras en estudio. Cabe mencionar que se le dio mayor importancia a la prueba de umbral que a la olfativa, debido a que esta última se le dificultó a la mayoría de los participantes; sin embargo, se espera corregir este problema durante la etapa del entrenamiento. Los candidatos seleccionados fueron 11, de los cuales el 46% fueron

hombres y 54 % mujeres entre 22 y 30 años de edad, con esto se tiene un panel homogéneo como es lo recomendado (Espinosa, 2007).

3.1.2 Entrenamiento del panel

3.1.2.1 Generación de atributos

La manera de describir un alimento se da al momento de ver, degustar, oler, así como de sentir la textura, consistencia y temperatura. En este contexto, se les proporcionó a los jueces las seis muestras de suplemento alimenticio en estudio que fueron FN, FC, FCS-A. Se les pidió que generaran la mayor cantidad de atributos posibles que describieran a esos productos, dando como resultado 106 atributos mostrados en la Tabla 3.4, de los cuales 34 fueron de apariencia, 22 de olor, 26 de textura y 24 de sabor.

Como se observa el atributo que generó mayor cantidad de descriptores fue el de apariencia, seguido de textura, sabor y olor. Así mismo, se aprecia que se generó un gran número de descriptores, resultado que se debió a que los jueces identificaron que el alimento posee una matriz compleja de ingredientes y características.

Los descriptores obtenidos fueron generados de tal manera que describiera cada etapa del consumo del alimento, esto quiere decir que abarcara desde la superficie, primera mordida, manipulación, sabor al inicio y final de la degustación.

No se encontró en la literatura estudios en el que se hayan desarrollados descriptores para productos semejantes a los del presente trabajo. Sin embargo, considerando los ingredientes de la formulación por separado, se ha observado, en el caso de chocolates (Martins, *et al.*, 2009; Thamke *et al.*, 2009), la generación de descriptores como: color café, brillo, olor leche, olor dulce, olor a cocoa, sabor cocoa, resabio quemado, dulce, amargo, granoso y adherencia, los cuales coinciden con los generados para las muestras. En el caso de los cereales y leguminosas, se encontró en la literatura descriptores de un producto elaborado con raíces de plántulas de maíz (Cliff *et al.*, 2016) y de una barra de cereal (Carvalho y Conti, 2017), coincidiendo con los descriptores: olor a maíz, dulce, amargo, sabor avena, adhesividad.

Tabla 3.4. Atributos de apariencia, olor, textura y sabor generados para las muestras de suplemento.

Apariencia	Frecuencia	Olor	Frecuencia	Textura	Frecuencia	Sabor	Frecuencia
Turbio	8	Chocolate	9	Viscoso	9	Chocolate	6
Café claro con puntos cafés oscuros, blancas y negras	6	Dulce	2	Grumoso	6	Amargo	6
Brillante	6	Avena	2	Adhesividad	5	Avena	6
Húmedo	5	Masa	2	Espeso	5	Insípido	3
Café claro	5	Galleta	1	Húmedo	4	Masa	2
Color Beige/gris	4	Vainilla	1	Arenoso	4	Cereal	2
Líquido	4	Café	1	Seco	3	Poco dulce	2
Espeso	4	Plátano	1	Frío	3	Lácteo	2
Irregular	4	Herbal	1	Líquida	3	Dulce	2
Café	4	Fresco	1	Grasa	3	Harina de trigo	2
Partículas pequeñas de distintos tamaños de color negra, café, blanco	4	Inodoro	1	Seco	2	Fibra	2
Brillante	3	Leche	1	Sensación no grasosa	2	Galleta	1
Partículas pequeñas	3	Fibra	1	Granuloso	2	Harina de atole	1
Café oscuro	2	Granola	1	Gomoso	1	Masa de trigo	1
Con partículas	2	Cereales	1	Partículas	1	Almendra	1
Heterogéneo	2	Maíz	1	Fresco	1	Arena	1
Grumoso	2	Harina	1	Fibroso	1	Cacao	1
Viscoso	2	Cacao	1	Sólida	1	Helado chocolate	1
Muy turbio	1	Cookies and cream	1	Poco grasoso	1	Chocolate con leche	1
Partículas irregulares	1	Harina de trigo	1	Polvoso	1	Chocolate con vainilla	1
Puntos	1	Leche con chocolate	1	Sólidos pequeños	1	Café	1
Gránulos	1	Chocolate moderado	1	Tamaño de partícula grande	1	Harina	1
Compuesta por varias texturas y formas	1			Pequeñas partículas	1	Quemado	1
Fase sólida	1			Partículas fibrosas	1	Poco ácido	1
Semisólido	1			Heterogéneo	1		
No homogéneo	1			Cremoso			
Refleja la luz	1						
Distintos colores	1						
Poco brillo	1						
Opaco	1						
Duro	1						
Nutritivo	1						
Partículas esféricas y planas	1						
Tamaño de partícula grande	1						

Por otro lado, por medio de una sesión grupal se discutió cuáles serían los atributos que describían a las muestras de suplementos de una mejor forma, así mismo se eliminaron términos ambiguos, sinónimos y aquellos que no estuvieran relacionados con las muestras. Por ejemplo, en el caso de los atributos de apariencia, se generaron diferentes tonalidades de color; sin embargo, se eligió el que mejor describía las muestras. También se tomó en cuenta la frecuencia y coherencia, tal es el caso de brillo, mientras que opaco se decidió eliminar ya que está contenido en el atributo brillo en la escala de poco. Por otro lado se generó el descriptor olor plátano; sin embargo, al no estar presente en el alimento se descartó. De esta manera, se originaron descriptores que estaban relacionados como olor avena, fibra, granola y cereales, decidiendo que olor a cereal era el que mejor describía al alimento. Finalmente, los atributos acordados para las muestras fueron 18, los cuáles se presentan en la Tabla 3.5. Donfrancesco *et al.*, (2012) mencionan que la importancia de tener un léxico se puede explicar desde el punto de vista del control de calidad y vida útil de los alimentos con el seguimiento del impacto de los ingredientes en las propiedades sensoriales. También, Lawless *et al.* (2013) mencionan que el desarrollo de un léxico permite diferenciar y describir las propiedades sensoriales de los productos.

Tabla 3.5. Atributos finales para las diferentes muestras.

Apariencia	Olor	Textura	Sabor
Color	Chocolate	Viscoso	Harina
Granulosidad	Cereal	Granuloso	Cereal
Heterogéneo	Leche con galleta	Adhesivo	Chocolate
Viscosidad	Masa	Arenoso	Amargo
Brillo			Dulce

Existe un grado de subjetividad al momento de percibir, oler y probar el alimento que dependerá de las experiencias previas de cada individuo. La manera de percibir la textura y el sabor del alimento se verá influenciado por muchos factores en el proceso de masticación, como es la fuerza de masticación y la secreción de la saliva, provocando diferentes sensaciones y comportamientos alimenticios en cada individuo (Liu *et al.*, 2017). Igualmente, la percepción de los diferentes aromas se verá afectado por la genética, estado de salud, experiencia y edad de los individuos (Danguin *et al.* 2014).

Para evitar lo anterior y no tener grandes desviaciones en la evaluación de los atributos, se desarrolló de manera grupal la definición y la manera en que iban a ser evaluados los atributos (Tabla 3.6). Con esto se tiene un vocabulario estandarizado de tal manera que los jueces evalúan con el mismo criterio.

Con el fin de saber si los jueces entendían la definición y la forma de evaluar de cada atributo se realizó un ensayo de evaluación, utilizando las muestras FN y FC. Se les pidió a los jueces que evaluaran cada atributo empezando con apariencia, seguido de olor, textura y finalmente sabor, en una escala de intensidad del 1 al 7 dónde 1 era ausencia del parámetro y 7 era intensidad muy fuerte.

Tabla 3.6. Escala, definición y forma de evaluar para los diferentes atributos de las muestras.

Atributo	Escala	Definición	Evaluación
Apariencia			
Color	Amarillo claro a café	Intensidad del color de la muestra percibido	Se evalúa al observar la muestra de frente a una distancia de 30 cm
Granulosidad	Poco a mucho	Percepción de la forma y dimensiones de las partículas en la muestra	
Heterogéneo	Homogéneo a Heterogéneo	Heterogéneo: Presencia de gránulos Homogéneo: Ausencia de gránulos	
Brillo	Opaco a brillante	Reflejo de la luz sobre la superficie	
Viscosidad	Poco a mucho	Asociado a la resistencia de un flujo	Se evalúa al tomar la muestra con una cuchara y dejarla caer
Olor			
Chocolate	Suave a intenso	Sensación olorosa comúnmente relacionada a chocolate (cacao)	Se evalúa la muestra a la altura de la boca y 2 cm de distancia, oler durante 5 segundos
Cereal	Suave a intenso	Sensación olorosa normalmente relacionada a cereales naturales (Avena, Amaranto, Centeno, trigo, etc.)	
Leche con galleta	Suave a intenso	Sensación olorosa comúnmente relacionada a leche de vaca con galleta	
Masa	Suave a intenso	Olor asociado a masa hecha a base de trigo	
Textura			
Viscoso	Poco a mucho	Consistencia espesa que se percibe al momento de probar	Se evalúa al probar la muestra
Granuloso	Poco a mucho	Cantidad de partículas grandes que se perciben al momento de probar	
Arenoso	Poco a mucho	Cantidad de partículas finas que se perciben al momento de probar	
Adhesivo	Poco a mucho	Fuerza necesaria para remover el alimento que se adhiere al paladar	
Sabor			
Dulce	Suave a intenso	Sensación percibida al momento de probar una solución de sacarosa	Se evalúa al colocar la muestra en la boca y probarla
Harina	Suave a intenso	Sabor harina de trigo que se percibe al momento de probar	
Leche	Suave a intenso	Sabor a leche de vaca entera que se percibe al momento de probar	
Cereal	Suave a intenso	Sabor a cereales naturales (Avena, Amaranto, Centeno, trigo, etc.) que se percibe al momento de probar	
Chocolate	Suave a intenso	Sabor a chocolate (cacao más sacarosa) que se percibe al momento de probar	
Amargo	Suave a intenso	Sensación percibida al momento de probar una solución de cafeína	

3.1.2.2 Anclaje de escala

Para una mejor evaluación por partes de los jueces, se les proporcionó una serie de estándares con intensidad mínima, intermedia y máxima (Tabla 2.3), dependiendo del atributo a evaluar, anclados en una escala estructurada de 9 puntos, donde el 0 no existe, lo que significa que todos los atributos están presentes en todas las muestras.

3.1.2.3 Evaluación de atributos

Para la evaluación de atributos durante 6 sesiones se utilizaron las muestras FN, FC y FCS-A. Se escogieron estas muestras con el fin de tener muestras representativas que tuvieran únicamente cocoa, cocoa y edulcorante, así como ninguno de los anteriores ingredientes (natural). Para cada muestra se obtuvo el %CV en cada una de las diferentes sesiones; aquellos atributos que tuvieran un % CV mayor a 30 indicaba que los jueces no tenían clara la manera de evaluar, calificando de una forma diferente entre ellos el atributo. Fue por ello que en cada muestra se requirió de varias sesiones con el fin de que si un juez no tenía claro la forma de evaluar o tenía dificultad en la percepción del atributo, se le seguiría proporcionando los estándares para disminuir la variación.

En la Figura 3.1 se observan los resultados de la muestra FN, en este caso se logró tener un % CV menor a 30 para los atributos color, heterogéneo-apariencia, viscosidad-apariencia, brillo, olor chocolate, olor cereal, olor masa, viscoso-textura, adhesivo-textura, arenoso-textura, sabor harina, sabor cereal y amargo; mientras que para granulosidad-apariencia, olor leche con galleta, granuloso-textura y sabor chocolate los jueces no lograron percibir de una manera homogénea (%CV mayor a 30).

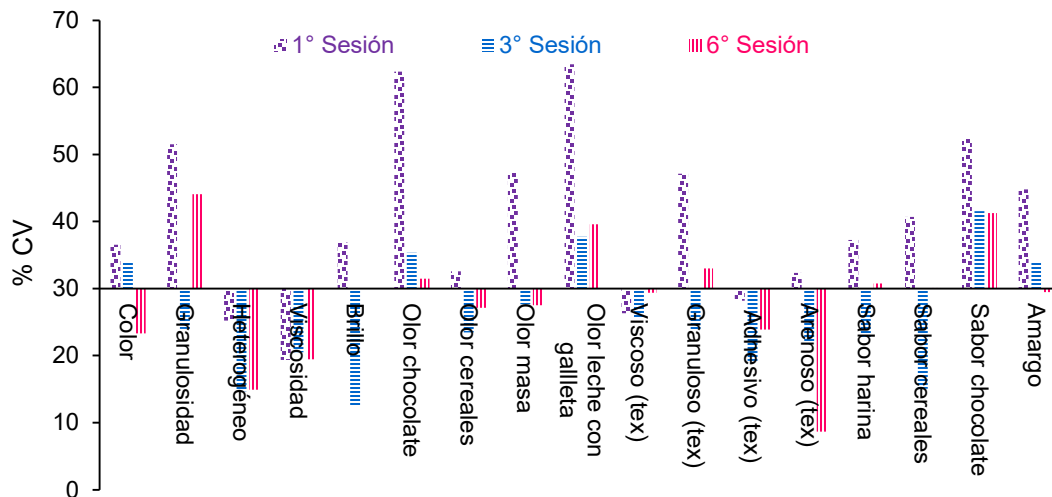


Figura 3.1. Coeficiente de variación de cada atributo de FN en las diferentes sesiones.

En la Figura 3.2 se muestran los %CV para FC. Para los atributos color, granulosidad-apariencia, heterogéneo-apariencia, viscosidad-apariencia, brillo-apariencia, olor chocolate, olor cereal, olor masa, olor leche con galleta, viscoso-textura, adhesivo-textura, arenoso-textura, dulce, sabor harina, sabor cereal, sabor chocolate y amargo se logró tener un % CV menor a 30 que significaba que los jueces evaluaban de la misma manera. Sin embargo, para el atributo granuloso-textura no se logró bajar el % CV a 30 durante las sesiones, ya que los jueces percibían de manera diferente los atributos, aun teniendo los estándares.

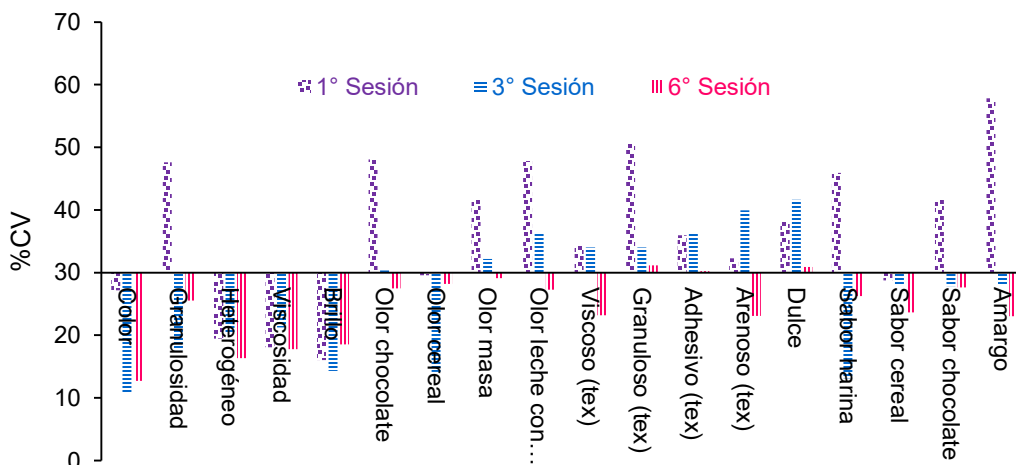


Figura 3.2. Coeficiente de variación de cada atributo de FC en las diferentes sesiones.

En la Figura 3.3 se muestran los resultados de %CV de FCS-A; los atributos en lo que se logró tener un %CV menor a 30 fueron color, granulosis-apariencia, heterogéneo-apariencia, viscoso-apariencia, brillo-apariencia, olor chocolate, olor cereal, olor masa, olor leche con galleta, viscoso-textura, granuloso-textura, arenoso-textura, dulce, sabor cereal y sabor chocolate. Mientras que los atributos que tuvieron un %CV mayor a 30 fueron sabor harina y amargo.

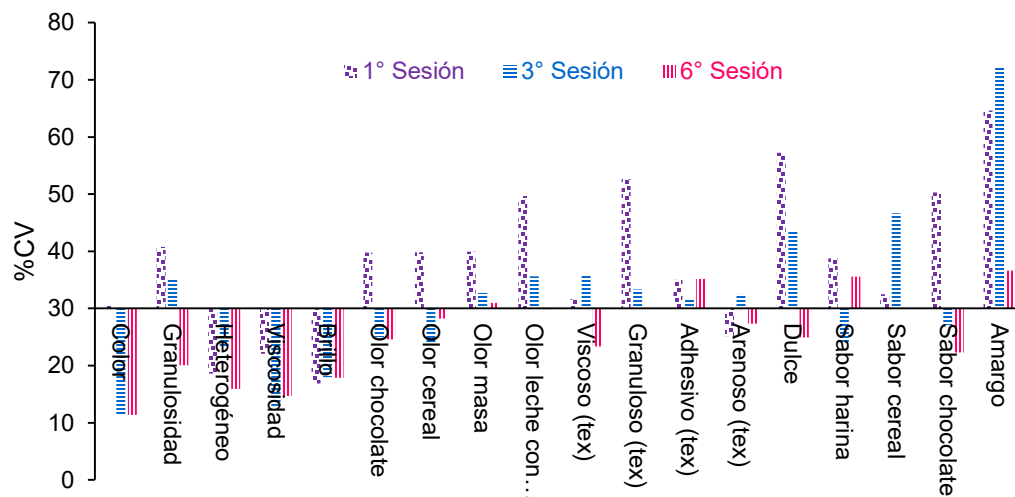


Figura 3.3. Coeficiente de variación de cada atributo de FCS-A en las diferentes sesiones.

Como se observa, en ninguna muestra se logró que todos los atributos tuvieran un % CV menor a 30, lo cual era nuestro criterio que daba pauta a que los jueces evaluaban de la misma manera. Torre (2000) menciona que el mínimo de tiempo para el entrenamiento es de 12 sesiones de 1-1,5 horas; mientras que Civille y Szczeniak (1973) señalan que lo normal para entrenar jueces son 14 sesiones y sesiones de orientación diarias cada una de 2-3 horas. Además de tener sesiones prácticas de una hora, cuatro a cinco veces por semana, durante seis meses. Por otro lado, el tiempo del entrenamiento también dependerá del producto ya que algunos productos requieren mayor tiempo que otros. Probablemente, los jueces requerían de más sesiones para que logran evaluar de forma homogénea; sin embargo, se tomó la decisión de continuar con la metodología, debido a que la mayoría de los atributos estaban por debajo del 30%.

