



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**CEREAL PARA DESAYUNO A BASE DE HARINA COMPUESTA
DE PLÁTANO Y AVENA**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N:

**GARCÍA SUÁREZ SANDRA PAMELA
RIVERO URQUÍA DINORA ARAI**

**ASESORA
I.B.Q LETICIA FIGUEROA VILLARREAL**



CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 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.

Dedicatorias

A Dios por darme vida y salud para poder cumplir una meta que soñé desde muy pequeña “ser profesionista”.

A mis padres Leonardo García y Sandra Suárez por siempre confiar en mí y darme su apoyo incondicional y por nunca dejarme vencer, gracias, son mi mayor inspiración y este no es solo un logro mío, sino nuestro. Los amo infinitamente.

A mi novio Brandon Calvillo que siempre estuvo para apoyarme, y porque cuando sentía que no podía más, el me impulsaba a dar lo mejor de mí y no rendirme y a su maravillosa familia que se convirtió en la mía y me cuidó y abrió las puertas de su casa.

A mis hermanos Maximiliano y Ulises García que siempre me regalaban una sonrisa cada vez que volvía a casa y me daban ánimos.

A mis sobrinos Max y Mauro porque siempre fueron una gran inspiración para dar lo mejor de mí, con saber que por muy pesada que fuera la tarea los vería el fin de semana.

A mi cuñada Gabriela Chávez porque si no fuera por ella no habría descubierto esta hermosa carrera.

A mi tutora Leticia Figueroa que con paciencia nos instruyó y guio con su conocimiento para llevar a cabo este proyecto.

A la UNAM por darme la oportunidad de desarrollarme intelectualmente y por convertirse en mi segunda casa.

A todas las personas que hicieron más fácil este camino, ¡GRACIAS!

Sandra Pamela García Suárez

Ing. Alimentos Generación 37

Dedicatorias

Dedico este trabajo principalmente a Dios; Por haberme dado la oportunidad de vivir pero sobre todo de formas parte de una maravillosa familia, en especial agradezco por permitirme el permitirme culminar mis estudios profesionales y con ello uno de los logros más importantes de mi vida.

A mis padres: Dinora Urquía y Jesús Rivero por ser un factor fundamental de mis logros y ser el pilar más importante de la etapa que concluye el día de hoy, pero en especial por siempre creer en mí y con hechos demostrarme que a pesar de que la vida a veces te pone obstáculos no existe un imposible cuando se ama de verdad, gracias porque sin su fortaleza paciencia y guía sé que jamás hubiera podido lograr mi sueño más grande; papas estaré eternamente agradecida con ustedes por siempre alentarme a ser mejor, a cumplir mis sueños les prometo que de aquí en adelante me esforzaré por siempre continuar por un camino exitoso y hacer que siempre se sientan orgullosos de su pequeña nona.

A mis hermanas: Daniela, Grinnetzi e Itzel por ser más que hermanas cómplices de sueños, por su amor incondicional y por siempre estar conmigo en todo momento.

A mi cuñada y mi niño Iker; Por llegar a regalarnos momentos muy felices, por siempre consentirnos y querernos tanto.

A mis abuelos: Gracias ser parte de mi vida por brindame su amor, cariño y apoyo incondicional.

A mis padrinos Rosa y Gerardo: Por ser tan importantes en mi vida y apoyarme siempre y darme todo su cariño.

A toda mi familia: Por su amor y apoyo incondicional y darme muchos momentos llenos de alegría.

A mis amigos: Porque siempre estuvieron a mi lado para ayudarme, escucharme y en muchas ocasiones guiarme, pero sobre todo por hacer más felices mis días como estudiante. Los quiero mucho

*Finalmente agradezco a mi segunda casa por siempre la **UNAM** y todos mis profesores por confiar en mí, por tenerme la paciencia y sobre todo por dejar un aprendizaje de vida en mí para siempre, pero en especial agradezco a la **Profesora Leticia Figueroa** por ser parte fundamental del desarrollo de este proyecto, no tengo palabras para agradecerle todos sus consejos y apoyo, este logro se lo debo eternamente a usted. Gracias profesora.*

¡Gracias a todos por ser parte de un logro más!

-Dínora Araí Rívero Urquía

Ing. Alimentos Generación 37

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE GRÁFICAS.....	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN.....	v
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	1
1.1 PLÁTANO (<i>Musa cavendishii</i> variedad Chiapas).....	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Producción en México	1
1.1.3 Características y morfología	2
1.1.3.1 Taxonomía del plátano verde.....	2
1.1.3.2 Descripción de la planta de plátano.	2
1.1.4 Composición química	4
1.1.5 Aporte nutricional del plátano verde.....	4
1.1.5.1 Carbohidratos	5
1.2 AVENA (<i>Avena sativa</i>)	5
1.2.1 Antecedentes	5
1.2.2 Características	5
1.2.3 Morfología de la avena.....	6
Tabla No. 3 Composición química de la avena.....	7
1.3 CEREALES PARA DESAYUNO	7
1.3.1 Historia y elaboración de cereales para desayuno.	7
1.3.2 Producción de cereales para desayuno.....	8
1.3.3 Composición y valor nutricional.	8
1.3.4 Etiquetado	10
1.3.5 Innovación en cereales para desayuno.	11
1.4 ALIMENTOS FUNCIONALES	12
1.4.1 Generalidades de los alimentos funcionales.....	12
1.4.2 Definición de alimento funcional	13