3.1.2.4 Comprobación entrenamiento

Para comprobar el entrenamiento se evaluaron cuatro muestras con características similares a las muestras en apariencia y textura, ya que por su composición (Tabla 2.1 apartado metodología), en sabor y olor no eran iguales. Esto se hizo para comprobar que los jueces eran capaces de determinar diferencias a estos productos. Los resultados fueron analizados por medio de análisis de varianza de un factor con una $p < 0.05$, obteniendo diferencias en los atributos de las cuatro muestras, por lo tanto los jueces fueron capaces de discriminar.

Se observa en la Figura 3.4 el perfil sensorial obtenido de las cuatro muestras, donde a grandes rasgos, las muestras de harina de avena-nopal y quínoa sin sabor tienen un perfil parecido; mientras que las muestras de harina de avena-nopal y quínoa con sabor su perfil es similar.

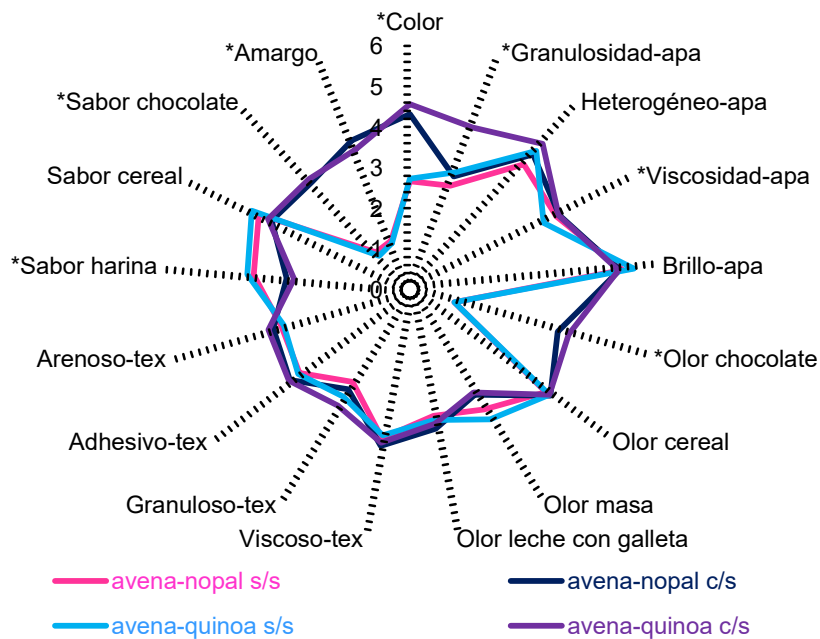


Figura 3.4. Perfil sensorial de las muestras de harina de avena-nopal sin sabor, harina de avena-nopal con sabor, harina de avena-quínoa sin sabor y harina de avena-quínoa con sabor. (*) Atributos con diferencia significativa $p < 0.05$.

Los resultados de los atributos de apariencia se muestran en la Tabla 3.7. Para el descriptor color existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras con sabor y sin sabor. Los jueces percibieron la intensidad del color en un intervalo de dos a cinco (estándar pantone 7502C-875C), donde la calificación más alta fue para las muestras de harina de avena-nopal y avena-quínoa con sabor, con 4.3 y 4.6 respectivamente; el resultado era de esperarse ya que la cocoa impartió una coloración más intensa.

Tabla 3.7. Promedio de tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de apariencia en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.

	Apariencia				
	Color	Granulosidad	Heterogéneo	Viscoso	Brillo
avena-nopal s/s	2.7± 1.7 ^b	2.7± 1.2 ^b	4.2± 1.4 ^b	4.0± 0.8 ^a	5.3± 1.1 ^a
avena-nopal c/s	4.3±1.0 ^a	3.0±1.0 ^b	4.5±1.3 ^{ab}	4.1±0.5 ^a	5.2±1.1 ^a
avena-quínoa s/s	2.7±0.5 ^b	3.1±1.2 ^b	4.6±1.3 ^{ab}	3.7±0.7 ^b	5.5±1.1 ^a
avena-quínoa c/s	4.6±1.0 ^a	4.3±0.9 ^a	4.8±1.6 ^a	4.1±0.6 ^a	5.2±1.2 ^a

^{a,b} letras en la columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba DMS

Donde s/s: sin sabor y c/s: con sabor.

En el caso de granulosidad existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras avena-nopal y las muestras avena-quínoa, ya que éstas últimas tenían partículas color negro debido a que su formulación contiene chía, provocando que los jueces percibieran de diferente manera, asignando una puntuación de 3.1 y 4.3 para la muestra sin y con sabor respectivamente.

Para el caso de heterogéneo, no existió diferencia entre las muestras, los jueces percibieron este atributo en un intervalo de 4.2-4.8. Sin embargo, se observa que las muestras avena-quínoa sin y con sabor obtuvieron una mayor calificación debido a la presencia de la chía (factor que influyó en granulosidad).

En viscosidad, tampoco existió diferencia significativa entre las muestras. Los jueces calificaron este descriptor por debajo de la mitad de la escala, lo que significa que las muestras son poco viscosas. Finalmente para brillo, existió diferencia significativa entre las muestras. Los jueces percibieron este descriptor por encima de la mitad de la escala, en un intervalo de 5.2-5.5, definiendo las muestras como brillosas.

En general, se observa que las muestras que presentan cocoa tuvieron la calificación más alta en los atributos color, granulosis, heterogéneo y viscoso. Esta diferencia podría estar fuertemente relacionada con el color, ya que se ha encontrado que las tonalidades oscuras tienen un efecto positivo en la intensidad de percibir estímulos (Spence *et al.*, 2010).

Los jueces lograron percibir diferencias en las notas de olor evaluadas (Tabla 3.8). En cuanto a olor chocolate hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras con y sin sabor chocolate. La calificación más alta fue para las muestras con chocolate, donde los jueces percibieron el estímulo en un intervalo de 3.8-4.1.

Para el descriptor olor cereal no existió diferencia significativa entre las muestras, lo jueces percibieron el atributo en un intervalo de 4.2-4.3. En el caso de olor masa y olor leche con galleta no existió diferencia significativa, los jueces evaluaron los atributos en un intervalo de 3.0-3.8 y 3.2-3.5 respectivamente por debajo de la mitad de la escala, percibiendo las muestras con baja intensidad en estos descriptores.

Se puede observar que las muestras con sabor obtuvieron las calificaciones más bajas, esto posiblemente se deba a la presencia de la cocoa en su formulación, creando un efecto enmascarado en los demás ingredientes debido a que presenta una matriz compleja de sustancias volátiles entre los que se encuentran esteroides, alcoholes, compuestos aromáticos, aldehídos y cetonas.

Tabla 3.8. Promedio de tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de olor en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.

	Olor			
	Chocolate	Cereales	Masa	Leche con galleta
avena-nopal s/s	1.1± 0.3 ^b	4.2± 1.4 ^a	3.5± 0.5 ^{ab}	3.2± 0.6 ^a
avena-nopal c/s	3.8±1.2 ^a	4.3±1.6 ^a	3.0±0.5 ^{ab}	3.5±0.8 ^a
avena-quínoa s/s	1.1±0.3 ^b	4.3±1.7 ^a	3.8±0.6 ^a	3.3±0.6 ^a
avena-quínoa c/s	4.1±1.4 ^a	4.3±1.5 ^a	3.0±0.5 ^b	3.4±0.8 ^a

^{a,b} letras en la columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba DMS.

Donde s/s: sin sabor y c/s: con sabor.

En el caso de los atributos de textura, no existió diferencia significativa entre las muestras. Los resultados se muestran en la Tabla 3.9 donde se observa que para viscoso, adhesivo y arenoso las muestras avena-nopal y quinoa con sabor tuvieron la media más alta (3.9 y 3.8, 3.7, y 3.5 y 3.6 respectivamente). Esto probablemente podría estar relacionado con un estudio realizado por Chylinski *et al.*, (2015) en el que demostraron que el color influye en la percepción de las propiedades de textura de los alimentos a través de modalidades sensoriales, en este caso, el color que impartió la cocoa posiblemente agudizó dichas propiedades, además de que el chocolate está identificado como un agente viscoso, cremoso y adhesivo.

Los jueces percibieron en un intervalo de 2.7-3.4 el descriptor granuloso, por lo que se considera que las muestras son poco granulosas. Así mismo se observó que las muestras avena-quínoa sin y con sabor recibieron la mayor puntuación para este atributo, probablemente se deba a que su formulación contiene chíá, influyendo en la percepción de los jueces por impartir una sensación de partículas con mayor tamaño.

Tabla 3.9. Promedio de tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de textura en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.

	Textura			
	Viscoso	Granuloso	Adhesivo	Arenoso
avena-nopal s/s	3.7± 1.0 ^a	2.7±1.1 ^b	3.4±1.1 ^a	3.3±1.0 ^a
avena-nopal c/s	3.9±0.9 ^a	2.9±1.2 ^{ab}	3.7±1.1 ^a	3.5±1.0 ^a
avena-quínoa s/s	3.7±1.0 ^a	3.1±1.4 ^{ab}	3.4±1.0 ^a	3.2±1.0 ^a
avena-quínoa c/s	3.8±0.7 ^a	3.4±1.3 ^a	3.7±0.8 ^a	3.6±1.1 ^a

^{a,b} letras en la columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba DMS.

Donde s/s: sin sabor y c/s: con sabor.

El panel logró establecer diferencias entre las muestras en los descriptores de sabor, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.10. Para sabor harina existió diferencia significativa entre las muestras, los jueces evaluaron las muestras en un intervalo de 2.9-4.0, donde las muestras sin sabor obtuvieron la puntuación mayor.

En sabor cereal no existió diferencia significativa entre las muestras, se observa que las muestras avena-nopal y avena-quínoa sin sabor tuvieron una calificación de 4.2 y 4.3 respectivamente, valores más altos comparado con las que tienen sabor. Como se

observa, en los atributos sabor harina y sabor cereal, las muestras con sabor tuvieron una puntuación menor. Estos datos pueden estar correlacionados con los resultados de textura, ya que se sabe que los alimentos más densos, como fue el caso de la formulación con sabor, dan menor sabor a consecuencia de una inhibición parcial del transporte de las moléculas del estímulo desde su posición en el alimento hasta los receptores humanos (Durán y Costell, 1999).

También esta diferencia puede atribuirse a la presencia de la cocoa, ya que presenta una matriz compleja de sustancias volátiles y no volátiles (hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, pirazinas, oxazoles, compuestos de azufre) que le confieren el sabor característico y crean un efecto enmascarado en los demás ingredientes de la formulación, produciendo una respuesta psicológica diferente en la percepción de los atributos.

Para el descriptor sabor chocolate, existió diferencia significativa entre las muestras; mismo comportamiento que ocurrió para el atributo amargo. Las muestras con sabor recibieron la puntuación más alta debido a que la nota amarga y el sabor a chocolate lo imparte la cocoa.

Tabla 3.10. Promedio de tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de sabor en la evaluación de muestras de harina de avena con nopal y quínoa.

	Sabor			
	Harina	Cereal	Chocolate	Amargo
avena-nopal s/s	3.9±1.4 ^a	4.2±1.1 ^{ab}	1.2±0.7 ^b	1.3±0.6 ^b
avena-nopal c/s	3.0±1.1 ^b	3.8±0.9 ^b	3.6±1.3 ^a	3.9±1.9 ^a
avena-quínoa s/s	4.0±1.3 ^a	4.3±1.2 ^a	1.1±0.3 ^b	1.2±0.5 ^b
avena- quínoa c/s	2.9±1.1 ^b	3.9±1.2 ^{ab}	3.7±1.4 ^a	3.7±1.7 ^a

^{a,b} letras en la columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba DMS.

Donde s/s: sin sabor y c/s: con sabor.

3.1.3 Perfil sensorial de los suplementos alimenticios

Una vez efectuado la comprobación, se evaluaron las muestras de origen vegetal en estudio, obteniendo el perfil sensorial de cada una, los cuales se muestran en la Figura

3.5. De manera general se observa que los jueces fueron capaces de percibir diferencias entre las muestras de acuerdo a las características sensoriales.

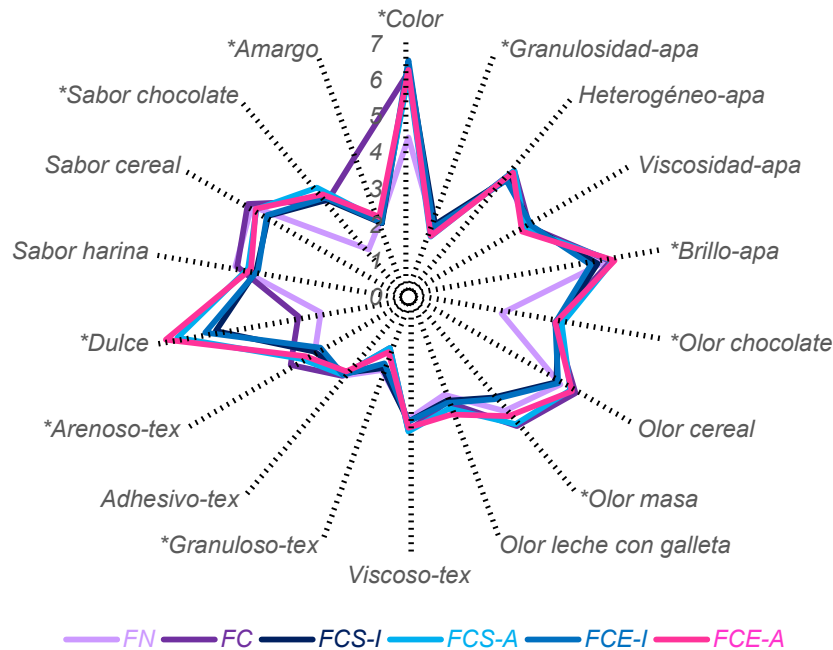


Figura 3.5. Perfil sensorial de las seis muestras en estudio.

(*) Atributos con diferencia significativa $p < 0.05$

Descriptor de apariencia

La apariencia de un alimento es uno de los atributos más importantes, ya que determina el valor de la comercialización del producto y es un factor crítico que impulsa la compra inicial (Rocha *et al.*, 2012). En este caso, los jueces lograron establecer diferencias entre las seis muestras, que en algunos casos fueron mínimas y otras más notorias. Los resultados de esta evaluación se muestran en la Tabla 3.11.

- Color

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Se trata de una apreciación, que depende de cómo nuestros ojos detectan la luz reflejada y de cómo nuestro cerebro lo procesa (Delmoro *et al.*, 2010). Los resultados arrojaron diferencia significativa ($p < 0.05$) en el descriptor color para las seis muestras. Los jueces percibieron el estímulo en un intervalo de 4.4-6.5 dando la puntuación más alta a las muestras que presentaban cocoa (FC, FCS-I, FCS-A, FCE-I y FCE-A), debido a que este ingrediente

impartió una tonalidad más oscura, mientras que para FN su tonalidad fue más clara debido a la ausencia de la cocoa.

- Granulosidad

En cuanto a granulosidad se estableció diferencia significativa ($p < 0.05$), formando dos grupos. El primero entre FN, FCS-I y FCE-I, y el segundo entre FC, FCS-A y FCE-A; sin embargo, los jueces percibieron el atributo por debajo de la mitad de la escala para todos los casos, en un intervalo de 1.8-2.1, que de acuerdo a las referencias (Tabla 2.3) es equivalente únicamente a la salsa en polvo Tajín (valor igual a 2). Considerando las referencias y que la escala iba de suave a intenso, las formulaciones resultan ser poco granulosas.

- Heterogéneo

La adición de cocoa y edulcorante no originó diferencia significativa en la evaluación del descriptor heterogéneo en las muestras. Los jueces percibieron de igual manera este atributo para las seis muestras, en un intervalo de 4.2-4.5, debido a que la formulación está compuesta por tres tipos de harinas, por lo que los jueces consideraron que las muestras son poco homogéneas, ya que lograron percibir varios componentes en la matriz causadas por los ingredientes.

- Viscosidad

La presencia de cocoa y edulcorante no marcó diferencias en la evaluación del atributo viscosidad entre las muestras. Los jueces asignaron una calificación en un intervalo de 3.6-3.9. De acuerdo a la escala y referencias utilizadas, las muestras resultan ser viscosas en un término medio.

- Brillo

En la evaluación del descriptor brillo, los resultados mostraron diferencia significativa, formando dos grupos. El primero entre FN, FCS-I y FCE-I y el segundo entre FN, FCS-I, FC, FCS-A y FCE-A. Aunque haya existido dicha diferencia, los jueces evaluaron el atributo de 5.1 a 5.8 que de acuerdo a las referencias utilizadas (Tabla 2.3) se ubica

cerca de la crema de cacahuete (valor igual a 6), por lo que las muestras resultan ser poco opacas.

Descriptores de olor

El olor de los alimentos se origina por las sustancias volátiles que cuando se desprenden de ellos pasan por las ventanas de la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios (Zarzo, 2007). En este caso, para los atributos de olor, los jueces fueron capaces de percibir diferencia en dos de los cuatro descriptores evaluados de las muestras (Tabla 3.11).

- Olor chocolate

La evaluación del descriptor olor chocolate permitió marcar diferencias entre las muestras ya que existió diferencia significativa entre FN de las muestras FC, FCS-I, FCS-A, FCE-I y FCE-A. Los jueces lograron percibir con menor intensidad la nota a chocolate en FN lo cual era de esperarse debido a la ausencia de cocoa en esta muestra, así mismo, se observa que el atributo fue percibido debido a que el color de la muestra era café claro, lo que influyó en la percepción del estímulo, ya que existe evidencia psicofísica de que el color puede modular la percepción en la intensidad de los olores (Spence *et al.*, 2010). Por otro lado, en las muestras restantes donde la cocoa sí estaba presente, los jueces percibieron la nota en un intervalo de 4.1-4.3. Se observa que la nota a chocolate no predomina mucho en las muestras, principalmente porque la cocoa se encuentra en baja concentración a comparación de la mezcla de harinas.

- Olor cereal

En cuanto a la evaluación de la nota cereal, los jueces no marcaron diferencia ($p>0.05$) en las seis muestras evaluadas. El panel asignó una calificación en un intervalo de 4.7-5.3, lo que significa que las muestras resultan tener una nota cereal acentuada, principalmente porque en la mezcla de harinas se encuentra en mayor proporción comparado con los demás ingredientes.

- Olor masa

Para el descripto olor masa, existió diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$) formando tres grupo. El primero entre FN, FCS-I y FCE-I, el segundo entre FN. FCE-I y FCE-A y el tercero entre FN, FC, FCS-Ay FCE-A. Los jueces percibieron el estímulo en un intervalo de 3.6-4.7, por lo que se considera que las muestras presentan una nota media a masa.

- Olor leche con galleta

En el caso de olor leche con galleta no existió diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$), los jueces percibieron el descriptor en un intervalo de 2.9-3.5, lo que significa que la nota a leche con galleta no predomina en las muestras.

Descriptores de textura

En esta categoría, el panel estableció diferencia significativa entre las muestras en los atributos granuloso y arenoso, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3.11 y se discuten a continuación.

- Viscoso

Para el descriptor viscoso no existió diferencia significativa entre las muestras ($p > 0.05$). De acuerdo a la escala utilizada, la calificación de las muestras se ubicó en un intervalo de 3.4-3.7, que de acuerdo a las referencias utilizadas es equivalente entre el jarabe para preparar bebidas (Hershey's®, escala: 3) y jarabe de maíz (Karo®, escala: 5). Se observa que FC, FCS-A y FCE-A tuvieron una calificación mayor que FN, FCS-I y FCE-I. Lo anterior, se explica desde el punto de vista de ingredientes, ya que la cocoa proporciona cuerpo junto con el edulcorante, aumentando la viscosidad del alimento; sin embargo, este resultado no se notó para las muestras FCS-I y FCE-I.

- Granuloso

En cuanto al descriptor granuloso existió diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$). Lo jueces calificaron las muestras en un intervalo de 1.5-2.1, que de acuerdo a

las referencias utilizadas es equivalente a salsa en polvo “Tajín” (escala: 2), por lo que las muestras se consideran poco granulosas. Así mismo se observa que FN, FCS-I y FCE-I fueron calificadas con mayor intensidad que FC, FCS-A y FCE-A.

- Adhesivo

La evaluación del descriptor adhesivo no marcó diferencias ($p>0.05$) entre las seis muestras. Los jueces percibieron de igual manera el estímulo, asignando la calificación con una media de 2.7 y 2.8, que de acuerdo a las referencias utilizadas es equivalente al jarabe para preparar bebidas “Hershey’s®” (escala: 3). En esta evaluación, se observa que la adición de cocoa y edulcorante no modificó la propiedad de adhesividad en las muestras.

- Arenoso

Para el descriptor arenoso, existió diferencia significativa ($p<0.05$) entre las muestras. La percepción del estímulo se encontró en un intervalo de 2.8-3.8 que es equivalente entre el sustituto de crema en polvo para café “Lautrec®” (escala: 3) y la harina de avena “Abeto®” (escala: 6). Las muestras que fueron percibidas con mayor intensidad el atributo fueron FC, FCS-A y FCE-A, seguidas de FN, FCS-I y FCE-I.

Descriptor de sabor

De la evaluación de los cinco atributos de sabor, los jueces fueron capaces de establecer diferencias significativas en los atributos dulce, sabor chocolate y amargo, entre las seis muestras, las cuales se exponen en la Tabla 3.11 y se discuten a continuación.

- Dulce

Los jueces determinaron diferencia ($p<0.05$) entre las muestras en la evaluación de la nota dulce. Las muestras que presentaron menor intensidad del descriptor y en las cuales no hubo diferencia significativa entre ellas ($p>0.05$) fueron FN y FC, cuyo calificación se ubicó con una media de 2.5 y 3.1 respectivamente, resultado que se debió principalmente a la ausencia del edulcorante. Por otro lado, para las muestras FCS-I y FCE-I no existió

diferencia significativa entre ellas ($p > 0.05$), los jueces percibieron la nota dulce con una media de 5.4 y 5.7 respectivamente; sin embargo, su calificación se encontró por debajo de las muestras FCS-A y FCE-A ($p > 0.05$), donde el estímulo se percibió con mayor intensidad debido a que presentaban mayor concentración del endulzante. Como se observa, para las muestras con edulcorante, la evaluación del descriptor se reflejó de manera positiva. El dulzor juega un papel importante en las propiedades sensoriales de los productos hechos con cocoa ya que mejora el sabor y enmascara las notas amargas producidas por los flavonoides (Mellor *et al.*, 2017).

Así mismo se observa que los jueces percibieron el dulzor con mayor intensidad en las muestras elaboradas con estevia a comparación de las muestras elaboradas con sucralosa. Este resultado fue similar al de Choi y Chung (2015), quienes estudiaron la potencia de dulzor en diferentes edulcorantes (estevia, sucralosa, xilosa, tagatosa y eritritol), empleando dos sistemas alimentarios: leche y café. Los resultados mostraron para el caso de estevia que la potencia de dulzor en el sistema lácteo fue casi dos veces más alto que el sistema de café. Mientras que para sucralosa la potencia de dulzor fue ligeramente más alto en el sistema de café que el de la leche. La potencia del dulzor del edulcorante dependerá de la concentración, matriz alimentaria aplicada y la condición de degustación. Posiblemente algunos componentes de la formulación como las proteínas de la leche, lactosa, polifenoles interactuaron químicamente con el edulcorante o a nivel de percepción, incrementando el dulzor en las muestras con estevia.

- Sabor harina

No existió diferencia significativa entre las muestras ($p > 0.05$) en la evaluación del descriptor sabor harina. Los jueces percibieron de igual manera la nota en todas las muestras, cuya media se encontró entre 4.2 y 4.9, por lo que se considera que las muestras resultan tener un sabor harina intermedio. Por otro lado, se observa que la percepción de la nota se incrementó sin la presencia de cocoa y edulcorante, ya que FN obtuvo la mayor calificación, seguido de FC y por último las muestras FCS-A y FCS-I, y FCE-A y FCE-I. Esta diferencia puede atribuirse primeramente a la presencia de cocoa, seguido del edulcorante, ya que el primero presenta una matriz compleja de sustancias

volátiles y no volátiles (hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, pirazinas, oxazoles, compuestos de azufre) que le confieren el sabor característico, mientras que el segundo proporciona dulzor, ambos crean un efecto enmascarado en los demás ingredientes de la formulación, produciendo una respuesta psicológica diferente en la percepción del estímulo.

- Sabor cereal

En cuanto a la evaluación del descriptor sabor cereal, no existió diferencia significativa entre las muestras ($p > 0.05$). La percepción de esta nota tuvo una media entre 4.5 y 5.1, por lo que los jueces consideran que las muestras saben a cereal. En este caso, la percepción de la nota cereal fue más intensa para las muestras FN y FC seguido de FCS-A y FCE-A, y por último FCS-I y FCE-I.

- Sabor chocolate

En la evaluación de la nota chocolate, existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras. Los jueces percibieron con menor intensidad la nota en FN debido a la ausencia de cocoa. Lo anterior se observó también en el atributo olor chocolate, sin embargo, aunque no esté presente el ingrediente en la muestra, se sabe que el color influye en la percepción de los estímulos (Koch y Koch, 2003). En el caso de las muestras con cocoa, los jueces percibieron el estímulo con mayor intensidad y de igual forma ($p > 0.05$) para FC, FCS-I y FCE-I, cuyo resultado fue inferior de las muestras FCS-A y FCE-A ($p > 0.05$), donde la nota predominó con mayor fuerza. Con lo anterior, se observa que la percepción del estímulo aumentó proporcionalmente con la cantidad de edulcorante presente en la muestra, además de que el sabor chocolate es considerado dulce.

- Amargo

En cuanto al descriptor amargo, los jueces fueron capaces de establecer diferencias ($p < 0.05$) entre la muestra FC y las muestras FN, FCS-I, FCS-A, FCE-I y FCE-A. Se percibió con mayor intensidad este atributo para la FC debido a que la cocoa presenta una matriz compleja de sustancias volátiles y no volátiles (hidrocarburos, alcoholes,

aldehídos, cetonas, ésteres, pirazinas, oxazoles, compuestos de azufre) que le confieren una nota amarga al momento de percibir el estímulo. Para FCS-I y 0.24, y FCE-I y 0.25 se percibió con menor intensidad la nota amarga debido al efecto enmascarado del edulcorante que disminuyó la percepción del estímulo. Sin embargo, de las cuatro muestras, el descriptor fue percibido con mayor intensidad en FCE-A, lo que significa que para esta concentración de estevia, la nota amarga se incrementa. Estudios realizados en chocolates endulzados con sucralosa y estevia demostraron que este último da una amargura y deja un resabio amargo mayor que la sucralosa (Martins *et al.*, 2009), resultado que concuerda con el obtenido. Por otro lado, de acuerdo a la calificación asignada, las muestras resultan ser poco amargas.

Tabla 3.11. Promedio de las tres réplicas con su desviación estándar para los descriptores de apariencia, olor, textura y sabor de las seis muestras.

Atributo	Descriptor	FN	FC	FCS-A	FCS-I	FCE-A	FCE-I
Apariencia	Color	4.4 ± 1.5 ^a	6.2 ± 0.8 ^{bc}	6.1 ± 0.7 ^b	6.4 ± 0.8 ^{bc}	6.3 ± 0.7 ^{bc}	6.5 ± 0.7 ^c
	Granulosidad	2.0 ± 0.3 ^b	1.8 ± 0.5 ^a	1.8 ± 0.4 ^a	2.1 ± 0.5 ^b	1.8 ± 0.4 ^a	2.0 ± 0.5 ^b
	Heterogéneo	4.3 ± 1.1 ^a	4.5 ± 0.7 ^a	4.5 ± 0.7 ^a	4.3 ± 1.1 ^a	4.5 ± 0.7 ^a	4.2 ± 1.1 ^a
	Viscosidad	3.7 ± 0.9 ^a	3.9 ± 0.7 ^a	3.7 ± 0.5 ^a	3.9 ± 0.8 ^a	3.6 ± 0.5 ^a	3.9 ± 0.8 ^a
	Brillo	5.5 ± 0.9 ^{ab}	5.7 ± 1.1 ^b	5.7 ± 1.0 ^b	5.3 ± 0.9 ^{ab}	5.8 ± 1.1 ^b	5.1 ± 1.0 ^a
Olor	Chocolate	2.6 ± 0.8 ^a	4.1 ± 1.1 ^b	4.3 ± 1.1 ^b	4.2 ± 0.9 ^b	4.1 ± 1.2 ^b	4.1 ± 1.0 ^b
	Cereal	4.8 ± 1.2 ^a	5.3 ± 1.5 ^a	5.2 ± 1.5 ^a	4.7 ± 1.3 ^a	5.2 ± 1.3 ^a	4.8 ± 1.2 ^a
	Masa	4.1 ± 1.1 ^{abc}	4.7 ± 1.4 ^c	4.6 ± 1.4 ^c	3.6 ± 1.3 ^a	4.3 ± 1.2 ^{bc}	3.7 ± 1.2 ^{ab}
	Leche con galleta	2.9 ± 0.9 ^a	3.1 ± 0.8 ^{ab}	3.3 ± 1.0 ^{ab}	3.1 ± 1.0 ^{ab}	3.5 ± 0.9 ^b	3.1 ± 0.9 ^{ab}
Textura	Viscoso	3.4 ± 0.9 ^a	3.7 ± 0.9 ^a	3.7 ± 0.9 ^a	3.4 ± 0.8 ^a	3.6 ± 0.7 ^a	3.4 ± 0.8 ^a
	Granuloso	2.1 ± 0.6 ^b	1.5 ± 0.5 ^a	1.5 ± 0.5 ^a	2.1 ± 0.6 ^b	1.6 ± 0.5 ^a	2.0 ± 0.5 ^b
	Adhesivo	2.8 ± 0.9 ^a	2.8 ± 0.9 ^a	2.8 ± 1.0 ^a	2.7 ± 0.9 ^a	2.7 ± 0.8 ^a	2.8 ± 0.8 ^a
	Arenoso	3.0 ± 0.9 ^{ab}	3.8 ± 0.9 ^d	3.4 ± 0.9 ^{cd}	3.0 ± 0.8 ^{abc}	3.3 ± 0.9 ^{bc}	2.8 ± 0.8 ^a
Sabor	Dulce	2.5 ± 0.6 ^a	3.1 ± 1.0 ^a	6.5 ± 1.6 ^c	5.4 ± 1.7 ^b	6.8 ± 1.6 ^c	5.7 ± 1.7 ^b
	Harina	4.9 ± 1.5 ^a	4.8 ± 1.3 ^a	4.5 ± 1.6 ^a	4.2 ± 1.5 ^a	4.4 ± 1.6 ^a	4.2 ± 1.5 ^a
	Cereal	5.0 ± 1.2 ^a	5.1 ± 1.2 ^a	4.8 ± 1.5 ^a	4.5 ± 1.3 ^a	4.9 ± 1.5 ^a	4.5 ± 1.3 ^a
	Chocolate	1.7 ± 0.6 ^a	3.5 ± 1.0 ^b	3.9 ± 0.9 ^c	3.5 ± 0.8 ^b	3.7 ± 0.9 ^{bc}	3.6 ± 1.1 ^{bc}
	Amargo	2.3 ± 1.0 ^a	4.2 ± 1.0 ^b	2.2 ± 0.8 ^a	2.2 ± 0.7 ^a	2.4 ± 0.8 ^a	2.2 ± 0.7 ^a

a,b,c,d letras en la columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba DMS

3.2 Análisis de componentes principales

Los datos del análisis descriptivo se sometieron al Análisis de Componentes Principales (ACP). A partir de este análisis fue posible conocer la correlación entre atributos, qué muestras son semejantes y qué atributos son los que las caracterizan.

En la Figura 3.6 se muestra el Análisis de Componentes Principales con los atributos de apariencia, TEXTURA, olor y SABOR, realizado en conjunto para las seis muestras en estudio. Se observa que el componente uno (F1) explicó el 50.66% de variabilidad de los datos experimentales y el componente dos (F2) explicó el 31.72% de variabilidad de los datos experimentales, y en conjunto explican el 82.38% de la variabilidad de los datos experimentales.

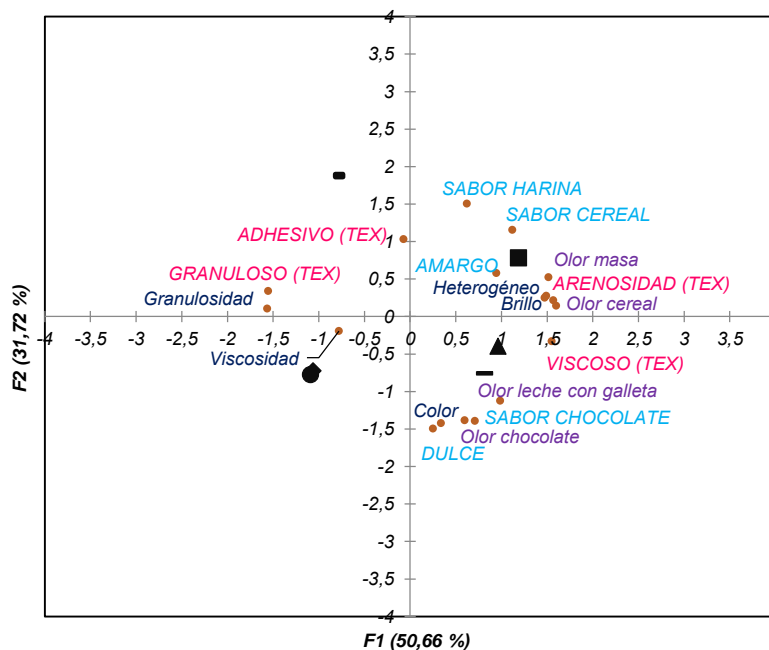


Figura 3.6. Análisis de Componentes Principales sobre los atributos sensoriales en las seis muestras ◡: FN, ■: FC, ▲: FCS-A, ◡: FCE-A, ◆: FCS-I y ●: FCE-I

Correlacionados de manera positiva con el componente uno (F1) se encontraron los atributos: heterogéneo, brillo, olor cereal, olor masa, viscoso-textura y arenoso-textura. Mientras que de manera negativa se encuentran los atributos: granulosidad-apariencia y granuloso-textura. Por otro lado, el componente dos (F2) esta correlacionado de manera positiva con los atributos: adhesivo- textura, sabor harina y sabor cereal, mientras que

de manera negativa se correlaciona con los atributos: color, olor chocolate, olor leche con galleta, dulce y sabor chocolate.

En cuanto a las muestras, se observa que FC es caracterizado con mayor intensidad por los atributos: sabor harina, sabor cereal, amargo, olor masa, arenoso-textura, brillo, heterogéneo y olor cereal y en menor intensidad por el atributo viscosidad-apariencia, debido a que la cocoa posee una matriz de componentes, entre los que se encuentran aminoácidos y flavonoides que imparten el amargor.

Por otro lado, FCS-A y FCE-A resultaron ser muy similares y fueron caracterizados con mayor intensidad por los atributos: color, viscoso-textura, olor leche con galleta, olor chocolate, sabor chocolate y dulce, y en menor intensidad por los atributos correlacionados negativamente: adhesivo-textura, granuloso-textura y granulosidad-apariencia. Se observa que para estas muestras, la alta concentración de edulcorante permitió definir las como las más dulces. Así mismo, el color y las notas a chocolate y leche con galleta predominaron en ellas, probablemente porque el chocolate y la galleta están relacionados con el dulzor (Thamke *et al.*, 2009).

En cuanto a FN fue caracterizado por los atributos: adhesivo-textura y granuloso-textura y en menor intensidad por los atributos correlacionados negativamente: color, olor leche con galleta, olor chocolate, sabor chocolate y dulce, resultado que era de esperarse debido a la ausencia de cocoa y edulcorante en esta muestra. Si consideramos la parte superior del componente dos (F2), se observa que dicha muestra comparte características con la muestra FC, principalmente sabor harina y sabor cereal debido a la cercanía de los vectores, lo que tendría relación por ser una muestra sin sabor, predominando la nota a cereal y leguminosas.

Por otro lado, FCS-I y FCE-I comparten características con el atributo viscosidad-apariencia y con los atributos correlacionados negativamente sabor harina, sabor cereal, amargo, olor masa, arenoso-textura, brillo, heterogéneo y olor cereal. En este caso, para dichas muestras, si consideramos la parte inferior del componente dos (F2), se observa que comparte características sensoriales con las muestras FCS-A y FCE-A, como: color, dulce, olor y sabor chocolate y olor leche con galleta, pero en menor intensidad, lo que estaría relacionado con la concentración intermedia de edulcorante.

En cuanto a la matriz de correlación de Pearson (Anexo 5) para los atributos de apariencia y textura, se obtuvo una correlación positiva entre granulosidad con granuloso (tex) ($r = 0.95$), es decir, entre mayor se perciba la forma de las partículas grandes en la muestra, mayor será la cantidad de éstas al probar el suplemento.

Se encontró correlación negativa entre granuloso (tex) y arenoso (tex) ($r = -0.85$), lo que indica que entre mayor se perciba partículas finas en el suplemento, menor percepción de partículas grandes habrá al probar el suplemento.

Otra correlación negativa que existió fue entre viscoso (tex) con granulosidad y granuloso (tex) ($r = -0.91$ y $r = -0.99$ respectivamente), es decir, entre mayor se perciban las partículas grandes en el alimento, la viscosidad disminuirá, ya que se ve afectada por el tamaño de partícula (Engelen y Van der Bilt, 2008), por lo que partículas finas y pequeñas aumentan este parámetro. Lo anterior coincide con la correlación positiva que existió entre viscoso y arenoso (tex) ($r = 0.89$).