1.4.3 Clasificación de los alimentos funcionales	13
1.5 ADITIVOS EMPLEADOS	13
1.5.1 Aditivo alimentario	13
1.5.1.1. Antioxidantes	14
1.5.1.2. Maltodextrina	18
1.6 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.....	19
1.6.1 Metodología para el desarrollo de nuevos productos	19
1.7 MERCADOTECNIA.....	20
1.7.1 Marketing mix	21
1.7.2 Segmentación del mercado	22
1.7.3 Estudio de mercado	23
1.8 ANÁLISIS SENSORIAL	24
1.8.1 Generalidades del análisis sensorial.....	24
1.8.2 Percepción sensorial	24
1.8.3 Los sentidos	24
1.8.4 Tipos de jueces o panelistas.....	25
1.8.5 Generalidades de las pruebas sensoriales	25
1.8.5.1 Pruebas discriminativas de acuerdo al CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).....	26
1.8.5.2 Pruebas descriptivas de acuerdo al CSIC	27
1.8.5.3 Pruebas afectivas de acuerdo al CSIC	28
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	29
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	29
2.2 OBJETIVOS PARTICULARES	29
2.3 CUADRO METODOLÓGICO	30
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	31
CAPITULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	52
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
ANEXOS	72
REFERENCIAS.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del plátano verde.....	2
Tabla 2. Composición química del plátano Chiapas	4
Tabla 3.Composición química de la avena	7
Tabla 4. Principales variables de segmentación en los mercados de consumo	21
Tabla 5. Diseño estadístico de los tratamientos aplicados al plátano Chiapas para su secado	33
Tabla 6.Concentración de antioxidantes	34
Tabla 7. Diseño estadístico para los diferentes prototipos de harina compuesta de avena y polvo de plátano.....	43
Tabla 8. Formulaciones de los prototipos de cereal	44
Tabla 9. Determinación de propiedades químicas para las hojuelas de cereal para desayuno de harina compuesta de avena y polvo de plátano.....	46
Tabla 10.Códigos de muestras para la prueba sensorial afectiva	49
Tabla 11. Temperaturas registradas en el horno de secado en comparación con termómetros	52
Tabla 12. Resultado curva de secado a 60°C.....	53
Tabla 13. Resultado curva de secado a 65°C.....	53
Tabla 14.Diferencia total de color	54
Tabla 15. Rendimiento del polvo de plátano.....	55
Tabla 16.Comparación de la composición química de polvo de plátano con la bibliografía	56
Tabla 17. Comparación de las propiedades fisicoquímicas de polvo de plátano con la bibliografía	56
Tabla 18. Acidez y pH del plátano Chiapas verde	57
Tabla 19. Prototipos de cereal	62
Tabla 20. Rendimiento del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano	62
Tabla 21. Composición química de cereales comerciales y el desarrollado	63
Tabla 22. Análisis microbiológico del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de plátano	2
Figura 2. Partes del plátano	4
Figura 3. Partes de la planta de avena	5
Figura 4. Primer caja de cereal para desayuno	7
Figura 5. Etiquetado actual de cereales para desayuno.....	11
Figura 6. Estructura del ácido ascórbico.....	15
Figura 7. Estructura del ácido cítrico.....	16
Figura 8. Estructura del metabisulfito de Sodio	15
Figura 9. Estructura de la maltodextrina	15
Figura 10. Metodología de desarrollo de nuevos productos.....	17
Figura 11. Consideraciones que sustentan el concepto de marketing	19
Figura 12. Las 4P de la mercadotecnia	20
Figura 13. Clasificación de las pruebas sensoriales.....	23
Figura 14. Horno de secado.....	32
Figura 15. Acomodo de los termómetros en el horno	32
Figura 16. Cambios de color en la maduración del plátano	32
Figura 17. Diagrama de flujo para la elaboración de polvo de plátano verde variedad Chiapas	34
Figura 18. Avena comercial Granvita OATS AVENA.....	41
Figura 19. Diagrama de proceso para obtención de harina de avena.....	41
Figura 20. Encuesta para el estudio de mercado	42
Figura 21. Diagrama de proceso para la elaboración de prototipos de cereal	43
Figura 22. Acomodo de prototipos para la prueba sensorial	45
Figura 23. Cuestionario de la evaluación sensorial para el cereal	45
Figura 24. Acomodo de cereales para la prueba sensorial afectiva	49
Figura 25. Encuesta sensorial afectiva	50
Figura 26. Rodaja de plátano recién cortada	52
Figura 27. Plátano con y sin antioxidante	52
Figura 28. Polvos de plátano con la menor diferencia total de color	55
Figura 29. Resultados estudio de mercado	60
Figura 30. Prototipos de cereal	60

Figura 31. Caja de cereal	66
---------------------------------	----

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1.Producción de plátano en México 2015	1
Grafica 2. Pérdida de humedad en función del tiempo	54
Grafica 3. Efectos medios principales para medias en base al color	55
Grafica 4.Resultados prueba sensorial atributo: sabor	60
Grafica 5.Resultados prueba sensorial atributo: color	60
Grafica 6.Resultados prueba sensorial atributo: olor	61
Grafica 7.Resultados prueba sensorial atributo: textura	61
Grafica 8.Prueba sensorial con escala estructurada	62
Grafica 9.Prueba afectiva atributo: apariencia	65
Grafica 10.Prueba afectiva atributo: sabor	65
Grafica 11.Prueba afectiva atributo: textura.....	65

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto fue desarrollar un cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano con características funcionales para consumidores potenciales de este tipo de producto.

En primer lugar se realizó un estudio de mercado para conocer la viabilidad de desarrollo del producto. Posteriormente se escaldó y secó plátano verde variedad Chiapas empleando 18 tratamientos obtenidos de un diseño factorial completo de 3 factores donde las variables fueron: antioxidante (ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y ácido cítrico), tiempo de inmersión (5, 7 y 10 minutos) y temperatura de secado en horno (60 y 65°C). Se seleccionó el tratamiento óptimo de secado por medio de una curva de secado determinando la velocidad de secado y pérdida de humedad.

Se obtuvo polvo de plátano verde de cada uno de los 18 tratamientos, estos se molieron y tamizaron por malla No. 60. A cada tratamiento se le realizó una prueba de diferencia total de color con la finalidad de seleccionar la que presentara menor cambio de color con respecto a la pulpa de plátano. Al polvo de plátano elegido se le realizó una caracterización química cuantificando el porcentaje de: humedad, fibra, carbohidratos, lípidos, cenizas, proteína y pruebas fisicoquímicas para determinar pH y acidez. La harina de avena se obtuvo con hojuelas de avena de un marca comercial mediante molienda y tamizado por malla No. 60.

Se realizaron 6 prototipos de cereal para desayuno con un diseño estadístico factorial completo con dos factores: concentración de harina de avena y polvo de plátano (20%-80%, 30%-70%, 40%-60%) respectivamente y la concentración de maltodextrina (5 y 7%), la harina de avena, el polvo de plátano, la maltodextrina, agua, royal y azúcar se mezclaron en una batidora, para obtener una masa, la cual se laminó con un rodillo y se hizo pasar por un extrusor ajustado a 0.02 cm de espesor, se cortó con un molde metálico para dar forma a cada hojuela, posteriormente se horneó a una temperatura de 135°C por 25 minutos, se dejó enfriar a temperatura ambiente y finalmente se empacó en bolsas de plástico herméticas.

Por medio de una prueba sensorial de ordenamiento y aceptación aplicada a 31 jueces semientrenados, se obtuvo como mejor tratamiento para la elaboración de cereal para desayuno el prototipo 429 realizado con polvo de plátano 80%-harina de avena 20% con una concentración de 5% de maltodextrina. Al prototipo de cereal seleccionado se le realizó un análisis químico cuantificando en porcentaje el contenido de: humedad, fibra, carbohidratos, proteína, cenizas y lípidos.

Se evaluaron parámetros microbiológicos y se obtuvo en el conteo únicamente mohos y levaduras en 20 UFC/g con la ausencia total de coliformes totales y mesófilos aerobios. Se realizó una prueba

sensorial afectiva para conocer el grado de aceptación del cereal con respecto a marcas comerciales, y por último se elaboró un envase y etiqueta para el cereal en base a la NOM-051-SSA1-2010 (2015).

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa cavendishii*) es una de las frutas más consumidas en México, esta variedad se encuentra disponible los doce meses del año y tiene una distribución más o menos homogénea (SIAP, 2015). En 2009 ocupó el 9º lugar a nivel mundial de cosecha de plátano con 75.8 mil hectáreas, y una producción de 2.2 millones de toneladas, con una participación en la producción mundial de 2% (SE, 2015). Actualmente en nuestro país, la superficie sembrada tiene una producción de 2.1 millones de toneladas, del cual 743,293 toneladas son de plátano Chiapas (SHCP, 2014). Para el aprovechamiento de la merma que tienen los productores de plátano en México, el proceso de elaboración de polvo de plátano verde se vuelve una gran alternativa para evitar mermas de este fruto.

El plátano ofrece grandes beneficios a la salud; ayuda a la retención de calcio, nitrógeno y fósforo en el cuerpo, los cuales contribuyen en la reconstrucción de tejidos, combate desórdenes intestinales como úlceras, es rico en potasio el cual puede ayudar a disminuir la presión arterial y el riesgo de accidentes cerebrovasculares, además de que contiene vitaminas A, B6, C y D, que benefician a los huesos y músculos del cuerpo humano (Blasco y Gómez, 2014), ácido fólico, y fibra soluble que ayudan a la digestión y a reducir los niveles de colesterol y por último, taninos que ayudan a combatir la diarrea (SAGARPA 2015).

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un grupo de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos, entre los que se incluyen: cardiopatías coronarias y reumáticas, enfermedades cerebrovasculares, arteriopatías periféricas; entre otras que son resultado de tabaquismo, hipertensión arterial y sobrepeso corporal principalmente. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2014, las enfermedades cardiovasculares fueron responsables de 17 millones de muertes en el mundo, representando un 29.82% (Sánchez, et.al., 2016).

La avena (*Avena sativa*) es un alimento que se recomienda incluir para una dieta saludable, por sus múltiples aportes nutricionales (Sepúlveda, 2013).

Entre los aportes nutricionales más importantes de la avena encontramos el alto contenido en zinc que facilita a nuestro organismo la asimilación y el almacenamiento de la insulina, además ayuda en el proceso de crecimiento y es benéfico para el sistema inmunológico y la cicatrización, vitamina B6 o piridina que ayuda a prevenir enfermedades cardíacas, diabetes, y asma e incluso puede ayudar en la lucha contra el cáncer; por último y no menos importante contiene vitamina K que ayuda a la correcta coagulación de la sangre (Montoya, 2010).

Con el desarrollo de nuevos productos se han logrado obtener alimentos funcionales, estos cumplen con características de un alimento convencional aportando beneficios a la salud y reduciendo el riesgo de que los consumidores padezcan enfermedades crónicas (Cóccaro, 2010). En las últimas décadas la demanda de estos productos va en aumento, debido a que los hábitos dietéticos han variado y los consumidores comienzan a familiarizarse con estos (Instituto Omega, 2017). Se ha demostrado que se pueden elaborar productos de panificación con polvo de plátano debido al alto contenido de almidón que contiene cuando se encuentra en estado verde; tales como: espagueti, galletas, pan, cereales y botanas, asegurando obtener un producto de calidad y con características aceptadas por el consumidor, con un sabor ligeramente astringente, que es agradable.

Es bien sabido que un cereal es un producto muy característico a la hora del desayuno o cena por su sabor dulce, además de ser un rica alternativa de saciar el hambre al mismo tiempo que aporta nutrientes esenciales al organismo por los múltiples ingredientes que contiene. Un estudio calificó que se pueden elaborar productos a base de polvo de plátano ya que son aptos para el consumo; además de que presentan buen sabor, aroma y apariencia, el polvo de plátano verde tiene una gran cantidad de almidón resistente que ayuda a controlar los índices de glicemia, colesterol y regularidad intestinal. (USDA, 2013). Actualmente no existe el registro de la existencia de un cereal para desayuno elaborado a base de harina compuesta de avena y polvo de plátano.

Por lo anteriormente mencionado en el presente proyecto se desarrolló un cereal para desayuno elaborado con harina compuesta de avena y polvo de plátano que tiene características funcionales y cumple con un aporte de nutrientes esenciales para los consumidores.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 PLÁTANO (*Musa cavendishii* variedad Chiapas).