Se obtuvo una correlación negativa entre heterogéneo con granulosidad y granuloso ($r = -0.89$ y $r = -0.87$ respectivamente), lo que indica que entre mayor se perciban partículas grandes al observar y probar, la muestra es menos heterogénea para los jueces.

En el caso de brillo, se obtuvo una correlación negativa con granulosidad ($r = -0.87$), es decir, entre menor se perciban partículas, será mayor el brillo en la muestra, ya que la pérdida de brillo está atribuido a la presencia de irregularidades que bloquean la dispersión de la luz. En cambio, se obtuvo una correlación positiva con heterogéneo ($r = 0.95$), lo que indica que entre mayor se perciba el brillo, más heterogénea es la muestra.

Finalmente, se encontró una correlación positiva entre heterogéneo con viscoso (tex) y arenoso (tex) ($r = 0.90$ y $r = 0.92$ respectivamente), lo que significa que la muestra se percibirá más viscosa y arenosa cuando esta sea más heterogénea.

En cuanto a los atributos de olor y sabor, se obtuvo una fuerte correlación positiva entre olor y sabor chocolate ($r = 0.99$), lo que indica que entre mayor se perciba una sensación olorosa a chocolate, mayor sabrá a chocolate el suplemento.

El dulzor presentó correlación positiva con olor a leche con galleta ($r = 0.83$), lo que significa que entre mayor dulce sea la muestra, mayor olor a leche con galleta es percibido por los jueces.

Otra correlación que se obtuvo fue entre olor y sabor a cereal con olor masa ($r = 0.93$ y $r = 0.86$ respectivamente), cuyo resultado indica que entre mayor aroma a masa se perciba, mayor aroma y sabor a cereal tendrá la muestra. Así mismo, se encontró correlación positiva entre sabor cereal y sabor harina ($r = 0.92$), lo que indica que entre mayor sabor a cereal tenga la muestra, mayor sabor a harina se percibe.

Por otro lado, se obtuvo una correlación positiva entre color con olor chocolate y sabor chocolate ($r = 0.97$ y $r = 0.94$ respectivamente), es decir, entre mayor color presente la muestra, mayor olor y sabor a chocolate tendrá. Se sabe que el color influye en la percepción del olor y sabor de los alimentos y bebidas, por un lado se ha observado que la combinación de colores con un determinado gusto puede originar una asociación positiva con ese gusto, lo que sugiere que este puede ser anticipado con tan solo ver el color del alimento (Koch y Koch, 2003). También, existe evidencia psicofísica de que el color puede modular la percepción en la identidad e intensidad de los olores tanto por vía orthonasal como retronasal ya que investigaciones han demostrado que la identificación de olores es más rápido cuando están coloreados que cuando están sin colorear o cuando están coloreados de manera inapropiada (Spence *et al.*, 2010). En este sentido la percepción de los jueces hacia el olor y sabor chocolate se ve influenciada por el color.

3.3 Pruebas con consumidores

La evaluación con consumidores para las seis muestras en estudio (FN, FC, FCS-I, FCS-A, FCE-I y FCE-A) se realizó con la participación de 100 consumidores habituales y no habituales de suplementos alimenticios en ciudad universitaria, de los cuales el 48% fueron mujeres y el 52% hombres. De esta población el 96% tenía entre 18 y 35 años, 1% entre 36 y 53 años, y 3% entre 54 y 71 años de edad. Se les preguntó si consumían algún tipo de suplemento alimenticio y con qué frecuencia lo hacían, a lo que el 63% respondió que nunca han ingerido algún suplemento, lo que significa que el 37% sí consume, de este porcentaje, el 8% consume una vez a la semana, el 13% consume tres

veces a la semana, el 9% consume diario, el 6% una vez al mes, 0.5% dos veces al mes y 0.5% una vez cada seis meses.

Al ser un suplemento destinado para pacientes de una institución de salud gubernamental, es difícil hacer las pruebas afectivas con la población objetivo, debido a las políticas del hospital, es por ello que la muestra fue con consumidores habituales y no habituales.

3.3.1 Nivel de agrado

En la prueba de nivel de agrado, se evaluó el agrado general (que incluye la apariencia, olor, textura y sabor del producto) y los atributos sabor chocolate, dulzor y textura de las seis muestras, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1= me desagradaba muchísimo y 9= me agrada muchísimo.

Para nivel de agrado del atributo sabor chocolate, la media obtenida de cada muestra, así como la frecuencia de cada valor de la escala, se muestra en la Figura 3.7. De acuerdo al análisis de varianza y la prueba DMS, existió diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$), observando que FN, FC y FCS-I son similares para los consumidores con una media de 4.16, 4.38 y 4.51 respectivamente. FCS-A y FCE-I son similares con una media de 5.39 y 5.31 respectivamente y finalmente FCS-A Y FCE-A no tienen diferencia significativa con una media de 5.39 y 5.78 respectivamente. Así mismo, de acuerdo a las medias obtenidas, ninguna muestra alcanzó calificación de 6, equivalente a “me agrada ligeramente”; sin embargo, sumando las frecuencias de la escala “me agrada”, se observa que FCE-A fue la que agradó más seguido de FCS-A (65% y 54% respectivamente).

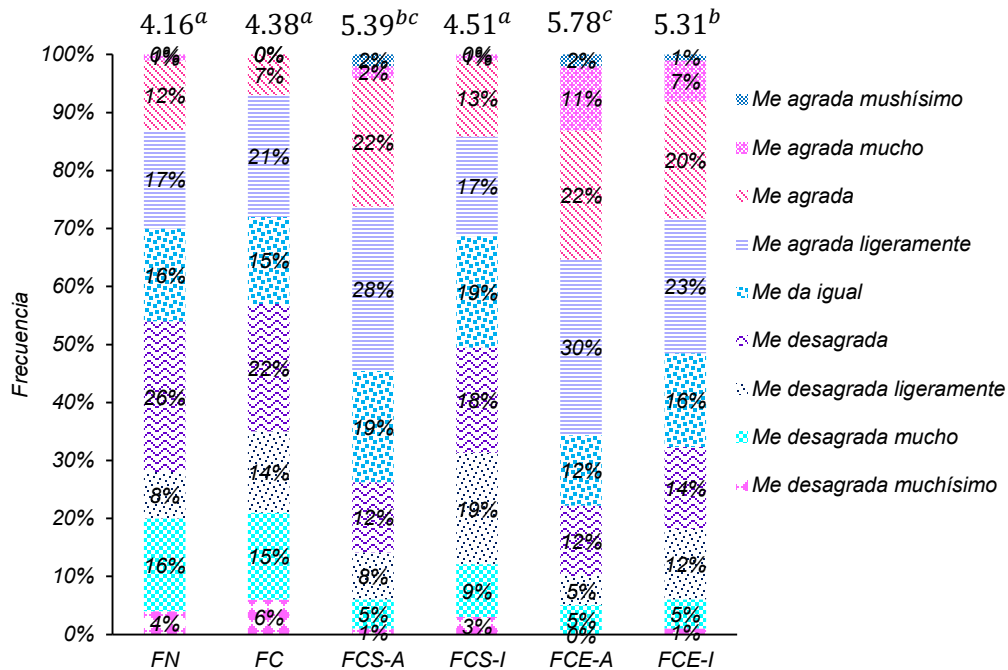


Figura 3.7. Frecuencia de nivel de agrado sabor para las seis muestras en estudio. *a,b,c* indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba DMS.

En nivel de agrado del atributo dulzor, la media de cada muestra, junto con la frecuencia de cada calificación de la escala se presentan en la Figura 3.8. La prueba análisis de varianza y DMS arrojaron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras. En este caso las muestras FN, FC y FCS-I son similares para los consumidores con una media de 4.03, 4.11 y 4.40 respectivamente, mientras que FCS-A y FCE-I son similares con una media de 5.33 y 5.05 respectivamente y finalmente FCS-A y FCE-A no tienen diferencia significativa con una media de 5.33 y 5.73 respectivamente. De acuerdo a las medias obtenidas, ninguna muestra alcanzó la escala “me agrada”, pero sumando las frecuencias de dicha escala, se observa que FCE-A fue la que ligeramente agradó más seguido de FCS-A (63% y 48% respectivamente).

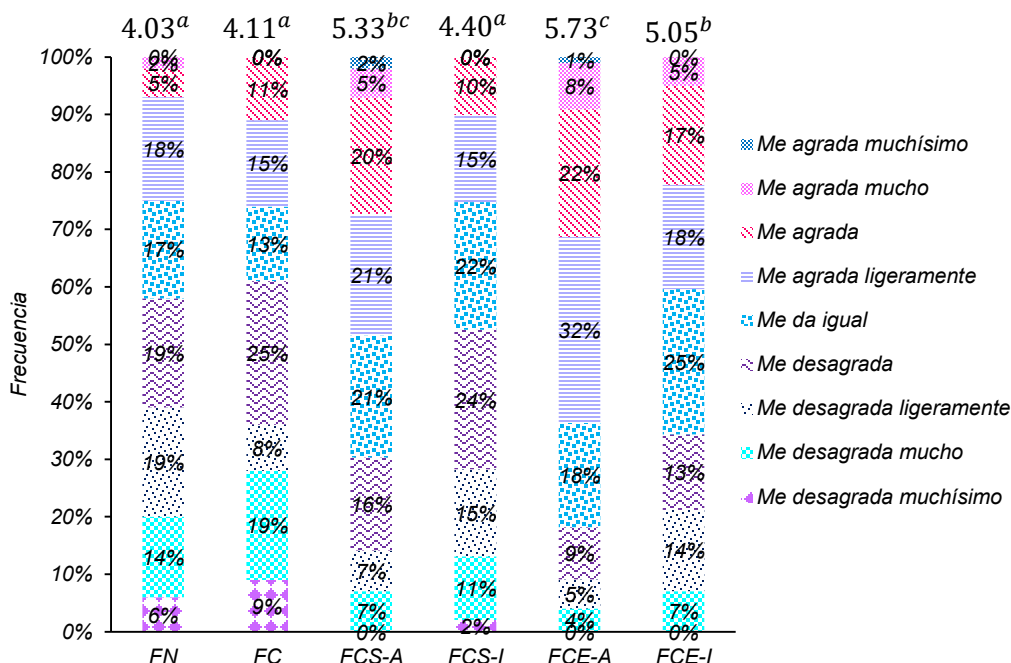


Figura 3.8. Frecuencia de nivel de agrado dulzor para las seis muestras en estudio. ^{a,b,c} indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba DMS.

Para la evaluación de nivel de agrado del atributo textura, la media de cada muestra y la frecuencia de cada valor de la escala se presentan en la Figura 3.9. La prueba análisis de varianza y DMS mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$), observando que FN, FC, FCS-I y FCE-I son similares para los consumidores con una media de 4.49, 4.56, 4.81 y 4.99 respectivamente, mientras que FCS-A, FCS-I y FCE-I son similares con una media de 5.08, 4.81 y 4.99 respectivamente. Finalmente en las muestras FCS-A, FCE-A Y FCE-I no existió diferencia significativa con una media de 5.08, 5.43 y 4.99 respectivamente. En esta categoría, tampoco ninguna media se acercó a la escala “me agrada”, sin embargo sumando las frecuencias de dicha escala se observa que FCE-A fue la que más agradó con el 52%.

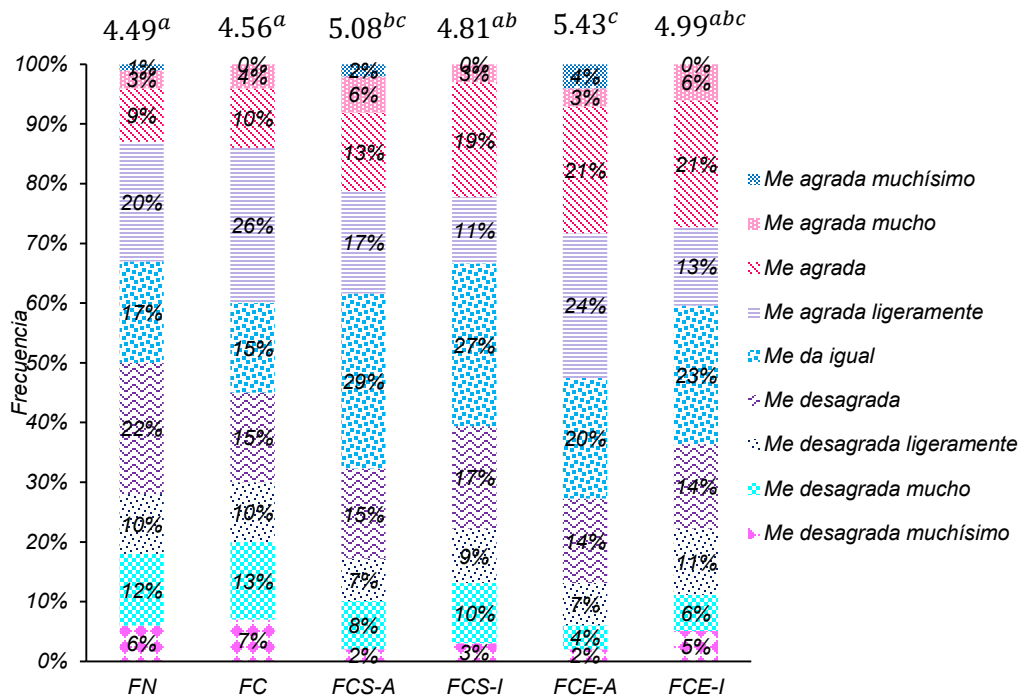


Figura 3.9. Frecuencia de nivel de agrado textura para las seis muestras en estudio.

a,b,c indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba DMS.

Finalmente, para agrado general, las medias obtenidas así como la frecuencia de cada calificación de la escala se muestran en la Figura 3.10. Estadísticamente hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras donde las muestras FCS-A, FCE-I y FCE-A fueron similares para los consumidores con una media de 5.34, 5.32 y 5.72 respectivamente, mientras que FN, FC y FCS-I no existió diferencia significativa con una media de 4.38, 4.64 y 4.52 respectivamente. De acuerdo a las medias obtenidas, ninguna muestra alcanzó calificación dentro de la escala “me agrada”, sin embargo, sumando las frecuencias de dicha escala se observa que FCE-A fue la que más agradó seguido de FCS-A (64% y 56% respectivamente), mientras que FN y FCS-I fueron las que más desagradaron.

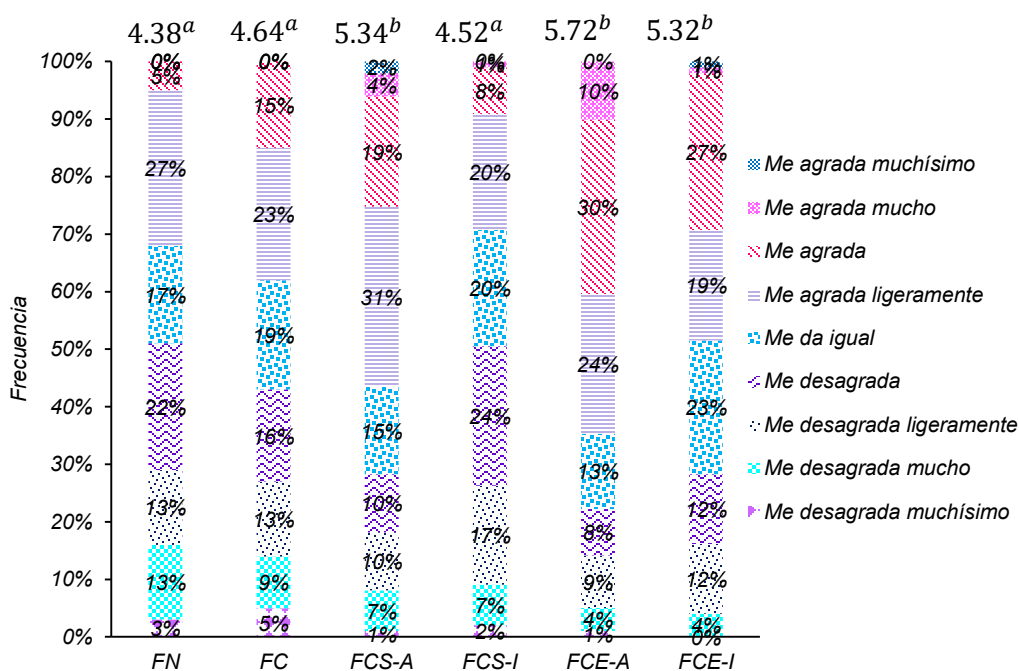


Figura 3.10. Frecuencia de nivel de agrado general para las seis muestras en estudio.

a,b indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba DMS.

3.3.2 Ordenación (preferencia)

En esta prueba, se les pidió a los consumidores que ordenaran las seis muestras de acuerdo a su preferencia para los atributos dulzor, sabor chocolate y textura. Los resultados de esta evaluación reflejaron diferencia significativa entre las muestra, en los tres atributos evaluados.

En el caso del atributo dulzor, se formaron tres grupos diferentes, siendo las muestras FCS-A, FCE-I y FCE-A las de mayor preferencia, mientras que las muestras FN y FC fueron las menos preferidas para los consumidores. Por otro lado, para el atributo sabor chocolate se formaron cinco grupos diferentes; en este caso, FCE-A y FCE-I fueron las más preferidas, a diferencia de FN, la cual fue la menos preferida para el consumidor. Finalmente, para el atributo textura, se formaron tres grupos diferentes, siendo FCE-A y FCE-I las más preferidas, mientras que FN y FC fueron las menos preferidas para los consumidores.

Tabla 3.12. Media de preferencia de las seis muestras para los atributos dulzor, sabor chocolate y textura. Donde 1: menos preferida y 6: la más preferida.

Muestra	Atributos		
	Dulzor	Sabor chocolate	Textura
FN	1.72 ^a	1.56 ^a	2.51 ^a
FC	2.25 ^a	2.43 ^b	2.52 ^a
FCS-A	4.15 ^c	4.06 ^{cd}	3.64 ^b
FCS-I	3.38 ^b	3.53 ^c	3.57 ^b
FCE-A	4.66 ^c	4.58 ^{de}	4.32 ^{bc}
FCE-I	4.85 ^c	4.84 ^e	4.45 ^c

a,b,c,d y e indican diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Friedman

Se observa que en los tres atributos evaluados, las muestras con estevia (FCE-I y FCE-A) fueron las más preferidas de las seis muestras presentadas. De acuerdo a las medias de dulzor, sabor chocolate y textura, FCE-I (4.85, 4.84 y 4.45 respectivamente) fue más preferida después de FCE-A (4.66, 4.58 y 4.32 respectivamente), resultado que fue similar en nivel de agrado, donde las medias de los atributos evaluados mostraron que la muestra FCE-A (5.73, 5.78 y 5.43 respectivamente) fue la de mayor agrado seguido de FCS-A (5.33, 5.39 y 5.08 respectivamente) y finalmente FCE-I (5.05, 5.31, 4.99 respectivamente). Con lo anterior, se puede observar que les agrada a los consumidores la muestra con mayor concentración de estevia; sin embargo, preferirán la de concentración baja.

La información obtenida de ambas pruebas es de gran ayuda para el desarrollo del suplemento en estudio ya que se evalúa la respuesta del consumidor ante un posible lanzamiento al mercado. Por un lado, las pruebas de aceptación revelarán información acerca del agrado o desagrado de los consumidores; sin embargo, un producto que tuvo un alto nivel de agrado, no significa precisamente que vaya a ser preferido. Simone y Pangborn (1957) estudiaron este comportamiento con duraznos enlatados, usando varias pruebas hedónicas y de preferencia, informando que cuando se le presentaban a los consumidores las muestras en pares y se les pedía que respondieran en un cuestionario hedónico con una escala de 9 puntos, los consumidores sentían frustración cuando les gustaban las muestras por igual, pero tenían preferencia por una, no

pudiendo indicarlo sobre la escala. En este sentido, la prueba de preferencia es considerada más sensitiva que la escala de nivel de agrado.

Otra diferencia entre ambas pruebas es la secuencia en que las muestras son presentadas, ya que en la prueba de nivel de agrado la evaluación es de manera monódica y en la de ordenación la evaluación de las muestras es secuencial lo que provoca en algunos casos saturación. Conocer cuál de las dos pruebas discrimina mejor ha sido estudiado (Hein *et al.*, 2008; Varela *et al.*, 2014); sin embargo, no es el objetivo del presente trabajo, debido a los datos serán utilizados para otro análisis más adelante.

Por otro lado, se puede observar que tanto para la prueba de nivel de agrado como para la de ordenación, los consumidores prefirieron las muestras que tienen cocoa con edulcorante en todos los atributos evaluados, lo que da a entender que dichos ingredientes mejoran las propiedades sensoriales en la formulación, aumentando el agrado del consumidor. Este resultado fue similar en un estudio que se realizó con café (Varela *et al.*, 2014), donde se variaron concentraciones de leche y azúcar, observando que los consumidores tienden a preferir la bebida con dulzor, como también fue el caso de las muestras de suplemento con edulcorante.

Estudios realizados con diferentes edulcorantes en diversos alimentos: jugo de naranja (Reis *et al.*, 2017), chocolates (Cikrikci *et al.*, 2016, Martins *et al.*, 2009), néctar de naranja (Dabbas y Qudsi, 2012), producto horneado (Quitral *et al.*, 2017), han demostrado la preferencia tanto de estevia como sucralosa y comprobado que ambos dejan un resabio amargo que dependerá de la matriz del alimento (Choi y Chung, 2015), factor que es considerado desagradable para el consumidor. En este caso, aunque no existió diferencia significativa entre las muestras con estevia y sucralosa, se observó mayor preferencia por las muestras con estevia que sucralosa. Por otro lado, se tiene que tener en cuenta que el resultado obtenido se basa en la media y no toma en cuenta que hay consumidores que tienden a preferir las muestras menos gustadas y viceversa, sin embargo, lo anterior se puede ver de manera más clara con la construcción de segmentos de consumidores.

3.3.3 Mapa de preferencia externo

Con el fin de extraer más información de los datos, se correlacionaron los datos experimentales del análisis descriptivo junto con los datos de nivel de agrado con el fin de obtener los mapas de preferencia externos de los atributos dulzor, sabor chocolate y textura, y que expongan de manera más clara el gusto del consumidor mediante la construcción de grupos de consumidores.

En cada caso, se construyeron clústeres de consumidores de acuerdo a su agrado por las muestras, así mismo el modelo vectorial resultó ser el mejor modelo para los segmentos de consumidores en todos los atributos. Sin embargo, el análisis de varianza no mostró significancia en los clústeres de los atributos evaluados, lo que significa que la preferencia de las clases es incierta. Aunque no existió dicha diferencia (Anexo 8), la interpretación de los resultados obtenidos se presenta a continuación.

Para el atributo dulzor, se identificaron tres clústeres de consumidores mediante el análisis de clasificación jerárquico ascendente. El clúster uno se conformó por 49 consumidores, el clúster dos por 19 consumidores y el clúster tres por 32 consumidores.

En la Figura 3.11 se muestra el mapa de preferencias para el atributo dulzor donde se observa que la preferencia de los clústeres 1 y 2 es homogénea respecto a las muestras FCE-A, FCS-A, FCE-I y FCS-I, lo que significa que estos grupos prefieren que las muestras tengan dulzor. De forma más clara en la Tabla 3.15 se muestran dichas preferencias, que de acuerdo al orden presentado, se observa que el clúster uno prefiere la muestra FCE-A seguido de FCE-I, mientras que el clúster dos prefiere las muestras FCE-A seguido de FCS-A. En cambio el clúster 3 tiende a preferir la muestra FC seguido de FN, en este caso se observó que existe un grupo de consumidores que prefieren que el producto sea amargo y con poco dulzor. Considerando el número de consumidores de cada clúster, las muestras FCE-A, FCS-A, FCE-I y FCS-I tienden a ser las más gustadas por 68 consumidores.

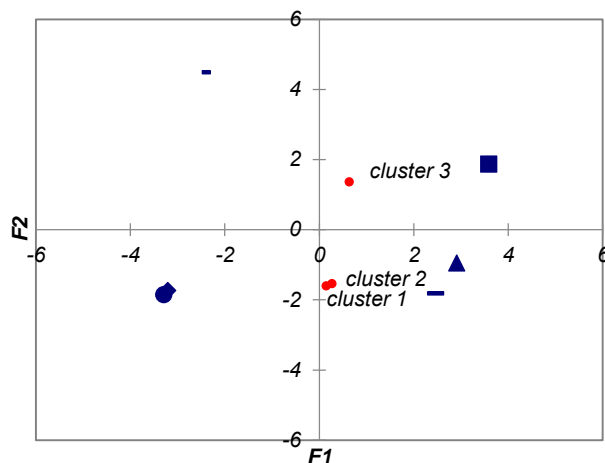


Figura 3.11. Mapeo de preferencia externo para el atributo dulzor. Obtenido mediante el ACP y las calificaciones hedónicas del atributo dulzor.

□: FN, ■: FC, ▲: FCS-A, ◻: FCE-A, ◆: FCS-I y ●: FCE-I

En cuanto al atributo sabor chocolate se identificaron tres clústeres de consumidores mediante el análisis de clasificación jerárquico ascendente. El clúster uno se conformó por 37 consumidores, el clúster dos por 51 consumidores y el clúster tres por 12 consumidores.

La Figura 3.12 muestra el mapa de preferencia para el atributo sabor chocolate donde se observa la misma tendencia que el caso anterior. En este caso, el clúster tres tiende a preferir la muestra FN seguido de FC lo que evidencia que prefieren que el producto tenga una nota a chocolate amargo, a diferencia del clúster uno y dos que prefiere la muestra FCE-A seguido de FCE-I y FCS-A, las cuales el olor y sabor chocolate predomina y son gustadas por 88 consumidores. Las muestras con mayor nivel de agrado se caracterizan por tener sabor chocolate y dulzor.

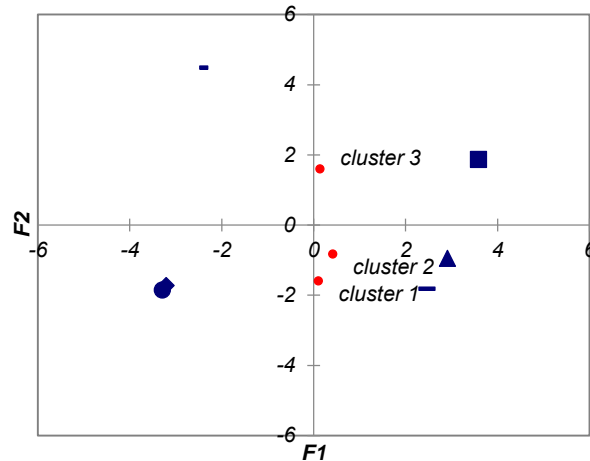


Figura 3.12. Mapeo de preferencia externo para el atributo sabor chocolate. Obtenidos mediante el ACP y las calificaciones hedónicas del atributo sabor chocolate.

□: FN, ■: FC, ▲: FCS-A, □: FCE-A, ◆: FCS-I y ●: FCE-I

Finalmente, para el atributo textura se identificaron tres clústeres de consumidores mediante el análisis de clasificación jerárquico ascendente. El clúster uno se conformó 33 consumidores, el clúster dos por 32 consumidores y el clúster tres por 35 consumidores. En este caso, el nivel de agrado de los tres clústeres es homogénea, resultado que se puede explicar con el ACP (Figura 3.6), en el que se observa que los atributos de textura están distribuidos en todos los cuadrantes. El clúster uno tendió a preferir las muestras FCE-I seguido de FCS-A, el clúster dos optó por las muestras FCE-A seguido de FCS-A y en el clúster tres se observó preferencia por las muestra FC seguido de FN.

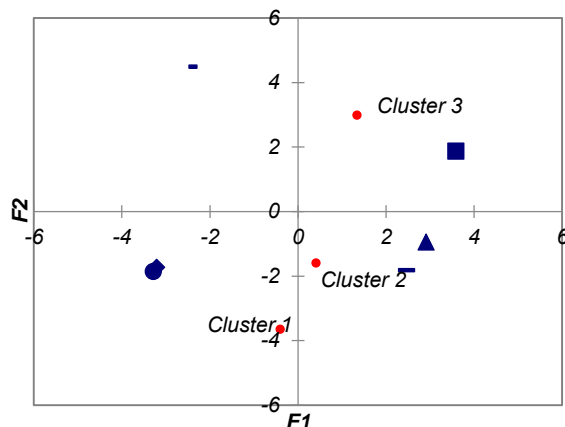


Figura 3.13. Mapeo de preferencia externo para el atributo textura. Obtenido mediante el ACP y las calificaciones hedónicas del atributo textura.

○: FN, ■: FC, ▲: FCS-A, ▾: FCE-A, ◆: FCS-I y ●: FCE-I

Tabla 3.13. Muestras clasificadas por orden ascendente de preferencia en los diferentes clústeres de consumidores para los tres atributos evaluados.

Dulzor			Sabor chocolate			Textura		
Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
FN	FN	FCE-I	FN	FN	FCE-I	FN	FN	FCE-I
FC	FC	FCS-I	FC	FC	FCS-I	FC	FC	FCS-I
FCS-A	FCS-I	FCE-A	FCS-A	FCS-I	FCE-A	FCS-A	FCS-I	FCE-A
FCS-I	FCE-I	FCS-A	FCS-I	FCE-I	FCS-A	FCE-A	FCE-I	FCS-A
FCE-I	FCS-A	FN	FCE-I	FCS-A	FC	FCS-I	FCS-A	FN
FCE-A	FCE-A	FC	FCE-A	FCE-A	FN	FCE-I	FCE-A	FC

En general se observa en la Tabla 3.15, que la muestra FN caracterizada como la menos dulce, sin sabor y olor chocolate es la que tiene el menor nivel de agrado. En cambio las muestras con estevia y cocoa fueron las que tienen mayor nivel de agrado. Con lo anterior se puede entender que los consumidores prefieren que el producto tenga tanto sabor a chocolate como dulzor, principalmente estevia, resultado que coincide con los resultados de preferencia y nivel de agrado. Sin embargo, en la prueba de nivel de agrado se observó de manera general una baja aceptación por las muestras.

Para optimizar un producto alimenticio es necesario conocer qué es lo que le agrada o desagrada al consumidor y una de las formas de saber esto, es evaluando los niveles de intensidad de los atributos empleando una escala de intensidad.

3.3.4 Justo como lo esperaba-JAR

Esta prueba se realizó con el fin de conocer si los niveles de edulcorante y cocoa en las muestras son los adecuados, y si la textura es como se espera. Se evaluó las intensidades de los atributos dulzor, sabor chocolate y textura de las diferentes muestras, utilizando la escala JAR de tres puntos.

En la Figura 3.14 se visualizan las distribuciones de las calificaciones JAR en los tres niveles (poco, JAR y demasiado) para el atributo dulzor. Se observa que la mayoría de los consumidores clasificaron el atributo no lo suficientemente intenso para todas las muestras: FN (84%), FC (79%), FCS-I (75%), FCE-I (55%), FCS-A (62%) y FCE-A (39%).

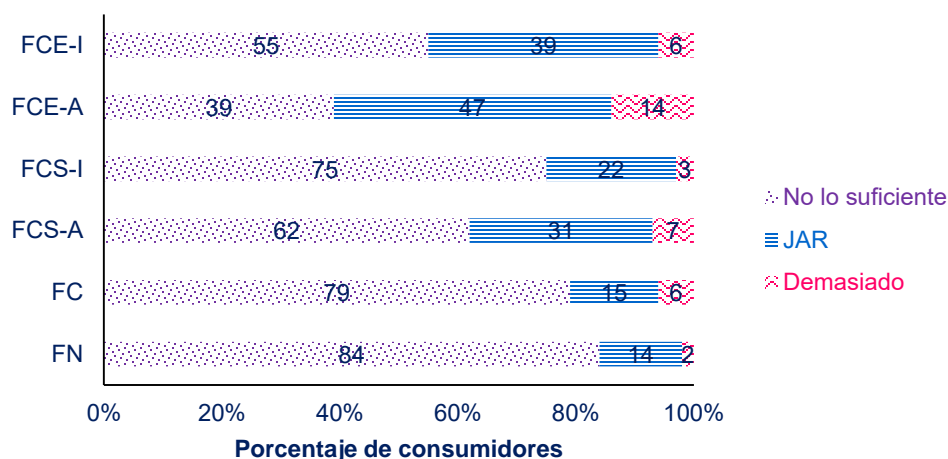


Figura 3.14. Porcentaje de consumidores ($n=100$) que calificaron en base a la escala JAR el atributo dulzor en las diferentes muestras.

En el atributo sabor chocolate, las distribuciones de las calificaciones JAR en los tres niveles (poco, JAR y demasiado) se muestran en la Figura 3.15. Igual que el caso anterior, la mayoría de los consumidores clasificaron el atributo no lo suficientemente intenso para todas las muestras: FN (89%), FC (80%), FCS-I (72%), FCE-I (60%), FCS-A (54%) y FCE-A (50%).

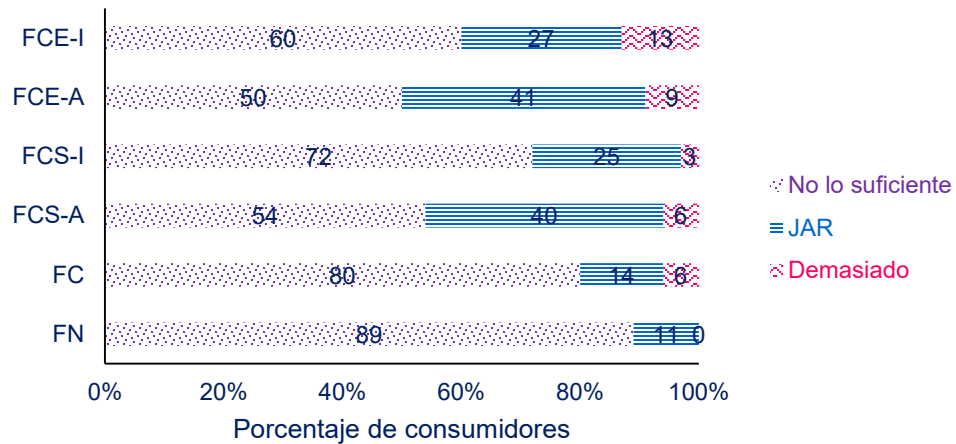


Figura 3.15. Porcentaje de consumidores (n=100) que calificaron en base a la escala JAR el atributo sabor chocolate en las diferentes muestras.

Los resultados del atributo textura se visualizan en la Figura 3.16, para este caso la mayoría de los consumidores clasificaron el atributo justo como lo esperaban en las muestras con cocoa y edulcorante: FCS-I (55%), FCE-I (56%), FCS-A (59%) y FCE-A (56%).

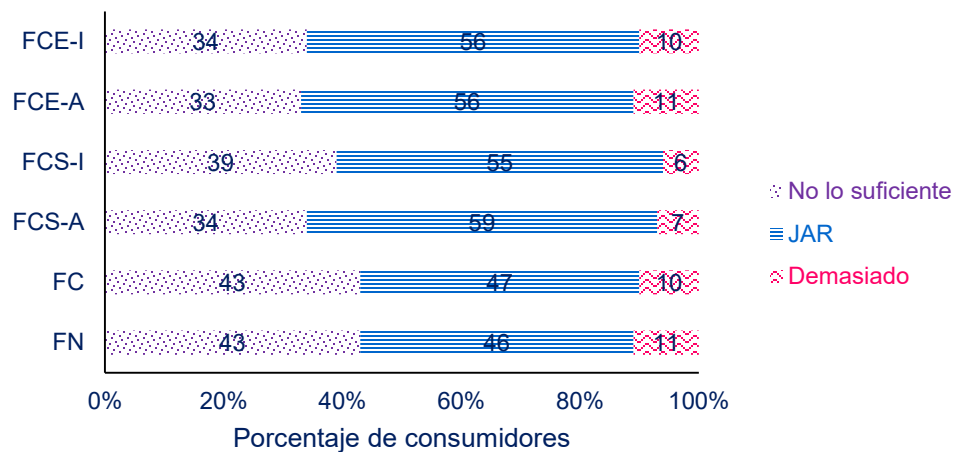


Figura 3.16. Porcentaje de consumidores (n=100) que calificaron en base a la escala JAR el atributo textura en las diferentes muestras.

3.3.5 Análisis de penalización

Posteriormente se efectuó el análisis de penalización con el fin de conocer si los niveles de los atributos evaluados en las seis muestras afectan el agrado general del consumidor y si fuera el caso, establecer las penalidades que recayeron en los atributos. En este análisis, los datos del nivel de agrado general y los datos JAR se combinaron para determinar la disminución de la media en la aceptación del producto. Gráficamente, la penalidad de una concentración particular de un atributo se define por su localización en una dimensión, definido por la disminución de la media en la aceptación de un producto en el eje “y” y el porcentaje de población que definió la concentración del atributo como no JAR en el eje “x”. Generalmente, para que un producto sea aceptado tendría que tener una baja caída media (< 1), un bajo porcentaje no- JAR ($< 35\%$) y por tanto penalidades bajas (Narayanan *et al.*, 2014). En la Tabla 3.16 se muestra de manera resumida los resultados de dicho análisis, los cuales se explicarán a detalle para cada muestra.