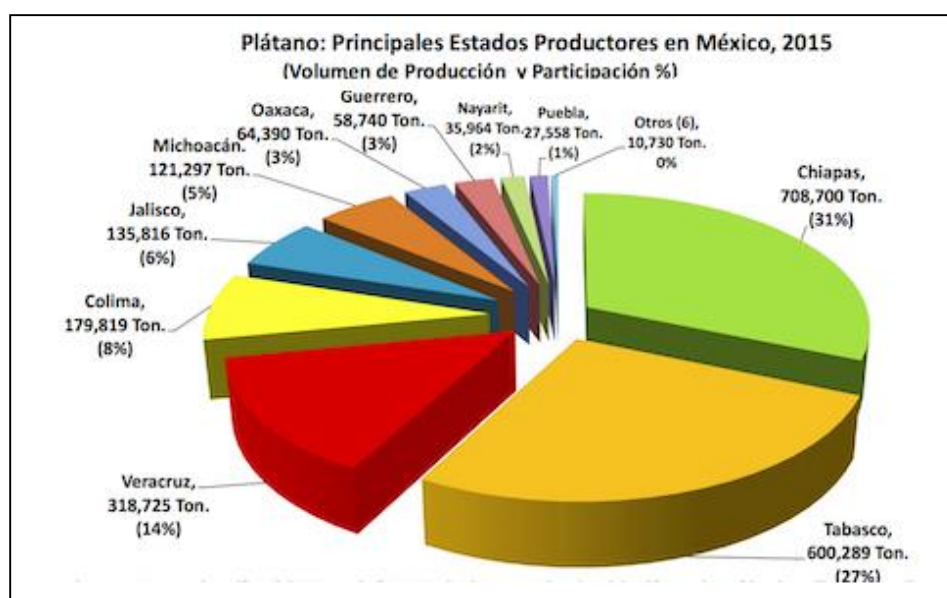
1.1.1 Antecedentes

El plátano o banano tiene su origen en Asia meridional, siendo conocido desde el año 650, la especie llegó a las Canarias en el siglo XV y se introdujo al continente americano en 1516. Su cultivo comercial se inició a finales del siglo XIX y principios del XX. El plátano es considerado el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del suroeste asiático. Los consumidores del hemisferio norte lo aprecian como postre, sin embargo en muchos países tropicales y subtropicales constituye una parte esencial de la dieta diaria de sus habitantes (Infoalimenta, 2010).

1.1.2 Producción en México

En nuestro país se cultivan una amplia gama de variedades, entre las que destacan: plátano tabasco o roatán (enano-gigante), valery, manzano, dominico, macho, blanco y morado; aunque sólo el tabasco en mayor medida así como el dominico y macho en menor medida se dedican a satisfacer el mercado externo, mientras que las variedades restantes se destinan exclusivamente a cubrir el consumo interno (FAO, 2010).

En la Grafica No. 1 se observa que la producción nacional de plátano en 2015 fue de 2.2 millones de toneladas, de las cuales el 80 %, equivalentes a un millón 907 mil 819, se concentraron en los estados siguientes: Chiapas con 708,700 t, (31%), Tabasco con 600,289 t, (27%), Veracruz con 318,725 ton., (14%) y Colima con 179,819 t, (8%). Le siguen en importancia Jalisco y Michoacán que participan con el 6 y 5%, respectivamente; el resto (10) de las entidades destacadas en la producción de la fruta participan con el 9% (FAO, 2004).



Grafica No.1 Producción de plátano en México 2015 (FAO, 2004).

1.1.3 Características y morfología

El plátano es una planta herbácea monocotiledónea de la familia de las musáceas, cuyo origen se identifica en Asia Meridional siendo las especies más conocidas en México *Musa cavendishii* (plátano tabasco o guineo que es comestible aun estando crudo) y *Musa paradisiaca* (plátano macho que es comestible cocido o frito), (DANE, 2014).

1.1.3.1 Taxonomía del plátano verde

Tabla No.1 Taxonomía del plátano verde.

Reino	Plantae
División	Mognoliophyta
Clase	Liliopsida
Familia	Musaceae
Genero	Musa
Variedad	Cavendishii

(MINAGRI ,2012)

1.1.3.2 Descripción de la planta de plátano.

Es una planta herbácea perenne, tras la fructificación sus partes aéreas mueren, estas son reemplazadas por los nuevos retoños que crecen desde su base (Figura 1). Los tipos más altos de la serie *Cavendishii* pueden llegar a alcanzar hasta 8 m de altura, 4.23 m hasta el cuello de la planta y 3.77 m de longitud del limbo (Solís, 2007).

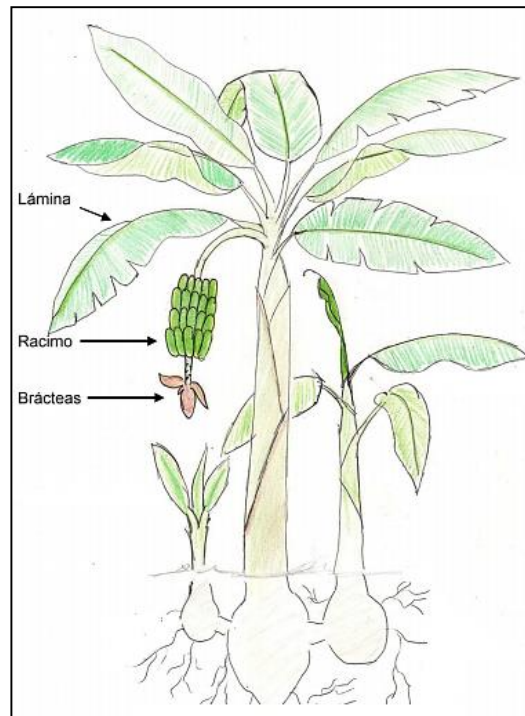


Figura No.1 Planta de plátano

Tanto la estructura como las etapas de desarrollo de los distintos órganos del plátano son los siguientes:

- Tallo: El verdadero tallo de la planta es un órgano subterráneo que sólo sobresale del suelo en la época de floración, su anatomía es un tanto confusa ya que los autores Champion lo denomina bulbo; Simmonds indica que el mejor término botánico a aplicar es Cormo, siendo rizoma y bulbos incorrectos y Martín Prevel señala que tiene a la vez caracteres de rizoma y bulbo. Se trata de un importante órgano de almacenamiento, formado por un cilindro central rodeado de un cortex protector del que emergen las raíces, hojas, flores y los retoños (hijos) que continuarán la vida de la planta.
- Raíces: Las raíces principales emergen de la superficie externa del cilindro central, son gruesas y carnosas y se ramifican lateralmente, los pelos radiculares son los responsables de la absorción del agua y nutrientes, la mayoría exploran el suelo a una profundidad de 20-30 cm y en un radio de 2-3 m bajo la mayor parte de las condiciones de suelos. La emisión de raíces es continua durante el periodo vegetativo, cesando en la floración.
- Hojas: El meristemo situado en el ápice de la cabeza, determina desde muy joven la producción de hojas que poseen, una parte basal bien desarrollada, la vaina foliar. Sucesivamente aparecen hojas cuya vida media varía entre 100 y 200 días siguiendo un dispositivo helicoidal. Estas hojas primero tienen forma de escamas (sin limbo desarrollado), luego son lanceoladas (limbo estrecho), y al final son hojas normales (con limbo bien desarrollado), cada vez con mayor longitud de limbo y también anchura durante gran parte del periodo vegetativo.
- Fruto: Los plátanos o bananos tienen forma oblonga, alargada y algo curvado de 30 cm de largo y 5 cm de diámetro máximo. Existen distintas variedades que van desde las más grandes como el plátano macho, que llega a pesar unos 200 gramos o más cada unidad, hasta los más pequeños como el bananito, cuyo peso oscila entre los 100 y 120 gramos. El color de la piel de los frutos puede ser amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. El plátano verde tiene una piel gruesa y verdosa con la pulpa de color blanco (Figura No.2) y tiene una consistencia harinosa, su sabor, a diferencia del resto de plátanos de consumo en crudo no es dulce ya que apenas contiene hidratos de carbono sencillos. Los plátanos se pueden cosechar todo el año y son más o menos abundantes según la estación. Con frecuencia, y especialmente en invierno, se anticipa la recolección y se dejan madurar los frutos suspendiéndolos en un local cerrado, seco y cálido conservado en la oscuridad. El envasado se realiza en cajas de cartón con un peso aproximado de 12 a 15 kilogramos. El transporte de la fruta se realiza en vehículos refrigerados con una temperatura aproximada de 14°C (Solís, 2007).

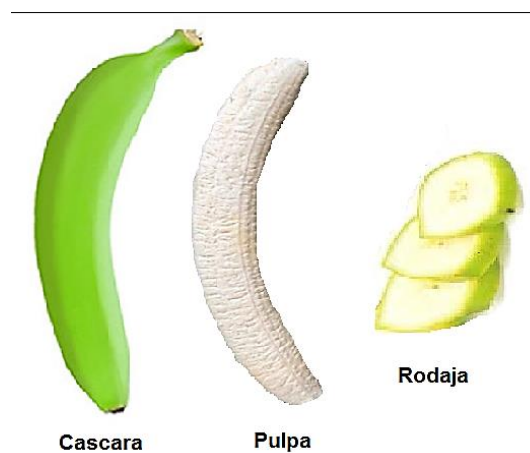


Figura No. 2 Partes del plátano

1.1.4 Composición química

La composición química del plátano depende del estado de madurez en el que se encuentre la fruta. En estado verde o inmaduro, el plátano representa un 67-75% de humedad, 1% de proteína, 0.3-0.5% de lípidos, 20-30% de carbohidratos totales, 0.5% de fibra total y 1% de cenizas (Tabla No.2). Este fruto alcanza aproximadamente un contenido energético de 4Kcal/g de acuerdo a Chávez, 1991.

Tabla No. 2 Composición química del plátano Chiapas.

Tipos de plátano	Componentes g/100g					
	Humedad	Carbohidratos		Fibra dietética	Proteína	Lípidos
		Azúcares	Almidón			
De postre (maduro)	75.1	20.9	2.3	3.1	1.2	0.3
De cocción (verde)	67.5	5.7	23.7	2.3	1.1	0.3

(Holland y Coll, 1991).

1.1.5 Aporte nutricional del plátano verde

El plátano verde aporta principalmente hidratos de carbono complejos, almidones, pero a diferencia de otros alimentos ricos en almidones como la papa, la mayoría de los almidones del plátano verde son retrógrados es decir actúan como fibra porque no son asimilables por el organismo. Los carbohidratos de plátano inmaduro son, por tanto, en su mayoría complejos, y se absorben gradualmente en el organismo, o en forma de fibra. También presenta un contenido menor en azúcares y prácticamente no contiene grasa ni proteína. A nivel nutricional constituye un alimento energético, similar a otros vegetales como los tubérculos. Pero sobre todo es una excelente fuente de fibra, porque sus almidones resistentes actúan parcialmente como fibra soluble, y una pequeña parte, como fibra insoluble, por lo tanto aporta los beneficios de ambas (MINAGRI, 2012).

1.1.5.1 Carbohidratos

Dentro de los componentes del plátano la fracción de carbohidratos es la más importante de los cuales el almidón y la fibra dietética son los más abundantes, cuando el plátano alcanza la madurez fisiológica (estado inmaduro o verde) y es cosechado (García, 2006). Durante la maduración del fruto, el almidón es hidrolizado hasta convertirse en azúcares solubles, por lo cual la concentración de azúcares y almidón varía de acuerdo al estado de madurez del fruto; en plátanos verdes, el almidón comprende cerca del 80% del peso seco de la pulpa y los azúcares solo el 1.3% de la materia seca total; sin embargo durante la maduración el almidón disminuye hasta el 1-2% y los azúcares llegan hasta el 17%. Estos azúcares se encuentran en una porción aproximada de 20% de glucosa, 15% de fructosa y 65% de sacarosa (Simmonds, 1962).