En FN, los consumidores penalizaron dos de los tres atributos evaluados. La intensidad del atributo dulzor y sabor chocolate tuvo un efecto significativo en el agrado general ya que los consumidores penalizan el producto cuando es considerado “no lo suficiente dulce” y “no suficiente sabor chocolate”, mientras que la textura no fue penalizada. De los tres atributos evaluados, el dulzor es el que más afecta el agrado general de la muestra.

FC no recibió penalización en ninguno de los tres atributos evaluados. Las intensidades de los atributos dulzor y sabor chocolate fueron clasificadas por la mayoría de los consumidores como no lo suficiente (79 y 80 % respectivamente), sin embargo, esta calificación no tuvo un impacto significativo en el agrado general de la muestra.

Para FCS-I, los consumidores penalizaron uno de los tres atributos evaluados. La intensidad del atributo dulzor tuvo un impacto significativo en el agrado general ya que fue penalizado hacia la dirección “no lo suficiente”. Por otro lado, un 72% de los consumidores evaluó el dulzor como “no lo suficiente”; sin embargo no tuvo un impacto en el agrado general. De los atributos evaluados, el dulzor es el que más afecta el agrado general de la muestra.

Existió penalización en uno de los tres atributos para FCS-A. La intensidad del atributo sabor chocolate en la dirección “no suficiente” tuvo un impacto significativo en el agrado general. Mientras que la intensidad del atributo dulzor y la textura no tuvieron impacto significativo en el agrado general. Para esta muestra, el atributo que más afectó el agrado general fue sabor chocolate.

Para la muestra FCE-I, los consumidores penalizaron el atributo dulzor en la dirección “no lo suficiente”. En cambio, el atributo sabor chocolate y la textura no recibieron penalización. En este caso, el atributo que más afectó el agrado general fue el dulzor.

En la muestra FCE-A, la intensidad del atributo sabor chocolate en la dirección “no lo suficiente” tuvo un impacto significativo en el agrado general, lo que significa que para los consumidores es importante. En cambio, la intensidad del parámetro dulzor y la textura no marcó significancia en el agrado general. De los atributos evaluados, sabor chocolate es el que más afecta el agrado general de la muestra.

Tabla 3.14. Resultados del análisis de penalización en el que se presenta la penalización global.

	Dulzor	Sabor chocolate	Textura
FN	1.55*	1.11*	0.99
FC	0.66	0.17	0.84
FCS-A	0.67	1.18*	0.36
FCS-I	1.26*	0.75	0.47
FCE-A	0.66	1.15*	0.42
FCE-I	1.15*	0.47	0.61

**penalización*

En las muestras FN, FCS-I, FCS-A, FCE-I y FCE-A se observó, que al menos un atributo tuvo un impacto significativo en la disminución del agrado general. Para FCS-I y FCE-I es necesario la adición de más dulzor para aumentar el agrado del consumidor ya que la concentración de cocoa no disminuye la aceptación de las muestras. Mientras que para FCS-A y FCE-A, las cuales tienen una mayor concentración de edulcorante, se necesita agregar más cocoa para tener una mejor aceptación. Con lo anterior se observa que pudiera existir incompatibilidad entre los ingredientes por lo que la reformulación del suplemento debe de hacerse.

En cuanto a la textura del producto, esta no tuvo un impacto significativo en la disminución del agrado general; sin embargo los comentarios de los consumidores no fueron positivos para este atributo.

3.4 Discusión general

Por medio del Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) se desarrolló un lenguaje que permitió caracterizar sensorialmente el suplemento alimenticio, de este modo los jueces establecieron diferencias en las seis muestras del estudio. Hasta el momento no se había desarrollado descriptores para un producto de este tipo, lo que sugiere que estos resultados puedan ser de guía para futuras investigaciones sensoriales con productos semejantes.

A partir de los resultados del análisis descriptivo fue posible la construcción del gráfico de componentes principales, observando que las muestras que presentan concentración intermedia de edulcorante (FCS-I y FCE-I) presentan características similares, al igual que las muestras con concentración alta (FCS-A y FCE-A), y que estas a su vez comparte características en conjunto, mientras que FN y FC resultaron ser semejantes en algunas características. La diferencia que existió entre todas las muestras se debe principalmente a la variación de los ingredientes: cocoa y edulcorante; sin embargo, todas las muestras llegaron a ser similares en al menos un atributo.

Los atributos que mejor remarcaron diferencia entre las muestras fueron color, granulosidad-apa, brillo, olor chocolate, olor masa, granulosidad-tex, arenosidad-tex, dulce, sabor chocolate y amargo. Las muestras FN, FCS-I y FCE-I tendieron a ser ligeramente más granulosas en apariencia y textura que FC, FCS-A y FCE-A; sin embargo, estas últimas fueron ligeramente más arenosas. Por otro lado, las muestras con cocoa resultaron tener una tonalidad más oscura debido a la presencia de este ingrediente, mientras que la adición de edulcorante permitió definir a las muestras como dulces y con una mayor nota a chocolate a diferencia de la muestra con únicamente cocoa, la cual fue considerada como la más amarga. Lo anterior permite visualizar la importancia de las propiedades sensoriales de las muestras, ya que de éstas dependerá el agrado y preferencia del consumidor (Martins *et al.*, 2009).

Las pruebas con consumidores permitieron ver de manera más clara la dirección del suplemento alimenticio, para ello se evaluaron los atributos dulzor, sabor chocolate y textura. Tanto la prueba de nivel de agrado como de ordenación mostraron diferencias en la evaluación de las seis muestras, lo que evidencia que los consumidores tienden a preferir ciertas características en el suplemento. Las muestras tanto con estevia como sucralosa a la más alta concentración (FCE-A y FCS-A respectivamente) fueron las más gustadas en los atributos sabor chocolate y dulzor, los cuales se pueden correlacionar con los resultados del análisis descriptivo, ya que predominaron en dichas muestras. En el caso de textura y agrado general las muestras más gustadas fueron FCE-A, FCS-A y FCE-I; sin embargo, el promedio de las calificaciones no llegó a la escala “me agrada”. Por otro lado, en la prueba de preferencia las muestras con estevia a la concentración alta e intermedia (FCE-A y FCE-I respectivamente) resultaron ser las más preferidas en los atributos sabor chocolate y textura, mientras que para dulzor, las muestras FCE-A, FCS-A y FCE-I fueron las más preferidas.

En cuanto al mapa de preferencia externo, la construcción de segmentos de consumidores permitió visualizar de manera más profunda la preferencia de los consumidores dentro del mapa de los atributos sensoriales de las muestras, permitiendo identificar los factores sensoriales que más agradan a la mayoría de los consumidores, lo que evidencia que este tipo de análisis contribuye a la optimización del producto en estudio. Además de que se mide la percepción y el comportamiento de elección de los consumidores hacia el producto, lo cual puede ser de ayuda para crear estrategias de marketing (Garber *et al.*, 2001). Asimismo, el modelo vectorial fue el mejor modelo para los grupos; sin embargo, no existió diferencia significativa en los clústeres formados lo que significa que la preferencia de los grupos es incierta.

El análisis de penalización permitió demostrar que los atributos dulzor y sabor chocolate tienen un impacto en la aceptación del producto, por lo que las muestras que fueron penalizadas necesitan ser reformuladas en al menos un atributo para aumentar el agrado del consumidor. Con lo anterior se demuestra que el uso de escalas JAR permite conocer el grado de satisfacción de los consumidores ante el producto, evaluando las características sensoriales. Considerando el %No JAR y las penalizaciones de los

atributos evaluados, la muestra que tiene más potencial para ser reformulada es FCE-A, además de que fue la más gustada en nivel de agrado de acuerdo a la media obtenida, la más preferida junto con FCE-I y la más aceptada por la mayoría de los clústeres en el mapeo de preferencia externo.

En futuras investigaciones lo que se recomendaría en la reformulación del suplemento alimenticio sería evaluar la compatibilidad de los ingredientes de tal manera que no se generen atributos desagradables. En el caso del dulzor usar mezclas de edulcorantes de tal forma que pudieran actuar sinérgicamente con la matriz de ingredientes para potencializar el dulzor y que no sobrepasen los límites máximos permitidos, además de que pueda enmascarar las notas amargas que imparten las leguminosas.

En lo referente al sabor chocolate, algunos de los comentarios de los consumidores hicieron énfasis de que no sabía y que no se acercaba al sabor chocolate esperado; sin embargo, la adición de más cocoa podría amargar más el producto. Por otro lado, considerando los comentarios que mencionaban que no se acercaba al sabor esperado pudiera ser que lo estaban relacionando con el sabor de un “chocolate común” cuya formulación tiene: masa de cocoa, sacarosa, manteca de cacao, saborizante, lecitina, entre otros aditivos, sin embargo, estos ingredientes no pueden ser añadidos a la formulación del suplemento debido a que subiría el aporte energético del producto. Así mismo, podría ser una opción sustituir la cocoa con un saborizante de chocolate artificial o combinarlo con vainilla, ya que este último ingrediente se usa para mejorar el sabor y el aroma del cacao y para enmascarar notas amargas, además de que proporciona dulzor. También sería otra opción agregar un olor a chocolate artificial para enmascarar notas desagradables de los cereales y leguminosas, además de que en el perfil sensorial, para el descriptor olor a chocolate se obtuvo una media entre 4.1 y 4.3 en las muestras con cocoa, la cual podría mejorarse.

Lo anterior pone en cuestión si los consumidores estarían dispuestos a aceptar el suplemento con un sabor no parecido al de un alimento común. Esto concuerda con estudios que han señalado el papel importante del gusto como factor que dirige la elección de los alimentos (Siró *et al.*, 2008). Por otro lado, se observa que las opiniones de los consumidores acerca de lo que les gusta o disgusta de las muestras aporta

información relevante, ayudando a entender que características son más o menos apreciadas de acuerdo a las percepciones y preferencias de los consumidores.

Finalmente, para la textura, no existió penalización en ninguna de las muestras, lo que significa que la textura no tiene un impacto significativo en la disminución del agrado general; sin embargo, los comentarios de muchos de los consumidores (Anexo 10), mostraron desagrado en este atributo, prefiriendo que el producto fuese más líquido, menos espeso (viscoso) y grumoso, lo que llevaría a modificar la concentración o cambiar el tipo de goma y disminuir el tamaño de partícula de las harinas para evitar la formación de grumos, con el fin de aumentar el nivel de agrado. Además de que se ha comprobado que la viscosidad disminuye la percepción del gusto (dulce, ácido, amargo y salado), del sabor y del aroma (Pangborn *et al.*, 1973; Tournier *et al.*, 2007). De esta manera, sería una opción cambiar la reología del alimento ya que permitiría que el dulzor y el sabor fueran más fácil de percibir en el producto.

En este sentido, la reformulación de este suplemento se debe de llevar a cabo constantemente y cuidadosamente para garantizar la aceptabilidad y las compras repetidas en un futuro.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

Se describió sensorialmente seis muestras de suplemento alimenticio tipo papilla, empleando la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC). Observando que las muestras con cocoa y edulcorante (estevia y sucralosa) son caracterizadas por ser dulces, además de que el olor y sabor a chocolate predomina, mientras que la muestra únicamente con cocoa es caracterizada por ser amarga y que a su vez comparte características con la muestra natural donde el sabor harina y cereal predominan.

Las pruebas con consumidores mostraron mayor agrado y preferencia por las muestras con cocoa, estevia y sucralosa, lo que evidencia que los consumidores tenderán a elegir un producto que tenga tanto dulzor como sabor. Sin embargo, el promedio de las calificaciones no alcanzó la escala “me agrada”.

El mapa de preferencias permitió visualizar los diferentes grupos de consumidores de acuerdo a sus preferencias por las muestras y los atributos que las caracterizan, sin embargo, el modelo vectorial no mostró diferencia significativa en los segmentos formados, por lo que la preferencia observada no puede ser concluida.

El análisis de penalización mostró que el dulzor y sabor chocolate son los atributos que directamente impactan el nivel de agrado general del consumidor.

La reformulación del producto debe de hacerse con base a los resultados del presente trabajo ya que servirán para hacer futuras mejoras, asegurando que los atributos se encuentren en el agrado y preferencia del consumidor. Así mismo, se recomienda hacerlo con personas con malnutrición.

CAPÍTULO 5. PERSPECTIVAS

Llevar a cabo la reformulación del suplemento alimenticio, empleando mezclas de edulcorantes, saborizantes artificiales o naturales, así como olores artificiales de tal manera que actúen sinérgicamente con la matriz alimentaria para evitar atributos indeseables.

Una vez reformulado el suplemento, evaluar los niveles de intensidad de los atributos con escalas JAR para saber si están al gusto del consumidor.

Evaluar el suplemento alimenticio con personas que sufren malnutrición, con el fin de tener resultados con base en los consumidores a quienes va a ir dirigido el producto.

Emplear otras metodologías sensoriales en el estudio de consumidores para extraer más información de cómo es percibido el producto. Entre las pruebas que podrían aplicarse son: la prueba de intención de compra, así como la prueba Check All That Apply (CATA) o su versión modificada Rate All That Apply (RATA) las cuales proveen información precisa de las percepciones de los consumidores sobre las características sensoriales de los productos.

Evaluar la aceptación del suplemento junto con productos competencia (Isopure Protein Powder, Atkins Advantage, Glucerna Shake, entre otros) para conocer si este tiene mayor agrado y es preferido por personas con malnutrición.

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 1975. *Minutes of Division Business Meeting*. Institute of Food Technologist-Sensory Evaluation Division, Chicago.
- Calí, M. 2006. *Análisis sensorial de los alimentos*. Fruticultura y Diversificación, 48: 34-37.
- Calzada, R., Ruíz, M., Altamirano, N. y Padrón, M. 2013. *Características de los edulcorantes no calóricos y su uso en niños*. Acta Pediátrica de México, 34(3): 141-153.
- Campbell-Platt, G. 2009. *Food Science and Technology*. USA: Willey-Blackwell.
- Carvalho, V. y Conti, Ana. 2017. *Cereal bars produced with banana peel flour: evaluation of acceptability and sensory profile*. Journal of Science Food Agriculture, 98: 134-139.
- Rivas, H. 2014. *Desarrollo del perfil sensorial del pulque muestras tradicionales y experimentales*. Tesis de licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- Cerezal, O., Urtuvia, V., Ramirez, V., Romero, N. y Arcos, R. 2011. *Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celiacos entre 6 y 24 meses; I: Formulación y aceptabilidad*. Nutrición Hospitalaria, 26(1): 152-160.
- Chylinski, M., Northey, G. y Viet, L. 2015. *Cross-modal interactions between color and texture of food*. Psychology and Marketing, 32 (9): 950-966.
- Choi, J. y Chung, S. 2015. *Sweetness potency and sweetness synergism of sweeteners in milk and coffee systems*. Food Research International, 74: 168-176.
- Choo, E. y Dando, R. 2017. *The impact of pregnancy on taste function*. Chemistry Sense, 42: 279-286.
- Cikrikci, S., Yucekutlu, M., Mert, B. y Oztop, M. 2016. *Physical characterization of low-calorie chocolate formulations*. Food Measure, 11: 41-49.
- Civille, G. y Szczeniak, A. 1973. *Guidelines to training a texture profile panel*. Journal Texture Studies, 4: 204-223.
- Clapperton, J. 1973. *Profile Analysis and flavour discrimination*. Journal of the Institute of Brewing, 80: 164-173.

- Cliff, M., Law, J., Lücker, J., Scaman, C. y Kermode, A. 2016. *Descriptive and hedonic analyses of low-Phe food formulations containing corn (Zea mays) seedling roots: toward development of a dietary supplement for individuals with phenylketonuria*. Journal of Science Food Agriculture, 96: 140-49.
- Costa, N., Sakon, P., Paula, H., Pinto, M., Sant'Anna, M., Araujo, T. y Minim, V. 2014. *Protein and sensory quality of a food supplement formulated for the elderly*. Acta Alimentaria, 43(1): 124-132.
- Cutullé, B., Berruti, V., Campagna, F., Colombaroni, M., Robidarte, M., Wiedemann, A. y Vazquez, M. 2012. *Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lentejas (Galletinas)*. Diaeta (B.Aires), 30 (138): 25-31.
- Dabbas, M. y Qudsu, J. 2012. *Effect of partial replacement of sucrose with the artificial sweetener sucralose on the physic-chemical, sensory, microbial characteristics, and final cost saving of orange nectar*. International Food Research Journal, 19 (2): 679-683.
- Danguin, T., Sinding, C., Romagy, S., El Mountassir, F., Atanasova, B., Le Berre, E., Le Bon, A. y Coureaud, G. 2014. *The perception of odor objects in everyday life: a review on the processing of odor mixtures*. Frontiers in Psychology, 5: 1-18.
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., Pranzetti, V. 2010. *El color en los alimentos: determinación de color en mieles*. Invenio, 13(25): 145-152.
- Donfrancesco, B., Koppel, K. y Chambers, E. 2012. *An initial lexicon for sensory properties of dry dog food*. Journal of Sensory Studies, 27: 498-510.
- Danzart, M., Sieffermann, J.M., & Delarue, J. 2004. *New developments in preference mapping techniques: finding out a consumer optimal product, its sensory profile and the key sensory attributes*. In Proceedings of the 7th Sensometrics Meeting. Davis, USA, July 27-30 2004.
- Do Nascimento, A., Mota, A., Rodrigues, P. y Paes, J. 2012. *Sensory stability of whole mango juice: influence of temperature and storage time*. Food Science and Technology, 32(4).

- Durán, L. y Costell, E. 1999. *Revisión: Percepción del gusto. Aspectos fisicoquímicos y psicológicos*. Food Science and Technology International, 5(4): 299-309.
- Engelen, L. y Van der bilt, A. 2008. *Oral Physiology and Texture Perception of Semisolids*. Journal of Texture Studies, 39: 83-113.
- El Financiero. 2017. *Empresas de suplementos engordan sus ventas en México*. [En línea] Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/de-suplementos-engordan-sus-ventas-en-mexico.html>. [Ultimo acceso el 20 de febrero de 2018].
- Escalona, H. 1995. *Evaluación estadística de metodologías para pruebas sensoriales a través de estudios de caso*. Tesis de Maestría, México, CD.MX. UAM.
- Escobedo, I. 2010. *Percepción gustativa salina provocada por NaCl y otras sales en bebidas no alcohólicas y queso panela*. Tesis de licenciatura. Facultad de Química. UNAM
- Espinosa, J. 2007. *Evaluación sensorial de los alimentos*. Ciudad de la Habana: Universitaria.
- Fass, M, Melgert, B. y De Vos, P. 2010. *A brief review on how pregnancy and sex hormones interfere with taste and food intake*. Chemistry Perception, 3: 51-56.
- Garber, L., Hyatt, E. y Starr, R. 2001. *Measuring consumer response to food product*. Food Quality and Preference, 14: 3-15.
- García, J. 2016. *Internal Preference Mapping de Quelites de diferentes regiones de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- García, I. 2013. *Elaboración de un suplemento dietético a base de extracto de frijol negro (phaseolus vulgaris) mediante secado por aspersion*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química, Toluca, México.
- Gere, A., Sipos, L., Héberger, K. (2015). *Generalized Pairwise Correlation and method comparison: Impact assessment for JAR attributes on overall liking*. Food Quality and Preference, 43: 88–96.