1.2 AVENA (*Avena sativa*)

1.2.1 Antecedentes

Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce (Infoagro, 2017).

1.2.2 Características

La avena es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). Es un alimento que contiene nutrientes de forma concentrada es fácil de almacenar y transportar, además de que se conserva por mucho tiempo y se puede usar como materia prima o producto elaborado. La avena se cultiva en casi todas partes del mundo, debido a que tiene un amplio rango de adaptación. En la producción de avena se distinguen dos tipos: cultivo común y avena roja (Bonnnett, 1961).

La planta de avena tiene las siguientes características

- Tiene una altura de 60 cm hasta 150 cm
- Su tallo es recto y cilíndrico
- Las hojas tienen una longitud de aproximadamente 25 cm y un ancho de 1 hasta 1.65
- La espiga está formada por 20 hasta 100 espiguillas
- El color de la planta de avena es de verde oscuro (Figura No.3).

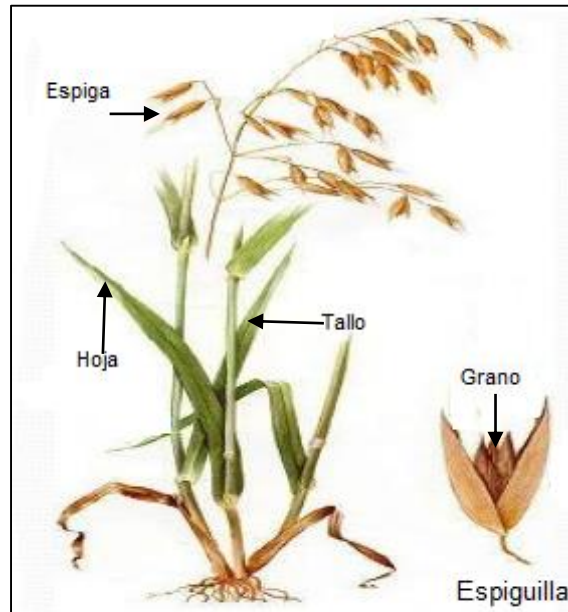


Figura No. 3 Partes de la planta de avena (Wiersema, 2018).

1.2.3 Morfología de la avena

La avena es una gramínea de sistema radicularseudofasciculado, más desarrollado que el del trigo y cebada. El tallo es grueso, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. Las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. El color de la hoja de avena es verde azulado. La inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos.

Es planta autógama. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, por lo cual se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas.

El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas. El grano de avena es un magnífico pienso para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. Es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E. Se emplea también en productos dietéticos para la alimentación humana, así como en la fabricación de alcohol y bebidas.

Se cultiva mucho como forraje verde o asociada con cebada o con veza. Al igual que el trigo y la cebada pertenece a la familia de las gramíneas (Infoagro, 2017).

1.2.4 Composición química y aporte nutricional

El grano está compuesto, como media, por un 3% de embrión, un 30% de salvado y un 57% de endospermo harinoso, aunque estas proporciones pueden oscilar notablemente entre las diferentes variedades y con la climatología y condiciones de cultivo. La avena es el cereal de menor valor energético, como consecuencia de su alto contenido en fibra y lignina y su bajo nivel de almidón. Su contenido en β -glucanos es elevado, pero inferior al de la cebada. Tiene una proporción apreciable

de fibra efectiva, por lo que resulta adecuada en piensos de vacas de leche, conejos, caballos y cerdas gestantes (FEDNA, 2016).

El grano tiene un elevado contenido en grasa (6,9%) altamente insaturada (35% de ácido oleico y 39% de linoleico), por lo que tiende a producir canales blandas si se usa como único cereal en el pienso. Por la misma razón, presenta riesgo de enranciamiento, lo que debe tenerse en cuenta en el control de calidad de este ingrediente. Es un cereal blanco pobre en calcio y en vitaminas D, B2 y niacina. El contenido en proteína se sitúa en un 16.82 %, pero es altamente variable (6-17%) en función de los mismos factores de variación descritos para otros granos. La avena se distingue de otros cereales por su menor proporción de prolaminas (10-16%) y glutelinas (5%) y su alta concentración de globulinas. Como consecuencia, la solubilidad y degradabilidad ruminal son muy elevadas, y la concentración de aminoácidos esenciales es alta en relación a otros granos. Destaca también su elevada concentración de cistina (3% respecto al total de PB), lo que la hace adecuada para cubrir necesidades de crecimiento de pelo y plumas, y para reducir problemas de picaje en avicultura. Debido a su alto contenido en fibra, la avena da lugar a un pienso muy voluminoso y de mala textura, lo que limita su uso en avicultura. Por la misma razón, presenta problemas de granulación, por lo que debe molerse muy finamente antes de ser granulada. Esto supone un alto costo de molienda al reducirse el rendimiento del molino (FEDNA, 2016).

Tabla No. 3 Composición química de la avena

Avena	Componentes g/100g					Ceniza
	Humedad	Carbohidratos	Fibra dietética	Proteína	Lípidos	
	8.22	56.46	9.60	16.02	6.90	2.8

(Chávez, 1992).

1.3 CEREALES PARA DESAYUNO

1.3.1 Historia y elaboración de cereales para desayuno.

La industria del cereal de desayuno se comenzó a desarrollar en el siglo XIX en Estados Unidos por motivos principalmente nutricionales. A mediados de siglo, se inició una corriente defensora de la dieta vegetariana y las costumbres saludables. Uno de sus miembros fue el artífice del establecimiento de la popularidad del vegetarianismo a finales del siglo XIX y principios del XX: John Harvey Kellogg. Preocupado por los problemas digestivos de sus pacientes y por los hábitos alimentarios poco variados de un grupo de vegetarianos de su comunidad, John H. Kellogg, administrador del sanatorio de Battle Creek (Michigan), y su hermano William K. Kellogg, empezaron a investigar sobre nuevas fórmulas de alimentación. (MERCASA, 2009).