- Gere, A., Szabó, Z., Pásztor, K., Orbán, C., Kókai, Z. y Sipos, L. 2017. *Use of JAR-Based Analysis for Improvement of Product Acceptance: A case study on flavored kefirs*. Journal of Food Science, 82(5): 1200-1207.
- González, J., de la Montaña, J. y Míguez, M. 2002. *Estudio de la percepción de sabores dulce y salado en diferentes grupos de la población*. Nutrición Hospitalaria, 17(5): 256-258.
- Gordon, D. *Vegetable proteins can stand alone*. Journal of the American Dietetic Association, 231.
- Greenhoff, K. y MacFie H. 1999. *Preference mapping in practice*. In *Measurement of food preferences*. Aspen Publishers, Inc Gaithersburg, Maryland.
- Hein, K., Jaeger, S., Carr, T. y Delahunty, C. 2008. *Comparison of five common acceptance and preference methods*. Food Quality and Preference, 19:651-661.
- Hernández, M. y Sastre, A. 1999. *Tratado de Nutrición*. Madrid: Díaz de Santos, p. 331.
- ISO 8586-1. 1993. *Sensory analysis- General guidance for selection, training and monitoring of assessors*. 1° edición.
- Knapik, J., Trone, D., Austin, K., Steelman, R., Farina, E. y Lieberman, H. 2016. *Prevalence, Adverse Events, and Factors Associated with Dietary Supplement and Nutritional Supplement Use*. Journal of the Academy Nutrition and Dietetics, 116(9): 2212-2672.
- Koch, C. y Koch, E. 2003. *Preconceptions of taste based on color*. The Journal of Psychology, 137(3): 233-242.
- Krishnaja, U. y Mary, P. 2016. *Development and quality assessment of Functional Food Supplement (FFS) for the management of lifestyle diseases*. Asian Journal of Dairy and Food Research, 35(3): 227-233.
- Lawless, H. y Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York: Springer.
- Lawless, L. y Civille, G. 2013. *Developing lexicons: a review*. Journal of Sensory Studies, 28: 270-281.

- Liu, D., Deng, Y., Sha, L., Hashem, A. y Gai, S. 2017. *Impact of oral processing on texture and taste perception*. Journal of Food Science and Technology, 54(8): 2585-2593.
- Manchado, N., Carvalho, E., Joy, C. y André, H. 2017. *Sensory characterisation of gluten-free bread with addition of quinoa, amaranth flour and sweeteners as an alternative for coeliac patients*. International Journal of Food Science and Technology; 52: 872-879.
- Martin, L. y Sollars, S. 2017. *Contributory role of sex difference in the variations of gustatory function*. Journal of Neurosci Research, 95: 594-603.
- Martins, L., André, H. y Efraim, P. 2009. *Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates*. Food Quality and Preference, 20: 138-143.
- Martínez, A. 2014. *Estudio de efecto de capsaicinoides en las características sensoriales y de textura en geles elaborados con almidones modificados*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
- Martinez, I. 2013. *Identificación de posibles marcadores proteínicos asociados a las características sensoriales de la carne de ovino*. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Mellor, D., Amund, D., Georgousopoulou, E. y Naumovski, N. 2017. *Sugar and cocoa: sweet synergy or bitter antagonisms. Formulating cocoa and chocolate products for health: a narrative review*. International Journal of Food Science and Technology, 53: 33-42.
- Mensa, Y., Dixon, R. y Sefa, S. 2001. *Acceptability of extrusion cooked cereal/legume weaning food supplements to Ghanaian mother*. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 52: 83-90.
- Murray, M., Delahunty, M. y Baxter, A. 2001. *Descriptive sensory analysis: past, present and future*, Food Research International, 34:461-471.
- Narayanan, P., Chinnasamy, L., Jin, L. y Clark, S. 2014. *Use of just about right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt*. Journal Dairy Science, 97:3262-3272.

- Noel, C., Cassamo, P. y Dando, Robin. 2017. *College-aged males experience attenuated sweet and salty taste with modest weight gain*. The Journal of Nutrition, 1885-18891.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*. Roma, FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2010. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo: La inseguridad alimentaria en crisis prolongadas*. Roma, FAO.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2018. *Desafíos*. [En línea]. Disponible en <http://www.who.int/nutrition/challenges/es/>. [Último acceso el 21 de febrero de 2018].
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2003. *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Disease*. Geneva, OMS.
- Pangborn R., Trabue I. y Szczesniak, A. 1973. *Effect of the hydrocolloids on oral viscosity and basic taste intensities*. Journal of Texture Studies: 4: 224-241.
- Parket, G., Roy, K., Mitchell, O., Wilhelm, K. y G., Hadzi, D. 2002. *Atypical depression: a reappraisal*. American Journal of Psychiatry, 159: 1470-1479.
- Parket, G., Parket, I. y Brotchie, H. 2006. *Mood state effects of chocolate*. Journal of Affective Disorders, 92: 149-159.
- Pedrero, F. y Pangborn, R. 1989. *Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos de análisis estadístico*. D.F.: Alhambra Mexicana.
- Piggott, J. 1995. *Design questions in sensory and consumer science*. Food Quality and Preference, 6: 2017-220.
- Piggott, J., Simpson, S. y Willians, S. 1998. *Sensory analysis*. Journal of Food Science and Technology, 33: 7-18.
- Quitral, V., González, M., Carrera, C., Gallo, G., Moyano, P., Salinas, J. y Jiménez, P. 2017. *Efecto de edulcorantes no calóricos en la aceptabilidad sensorial de un producto horneado*. Revista Chilena de Nutrición, 44 (2): 137-143.
- Ramirez, Juan. 2012. *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

- Reis, F., Alcaire, F., Deliza, R. y Ares, G. 2017. *The role of information on consumer sensory, hedonic and wellbeing perception of sugar-reduced products: Case study with orange/pomegranate juice*. Food Quality and Preference, 62: 227-236.
- Rocha, M., Deliza, R., Correa, F., Carmo, M. y Abboud, A. 2012. *A study to guide breeding of new cultivars of organic cherry tomato following a consumer-driven approach*. Elsevier Food Research International, 51, 265-273.
- Rosado, J., Rivera, J., Loéz, G., Solano, L., Rodriguez, G., Casanueva, E., García, A., Georgina, T. y Maulen, I. 1999. *Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación, Salud y Alimentación*. Salud Pública de México, 41(3): 153-162.
- Rozin, P., Levine, E. y Stoess., 1991. *Chocolate craving and liking*. Appetite, 17: 199-212.
- Schilling, M. y Coggins, P. 2007. *Utilization of agglomerative hierarchical clustering in the analysis of hedonic scaled consumer acceptability data*. Journal of Sensory Studies, 22: 477-491.
- Secretaría de Salud. 2012. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT)*. Cuernavaca, Morelos, México.
- Sensory Dimensions. 2018. *Just about Right Scales and Penalty Analysis* [En línea] Actualizado al 2018. Disponible en: <http://www.sensorydimensions.com/blog/just-about-right-scales-and-penalty-analysis/>. [Ultimo acceso el 20 de febrero de 2018].
- Severiano, P., Gómez, D., Mendez, C., Pedrero, D., Gómez, C., Ríos, T., Escamilla, A. y Utrera, M. 2016. *Manual del taller de evaluación sensorial*. Facultad de Química. UNAM.
- Severiano, P., Cadena, A., Vargas, D. y Guevara, R. 2012. *Questionnaire on Mexicans' familiarity with odor names*. Journal of Sensory Studies, 27: 277-285.
- Shamah, T., Amaya, M. y Cuevas, L. 2015. *Desnutrición y Obesidad: Doble carga en México*. Revista Digital Universitaria, 16(5): 1-17.
- Simone, M. y Pangborn, RM. 1957. *Consumer acceptance methodology: One vs two samples*. Food Technology; 11: 25-29.

- Sinesio, F., Comendador, F., Peperario, M. y Moneta, E. 2008. *Taste perception of umami-rich dishes in Italian culinary tradition*. Journal of Sensory Studies, 24, 554-580.
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B. y Lugasi, A. 2008. *Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review*. Appetite. 51: 456-467.
- Society of sensory professionals. 2018. *Just About Right Scales* [En línea] Actualizado al 2018. Disponible en:
<https://www.sensorysociety.org/knowledge/sspwiki/Pages/Just%20About%20Right%20Scales.aspx>. [Ultimo acceso el 20 de febrero de 2018].
- Spence, C., Levitan, C., Shankar, M. y Zampini, M. 2010. *Does food color influence taste and flavor perception in humans*. Chemosensory Perception, 3: 68-84.
- Stone, H. y Sidel, J.L. 1993. *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press Inc., London, UK.
- Stone H., Sidel JL. 2004. *Sensory Evaluation Practices*. 3rd ed. San Diego, CA. Elsevier Academic Press.
- Stone, H., Bleibaum, R.N. & Thomas, H.A. 2012. *Descriptive Analysis. Sensory Evaluation Practices*, 4th ed. London: Elsevier Pp. 233–289.
- Thamke, I., Durrschmind, K. y Rohm, H. 2009. *Sensory description of dark chocolates by consumers*. LWT-Food Science and Technology, 42: 534-539.
- Torre, H. 2000. *Bases Científicas del Análisis Sensorial*. Alimentaria: Revista de Tecnología e higiene de los alimentos, 309: 155-164.
- Torricella, R., Zamora, E. y Pulido, H. 2007. *Evaluación Sensorial, aplicada a la investigación, desarrollo y control de calidad en la industria de alimentos*. Editorial Universitaria 2º edición La Habana.
- Tournier, C., Sulmont, C. y Guichard, E. 2007. *Flavour Perception: Aroma, Taste and Texture Interactions*. Food, 2: 246-257.
- Utrera, M. 2007. *Queso Cotija Autentico: Estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.

- Varela, P., Beltrán, J. y Fiszman, S. 2014. *An alternative way to uncover drivers of coffee liking: preference mapping based on consumer's preference ranking and open comments*. Food Quality and Preference, 32: 152-159.
- Vizuet, N., Shamah, T., Gaona, E., Cuevas, L. y Méndez, I. 2016. *Adherencia al consumo de los suplementos alimenticios del programa PROSPERA en la reducción de la prevalencia de anemia en niños menores de tres años en el estado de San Luis Potosí*. Nutrición Hospitalaria, 33(4): 782-789.
- Worch, T. 2013. *PrefMFA, a solution taking the best of both internal and external preference mapping techniques*. Food Quality and Preference, 30:180-191.
- Zarzo, M. 2007. *The sense of smell: molecular basis of odorant recognition*. Biological Reviews, 82: 455-479.
- Zea, A. 2016. *Caracterización sensorial (perfil flash) y nivel de agrado (internal preference mapping) de los quintoniles de las especies Amaranthus cruentus L., Amaranthus hypochondriacus L. (Sierra Norte de Puebla) y Amaranthus hybridus L. (Ciudad de México)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.

ANEXOS

ANEXO 1. Regresión lineal de umbrales de gustos básicos

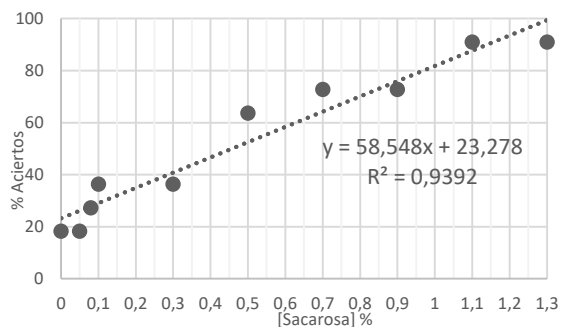


Figura. Umbral gusto dulce calculado a partir de regresión lineal al 50% de aciertos

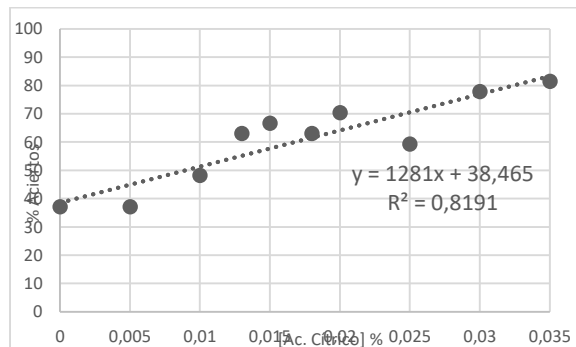


Figura. Umbral gusto ácido calculado a partir de regresión lineal al 50% de aciertos

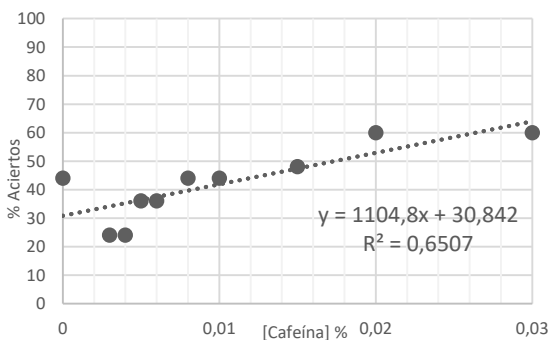


Figura. Umbral gusto amargo calculado a partir de regresión lineal al 50% de aciertos

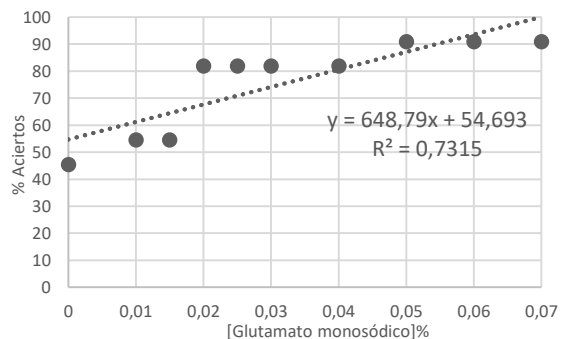


Figura. Umbral gusto umami calculado a partir de regresión lineal al 50% de aciertos

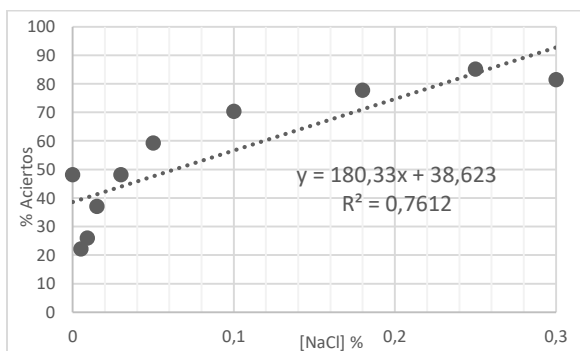


Figura. Umbral gusto salado calculado a partir de regresión lineal al 50% de aciertos

ANEXO 2. Prueba triangular suplementos comerciales

Tabla 1. Aciertos de cada juez en la prueba triangular de suplementos comerciales. Se muestra aciertos por triada y totales

Juez	A vs B	uestra diferer	Acierto	A vs B	uestra diferer	Acierto	A vs B	uestra diferer	Acierto	% aciertos
1	AAB	745	1	ABB	527	1	BAB	407	1	100
3	BAB	704	1	AAB	276	1	ABA	951	1	100
4	BBA	314	1	AAB	745	1	ABA	931	1	100
6	ABA	745	0	BAA	931	0	BBA	831	1	33.33
7	BAB	122	1	BBA	314	1	AAB	123	1	100
8	BBA	745	1	AAB	527	1	ABA	407	1	100
9	AAB	745	1	ABB	527	1	BAB	407	1	100
10	ABA	745	1	BAA	931	1	BBA	831	1	100
12	BBA	122	1	AAB	314	1	ABA	123	1	100
14	BAB	122	1	BBA	314	1	AAB	123	1	100
15	BBA	314	1	AAB	745	1	ABA	931	1	100
16	AAB	314	1	ABB	745	1	BAB	931	1	100
17	ABA	745	0	BAA	931	1	BBA	831	1	66.67
19	AAB	276	1	ABB	707	1	BAB	704	1	100
20	ABA	276	1	BAA	955	1	BBA	314	1	100
21	BAB	811	0	BBA	839	0	AAB	251	1	33.33
22	BBA	180	1	AAB	955	1	ABA	839	1	100
23	AAB	251	1	ABB	110	1	BAB	955	0	66.67
24	ABA	839	1	BAA	251	1	BBA	314	1	100
25	BAB	707	1	BBA	180	1	AAB	110	0	66.67
26	BBA	251	1	AAB	180	0	ABA	314	1	66.67
27	AAB	839	1	ABB	180	1	BAB	314	1	100
28	ABA	251	1	BAA	811	1	BBA	704	1	100
29	BAB	110	1	BBA	704	1	AAB	276	1	100
ΣX	TOTAL	21		TOTAL	21		TOTAL	22		

Ecuación: $X^2 = \frac{[x-np]-0.5}{(np[1-p])}$
 Donde: x=No. De opinionen acertadas
 n=No. Total de ensayos practicados
 p=propabilidad de éxito en un ensayo único (0.3)
 0.5=factor de corrección para X² ajustada

Triada AvsB	Triada AvsB	Triada AvsB
x= 21	x= 21	x= 22
n= 29	n= 29	n= 29
p= 0.3	p= 0.3	p= 0.3
X ² = 22.863711	X ² = 22.86	X ² = 26.90

Hipótesis

H₀: No existe diferencia significativa entre las muestras
 H₁: Si hay diferencia significativa entre las muestras; a>0.05

Tabla 2. Comparación de x² experimental y x² de tablas

Triada	X ² exp.	comparativo	X ² tabla	Conclusión H ₀
AvsB	22.86	>	2.71	se rechaza
AvsC	22.86	>	2.71	se rechaza
CvsB	26.90	>	2.71	se rechaza

Como H₀ se rechaza, entonces se acepta la H₁
Se concluye que si hay diferencia significativa entre las muestras

ANEXO 3. ANOVA de muestras para la etapa de comprobación (harina avena-nopal y harina avena-quínoa)

Color					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	101.22	33.74	19.05	<0.0001
Error	128	226.66	1.77		
Total	131	327.88			
corregido					
Heterogéneo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	8.01	2.67	1.40	0.245
Error	128	243.59	1.90		
Total	131	251.59			
corregido					
Brillo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	2.90	0.97	0.77	0.51
Error	128	159.32	1.25		
Total	131	162.22			
corregido					
Olor cereal					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	0.35	0.12	0.05	0.99
Error	128	321.74	2.51		
Total	131	322.09			
corregido					
Olor leche con galleta					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	1.829	0.61	0.22	0.89
Error	128	360.91	2.82		
Total	131	362.76			
corregido					
Granuloso					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	8.61	2.87	1.83	0.14
Error	128	200.01	1.56		
Total	131	208.62			
corregido					
Arenoso					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	3.33	1.11	1.04	0.38
Error	128	137.08	1.07		
Total	131	140.41			
corregido					
Sabor cereal					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	6.09	2.03	1.68	0.175
Error	128	154.83	1.21		
Total	131	160.93			
corregido					
Amargo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	217.40	72.47	39.49	<0.0001
Error	128	234.91	1.83		
Total	131	452.31			
corregido					