Figura No. 4 Primer caja de cereal para desayuno

Durante sus experimentos, olvidaron en una ocasión el maíz hervido dentro del horno, y lo tostaron de nuevo, obteniendo como resultado unos copos ligeros y crujientes que gustaron mucho a sus pacientes. Kellogg promulgaba un régimen al que denominó “biológico”, basado en una dieta vegetariana, con abstinencia de alcohol, café, azúcar y especias fuertes, haciendo hincapié en el ejercicio físico, la hidroterapia, el aire fresco, baños de sol, buenas posturas y buena salud mental. En 1898 se abre la primera fábrica de copos de maíz y en 1906, William K. Kellogg funda “The Battle Creek Toasted Cornflakes Company”, que fue conocida más adelante como “Kellogg Company”. Los cereales de desayuno se hicieron pronto muy populares y desplazaron a otros productos con alto contenido graso que se consumían en la época. Apenas diez años después de su aparición, ya existían más de 40 compañías que elaboraban productos similares. El proceso de elaboración de cereales de desayuno ha mejorado a lo largo de la historia. Se han incorporado procesos tecnológicos que han permitido aumentar la producción según la demanda y necesidades de la población, pero siempre respetando las características naturales y nutricionales de las materias primas empleadas y conservando los ideales de su fundador: promover los principios de una buena salud y proporcionar alimentos nutritivos (MERCASA, 2009).

1.3.2 Producción de cereales para desayuno

La producción de cereales para desayuno comienza con la recolección y almacenamiento de materias primas y continúa con los procesos de elaboración, envasado, distribución, venta y preparación en el hogar por el consumidor hasta su ingesta.

Materias primas: Los cereales de desayuno se componen de uno o más cereales a los que, según su formulación, se añaden vitaminas y minerales que completan el producto, haciéndolo más adecuado desde el punto de vista nutricional, ya que contribuyen a completar las cantidades diarias recomendadas (CDR) de estos nutrientes. Las materias primas más utilizadas son: trigo, maíz, arroz, avena, cebada y otros cereales comestibles, ya sean enteros o troceados. Además de los cereales, en ocasiones se utilizan otros ingredientes como cacao, frutas, frutos secos, malta, miel y leche. Los cereales más relevantes desde el punto de vista de la nutrición humana son el trigo y el arroz, que constituyen la base de la alimentación de cuatro quintas partes de la población mundial (Callejo, 2002).

1.3.3 Composición y valor nutricional.

Los cereales de desayuno y snacks ayudan a que la dieta sea más variada y equilibrada, ya que su consumo proporciona una parte importante de las vitaminas y minerales, además de por su importante aporte en fibra e hidratos de carbono. Los nutrientes que aportan los cereales de desayuno y snacks son: hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. La composición química y riqueza nutricional de los cereales es, en general, bastante homogénea.

El componente más abundante es el almidón, lo que hace que junto con las legumbres y las patatas, sean una de las fuentes principales de este polisacárido, aunque su contenido difiere de unos cereales a otros.

Según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el aporte energético de una alimentación equilibrada debe provenir como mínimo en un 55% de los hidratos de carbono, nutriente principal de los cereales (Astiasarán, 2000).

Otros componentes de los cereales son:

- Hidratos de carbono. En su mayoría se trata de hidratos de carbono complejos que se absorben lentamente y, teniendo en cuenta que los cereales de desayuno se consumen generalmente a primera hora del día, permiten una liberación progresiva de energía manteniendo unos niveles constantes de glucosa en sangre por más tiempo. El hidrato de carbono mayoritario en los cereales es el almidón, que constituye casi un 70% del peso seco y se localiza fundamentalmente en el endospermo. Los hidratos de carbono se encuentran en los cereales de desayuno y snacks en una proporción que oscila entre el 60 y el 90% (Jenkins, 2000).
- Proteínas. En los cereales, el mayor contenido en proteínas se encuentra en la capa de aleurona y en el germen. El endospermo tiene menor cantidad, sin embargo, proporcionalmente aporta más, ya que la cantidad de endospermo que hay en un grano de cereal es mayor, por lo tanto las proteínas proceden mayoritariamente de ahí. De acuerdo a su solubilidad, en la mayoría de los cereales se distinguen cuatro fracciones proteicas: las fracciones proteicas solubles en agua están constituidas por albúminas y globulinas, y las insolubles por prolaminas y gluteninas. (Jenkins, 2000).
- Lípidos. Los cereales poseen pequeñas cantidades de lípidos o grasas. El cereal que más lípidos contiene es la avena (6-8%) y son predominantemente insaturados. El resto de cereales no posee más de un 2%. Los lípidos insaturados han demostrado ser beneficiosos ya que su consumo ayuda a reducir el colesterol total y el LDL. Dentro de este grupo se encuentran los ácidos grasos esenciales (linoleico y linolénico), que son aquellos que el organismo no puede fabricar y que tienen que ser ingeridos en la dieta. Los lípidos se encuentran predominantemente en el germen y en la capa aleurona. Los más abundantes son los triglicéridos, fosfolípidos y glucolípidos. Como componentes menores de la fracción lipídica de los cereales se encuentran pigmentos orgánicos como los carotenoides y la vitamina E o tocoferol (Jenkins, 2000).