Granulosidad					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	46.16	15.38	3.164	0.027
Error	128	622.48	4.86		
Total	131	668.64			
corregido					
Viscosidad					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	3.947	1.31	2.95	0.035
Error	128	57.06	0.44		
Total	131	61.01			
corregido					
Olor chocolate					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	257.71	85.90	92.27	<0.0001
Error	128	119.17	0.93		
Total	131	376.88			
corregido					
Olor masa					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	13.25	4.42	1.86	0.14
Error	128	303.45	2.37		
Total	131	316.70			
corregido					
Viscoso					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	1360	0.45	0.56	0.64
Error	128	130.17	0.806		
Total	131	104.53			
corregido					
Adhesivo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	2.69	0.89	0.87	0.46
Error	128	132.74	1.04		
Total	131	135.43			
corregido					
Sabor harina					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	32.93	10.97	7.42	0.000
Error	128	189.19	1.48		
Total	131	222.13			
corregido					
Sabor chocolate					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	3	198.49	66.16	62.35	<0.0001
Error	128	135.81	1.06		
Total	131	334.30			
corregido					

Valores remarcados indican diferencia significativa con una $p < 0.05$

ANEXO 4. ANOVA de las 6 muestras en estudio para el perfil sensorial

Color					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	96.45	19.29	29.67	<0.0001
Error	186	121.36	0.65		
Total	191	217.81			
corregido					
Heterogéneo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	3.31	0.66	0.77	0.57
Error	186	158.66	0.85		
Total	191	161.97			
corregido					
Brillo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	11.176	2.24	2.31	0.04
Error	186	180.06	0.97		
Total	191	191.24			
corregido					
Olor cereal					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	10.84	2.17	1.21	0.31
Error	186	333.15	1.79		
Total	191	344.00			
corregido					
Olor leche con galleta					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	6.17	1.23	1.49	0.19
Error	181	49.94	0.83		
Total	186	156.10			
corregido					
Granuloso					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	14.12	2.82	10.40	<0.0001
Error	185	50.22	0.27		
Total	190	64.34			
corregido					
Arenoso					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	19.23	3.85	4.97	0.000
Error	182	140.86	0.77		
Total	187	160.09			
corregido					
Sabor harina					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	11.40	2.28	1.03	0.40
Error	186	413.58	2.22		
Total	191	424.98			
corregido					
Sabor chocolate					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Error	5	100.98	20.19	26.20	<0.0001
Total	184	141.83	0.77		
corregido					
	189	242.81			

Granulosidad					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	3.70	0.74	4.02	0.002
Error	186	34.28	0.18		
Total	191	37.98			
corregido					
Viscosidad					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	2.29	0.46	0.88	0.49
Error	186	96.38	0.52		
Total	191	98.67			
corregido					
Olor chocolate					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	58.53	11.71	11.33	<0.0001
Error	183	189.07	1.03		
Total	188	247.61			
corregido					
Olor masa					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	31.07	6.22	3.83	0.003
Error	186	301.60	1.62		
Total	191	332.67			
corregido					
Viscoso					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	3.51	0.70	1.03	0.40
Error	186	126.57	0.68		
Total	191	130.08			
corregido					
Adhesivo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	0.69	0.14	0.18	0.97
Error	184	138.60	0.75		
Total	189	139.29			
corregido					
Dulce					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	488.26	97.65	47.65	<0.0001
Error	180	368.90	2.05		
Total	185	857.16			
corregido					
Sabor cereal					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Modelo	5	10.97	2.19	1.23	0.29
Error	186	332.95	1.79		
Total	191	343.93			
corregido					
Amargo					
Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Error	5	105.26	21.05	30.69	<0.0001
Total	183	125.55	0.69		
corregido					
	188	230.81			

Valores remarcados indican diferencia significativa con una $p < 0.05$

ANEXO 5. Matriz de correlación de Pearson para los atributos de las seis muestras de suplemento

Variables	Color	Granulosidad	Heterogéneo	Viscosidad	Brillo	Olor chocolate	Olor cereal	Olor masa	Olor leche con galleta	Viscoso (tex)	Granuloso (tex)	Adhesivo (tex)	Arenoso (tex)	Dulce	Sabor harina	Sabor cereal	Sabor chocolate	Amargo
Color	1																	
Granulosidad	-0.189	1																
Heterogéneo	0.039	-0.893	1															
Viscosidad	0.363	0.577	-0.530	1														
Brillo	-0.097	-0.872	0.952	-0.758	1													
Olor chocolate	0.966	-0.338	0.238	0.242	0.091	1												
Olor cereal	0.154	-0.947	0.928	-0.471	0.880	0.282	1											
Olor masa	-0.113	-0.900	0.948	-0.489	0.887	0.065	0.929	1										
Olor leche con galleta	0.604	-0.700	0.476	-0.514	0.539	0.669	0.559	0.337	1									
Viscoso (tex)	0.425	-0.913	0.899	-0.283	0.776	0.590	0.903	0.844	0.643	1								
Granuloso (tex)	-0.428	0.948	-0.865	0.314	-0.760	-0.566	-0.927	-0.842	-0.688	-0.985	1							
Adhesivo (tex)	-0.379	0.074	-0.010	0.455	-0.198	-0.362	-0.011	0.239	-0.672	-0.019	0.025	1						
Arenoso (tex)	0.166	-0.780	0.924	-0.204	0.789	0.317	0.907	0.889	0.312	0.886	-0.848	0.157	1					
Dulce	0.681	-0.280	0.051	-0.238	0.101	0.721	0.052	-0.120	0.830	0.304	-0.317	-0.684	-0.127	1				
Sabor harina	-0.725	-0.297	0.496	-0.291	0.492	-0.642	0.455	0.648	-0.410	0.174	-0.166	0.549	0.516	-0.796	1			
Sabor cereal	-0.492	-0.637	0.736	-0.481	0.741	-0.388	0.758	0.858	-0.022	0.483	-0.504	0.355	0.716	-0.533	0.916	1		
Sabor chocolate	0.940	-0.439	0.297	0.129	0.169	0.988	0.348	0.139	0.753	0.645	-0.635	-0.377	0.331	0.780	-0.625	-0.335	1	
Amargo	0.124	-0.412	0.536	0.224	0.358	0.135	0.657	0.593	-0.077	0.537	-0.536	0.404	0.800	-0.500	0.560	0.641	0.093	1

Valores remarcados indican diferencia significativa con un $\alpha=0.05$

ANEXO 6. ANOVA nivel de agrado de las 6 muestras de suplemento**Tabla. Análisis de varianza para agrado general**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	5	147.948	29.590	11.125	< 0,0001
Error	594	1579.945	2.660		
Total corregido	599	1727.893			

Tabla. Análisis de varianza para dulzor

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	5	242.717	48.543	17.781	< 0,0001
Error	594	1621.704	2.730		
Total corregido	599	1864.421			

Tabla. Análisis de varianza para sabor chocolate

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	5	214.783	42.957	15.166	< 0,0001
Error	594	1682.511	2.833		
Total corregido	599	1897.294			

Tabla. Análisis de varianza para textura

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	5	61.135	12.227	3.740	0.002
Error	594	1941.992	3.269		
Total corregido	599	2003.128			

ANEXO 7. Prueba de Friedman para las 6 muestras de suplemento

Tabla. Prueba de Friedman para dulzor

Q (Valor observado)	228.720
Q (Valor crítico)	11.070
GDL	5
p-valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0.05

Tabla. Prueba de Friedman para sabor chocolate

Q (Valor observado)	225.642
Q (Valor crítico)	11.070
GDL	5
p-valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0.05

Tabla. Prueba de Friedman para textura

Q (Valor observado)	97.316
Q (Valor crítico)	11.070
GDL	5
p-valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0.05

ANEXO 8. ANOVA Mapeo de preferencia externo**Tabla.** *Análisis de varianza del atributo dulzor en el MPE*

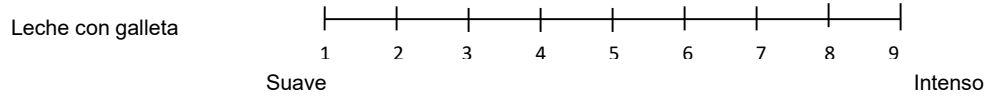
Y	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	R ²	F	Pr > F
clúster 1	2	1.62	0.81	0.68	3.14	0.18
clúster 2	2	1.75	0.88	0.65	2.78	0.21
clúster 3	2	1.72	0.86	0.66	2.87	0.20

Tabla. *Análisis de varianza del atributo sabor chocolate en el MPE*

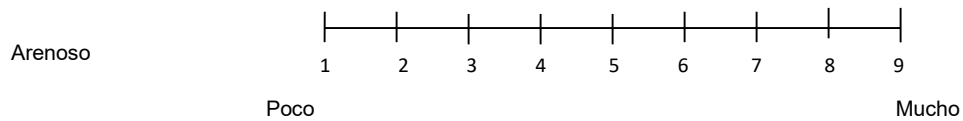
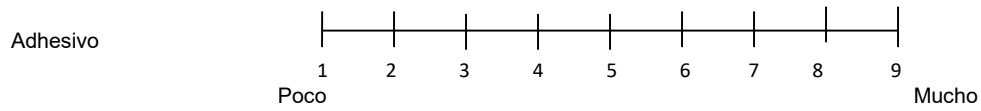
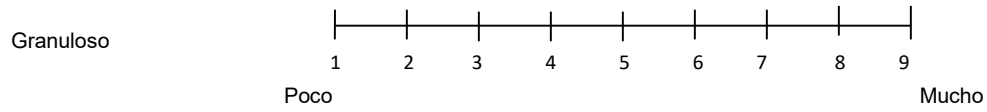
Y	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	R ²	F	Pr > F
clúster 1	2	0.95	0.48	0.81	6.37	0.08
clúster 2	2	3.48	1.74	0.30	0.66	0.58
clúster 3	2	0.95	0.47	0.81	6.39	0.08

Tabla. *Análisis de varianza de textura en el MPE*

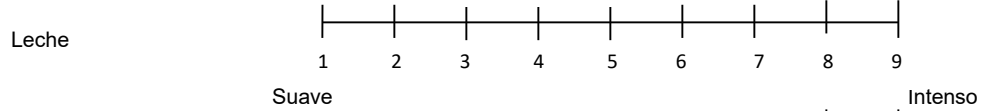
Y	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	R ²	F	Pr > F
Clúster 1	2	0.69	0.35	0.86	9.29	0.05
Clúster 2	2	3.07	1.53	0.39	0.95	0.48
Clúster 3	2	1.17	0.58	0.77	4.91	0.11



TEXTURA



SABOR



ANEXO 10. Cuestionario utilizado en las pruebas a consumidores

Sexo: Edad:

Instrucciones: Frente a usted tiene 6 muestras anote el código en el espacio correspondiente. Indique con una x en la escala que le parece el producto. Entre cada muestra enjuáguese y coma un pedazo de galleta habanera. Gracias.

¿Qué tanto te gusta el producto en general?

Código	Me desagrada muchísimo	Me desagrada mucho	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me da igual	Me agrada ligeramente	Me agrada	Me agrada mucho	Me agrada muchísimo

¿Qué tanto te gusta el sabor del producto?

Código	Me desagrada muchísimo	Me desagrada mucho	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me da igual	Me agrada ligeramente	Me agrada	Me agrada mucho	Me agrada muchísimo

¿Qué tanto te gusta el dulzor del producto?

Código	Me desagrada muchísimo	Me desagrada mucho	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me da igual	Me agrada ligeramente	Me agrada	Me agrada mucho	Me agrada muchísimo

¿Qué tanto te gusta la textura del producto?

Código	Me desagrada muchísimo	Me desagrada mucho	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me da igual	Me agrada ligeramente	Me agrada	Me agrada mucho	Me agrada muchísimo

Instrucciones: Marca con una X la reacción que tengas hacia el producto.

En el dulzor

Código	Mucho menos de lo que esperaba	Justo como lo esperaba	Mucho más de lo que esperaba

Sabor a chocolate

Código	Mucho menos de lo que esperaba	Justo como lo esperaba	Mucho más de lo que esperaba

En textura

Código	Mucho menos de lo que esperaba	Justo como lo esperaba	Mucho más de lo que esperaba

Instrucciones: Frente a usted tiene 6 muestras, anote el código en el espacio correspondiente. Gracias

Ordene de menor a mayor preferencia en dulzor. Escriba el código en el lugar correspondiente. No se permiten empates

Menor					Mayor
-------	--	--	--	--	-------

Ordene de menor a mayor preferencia en sabor chocolate. Escriba el código en el lugar correspondiente. No se permiten empates

Menor					Mayor
-------	--	--	--	--	-------

Ordene de menor a mayor preferencia en textura. Escriba el código en el lugar correspondiente. No se permiten empates.

Menor					Mayor
-------	--	--	--	--	-------

¿Consumes suplementos? ¿Con que frecuencia consumes suplementos?

Nunca 1 vez por semana 3 veces a la semana Diario 1 vez al mes

Comentarios:

ANEXO 10. Comentarios hechos por los consumidores

Espeso el producto y sabor chocolate no bueno. / No llega al sabor chocolate prometido, el más cercano fue el 553, la textura causa desagrado. / 553 El mejor en los tres aspectos. / Saben muy desagradables. / Saben feo 775 y 871 saben mal, no son nada cool. / En general no gusta, más dulzor, más sabor chocolate, más líquido desagradable consistencia. / No se percibe el sabor a chocolate, solo la dulzura, la textura no varía, pero trae grumos. / No tiene sabor, es como un engrudo con azúcar. / No gusta el sabor en general. / Desagrada la textura viscosa del 826. / Las muestras tienen grumos. / No gustó. / No gustó, sabe harina con agua. Incluso el suplemento con mayor dulzor y sabor chocolate, la intensidad del atributo es menos de lo que esperaba. / Todos saben mal, no saben tanto a chocolate. / Textura desagradable. /El sabor de la mayoría fue agradable, solo la textura de algunos no agradó. /Color, factor importante para seleccionar producto. / Saben feo, no encontré el sabor a chocolate. /Den una cuchara para cada vasito. /Que fuera bebible y no con cuchara. /Demasiadas muestras, saben feo. /Me agrado su prueba. / No gusto textura. 860 gustó más, 546 y 440 no gustaron en el sabor y faltó textura. / Más dulce y otro sabor. /Textura fea. / Falta sabor. /Muy granuloso. / Más sabor. / La textura es fea, me gustaría más dulce y más líquido. / Buena textura, ninguno me supo a chocolate. / Me gustaría saber el nombre del producto. / Falta mayor dulzor y sabor. / Falta sabor a todos. / La diferencia de características es pequeña y difícil de distinguir. / No me importó la textura. / Es bueno que el sabor sea de chocolate pues es común que le guste a la gente. / Todos están bien menos el 256, está malo. /Buena suerte: v. La textura es la misma, el sabor a chocolate no cambia mucho. / El sabor y dulzor del 961 me pareció agradable, el 528 también me pareció bueno. / La textura pastosa no me agrada, su sabor es pasable, un poco insípido, no me agradan los grumos ni la cubierta que se forma en la superficie. / Carece un poco de dulce, el sabor a chocolate es confuso, la textura es buena. / Me agradó el sabor del recipiente 315. / Sabían rico, quizá si supieran más a chocolate y menos pesado. /El sabor era confuso, pero mucho mejor que otras proteínas que he probado, en especial la 365. / Me agrado mucho la 365. / ya antes había probado suplemento por casualidad, no recuerdo marca ni nada, pero recuerdo que la textura era mucho menos grumosa que en estas muestras aunque en general el sabor no es muy malo, pero creo que en más cantidad podría llegar a verla desagradable. / Pónganle más sabor a chocolate, menos textura, es un tanto espeso. / Me gusta la idea del doble ciego en la experimentación del producto probado, en su mayoría el sabor era bueno aunque la textura no era de mi agrado en su mayoría, por decirlo así se sentía muy denso. /me enfiorece. / Me parece perfecto que realicen este tipo de encuestas, ya que así se realiza un producto a la venta, tendrá un sabor agradable para la mayoría de la gente. /Todos saben igual. / Demasiado grumosos y ásperos para la garganta, además de que tienen sedimentos muy grandes. / Un poco larga la encuesta pero bien aplicada y organizada. / Mejorar un poco el dulzor, textura un poco grumosa. Todas estaban algo espesas y grumosas. / Me agradó que nuestras compañeras se preocupen por nosotros y acudan a nuestra opinión, espero encontrar estos suplementos en el mercado próximamente. / Nada en especial :). / En general tienen mala textura. / La textura en general aunque creo que el dulzor debería ser menos concentrado. Tienen sabores muy variados y vaya que cambia la sensación de cada uno. / Me gustaría que los productos fueran más dulces en general. / Sabor muy simple y en algunos desagradables. /la textura del 618 me gusta demasiado, me hizo muy feliz. /Poner más chocolate. / Casi no saben a chocolate Me agradó mucho la textura del producto, en algunos se notaba muy poco el sabor a chocolate y dejaba un ligero sabor a frijol. / Tal vez si fuera menos espero, sería mejor para evaluar la diferencia en los sabores. / En lo personal me gustan más los sabores dulces. / Estuvo bien la prueba. / Mencionen que es lo que nos dan a probar exactamente, pues el 217 fue el que más me gustó, porque se sentía diferente, y el 618 sabe cómo a fibra, el que no me gustó para nada fue el 881. / Hace falta sabor y consistencia. / No me gustaron ni me desagradaron, pero que bueno que hagan esto. / Les falta mejorar el sabor, pero la textura es agradable. / Sería muy bueno saber su aporte calórico y la calidad proteica. /El producto 549 deja un sabor que no me gustó. /Me gustó la forma en presentar los suplementos alimenticios, ya que en lo personal a mí me gustan mucho y suelo consumirlos. / Sabían interesantes los suplementos. / Buena atención. / Textura más consistente. / Le falta un poco de sabor. / No me gustó la pequeña textura de ninguno debido a que había pequeños grumos. / La textura no me gusto, le falta ser más líquida. / Suplemento en su mayoría desagradable. / Me da gusto saber que se enfocan en suplementos y espero que logren su objetivo. / La textura puede mejorar en todas las pruebas. / No me gustaron las tres primeras muestras (menor concentración de Splenda). La muestra 961 (menos Splenda) me agradó más. /La textura del producto no me agrada pero de sabor no está tan mal. /Ninguna sabía a chocolate.