- Vitaminas. Los cereales contienen vitaminas del grupo B: tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2, niacina o vitamina B3 , ácido pantoténico o vitamina B5, piridoxina o vitamina B6, ácido fólico o vitamina B9 y cianocobalamina o vitamina B12, distribuidas por todo el cereal. El contenido en vitaminas es similar en todos los cereales, excepto en el caso de la niacina, que es muy superior en el trigo, aunque no está disponible biológicamente salvo en determinadas manipulaciones culinarias, como el calentamiento con cal, ampliamente utilizado en países de Centroamérica para la elaboración de masas de trigo y de maíz. Los copos de avena son naturalmente ricos en vitaminas y, además, parte del aporte vitamínico deriva de que muchos cereales de desayuno y snacks se encuentran enriquecidos con una amplia variedad de vitaminas (especialmente vitaminas del grupo B y vitamina D), y contienen ingredientes como las frutas, con gran contenido en estos nutrientes (Jenkins, 2000).
- Minerales. Los minerales más importantes presentes en los cereales de desayuno y snacks son el calcio y el hierro, aunque se presentan en cantidades diferentes dependiendo del tipo de cereal. Muchos de los cereales de desayuno y snacks disponibles están enriquecidos en minerales (mayoritariamente en hierro y calcio) y contribuyen a cubrir las CDR de éstos (Jenkins, 2000).

1.3.4 Etiquetado

El etiquetado de los envases de cereales de desayuno consta del nombre del alimento, la lista de ingredientes, las condiciones de uso y almacenamiento, la composición nutricional, datos sobre el fabricante, fechas de caducidad y lote. Dentro de los criterios estándares existentes sobre el formato de la lista de ingredientes y la información sobre nutrición, encontramos que, en todos los paquetes de cereales de desayuno y snacks, se incluye una lista de ingredientes que se ordenan por peso, con el ingrediente presente en mayor proporción primero. Además, se proporciona información sobre las cantidades diarias recomendadas y las cantidades diarias orientativas (CDRs y CDOs). Igualmente se incluye información relevante para personas con alergias o intolerancias alimentarias, indicándose los alérgenos más comunes (frutos secos, leche, huevo, etc.) en caso de que estén presentes en el producto. (AEFC, 2018).

- CDRs: Las CDR se refieren a vitaminas y minerales y se encuentran en forma de porcentaje, que se calcula según los valores de referencia de ingesta de nutrientes oficiales. En el paquete de cereales figura el porcentaje de CDR para un determinado nutriente que se encuentra tanto en 100 g como en una ración (30-40 g) de ese producto. (Alimentum, 2009).

CDOs: Debido a la importancia que se otorga hoy día a la salud y el bienestar, y a la tendencia creciente hacia consumir dietas saludables, la población presta cada vez más atención a la composición de los alimentos y cuida que se ajusten a sus necesidades. Impulsada por este interés en un estilo de vida saludable, la CIAA (Confederación de Industrias Agroalimentarias de la Unión

Europea) desarrolló en 2006 el sistema GDA (Guideline Daily Amount), CDO en castellano (Cantidades Diarias Orientativas), que ha sido implantado por la mayoría de las industrias agroalimentarias en Europa. Se trata de un sistema de etiquetado que contiene información sencilla, rigurosa y objetiva sobre el aporte nutricional de cada producto. Su función es informar acerca de la energía y determinados nutrientes que aporta una ración de un alimento en comparación con lo que una persona necesita en un día. (Alimentum, 2009).

En general, las CDO se refieren a la energía y a los cuatro nutrientes más importantes susceptibles de aumentar el riesgo de padecer algún trastorno relacionado con la alimentación: grasas, grasas saturadas, azúcares y sodio (Alimentum, 2009).

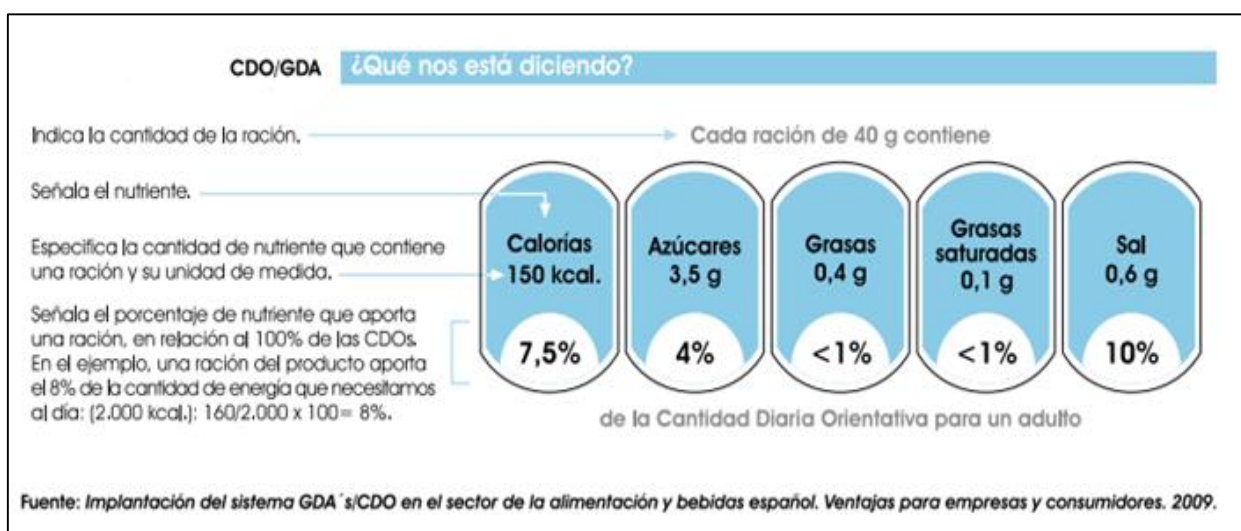


Figura No.5 Etiquetado actual de cereales para desayuno

1.3.5 Innovación en cereales para desayuno.

Los cereales de desayuno como sector joven y en constante evolución ofrecen cambios significativos cada año. En este aspecto, las innovaciones constituyen un factor básico en el desarrollo de estos productos. Las empresas productoras de cereales de desayuno apuestan por la innovación con el fin de satisfacer la demanda de los nuevos intereses de los consumidores, ajustándose a las recomendaciones de los expertos en nutrición. Las novedades se han producido a distintos niveles: mejora en la formulación, la tecnología y el desarrollo de productos adaptados a las necesidades nutricionales y al estilo de vida de los distintos grupos poblacionales. En especial, este sector muestra una gran preocupación por la salud, centrando sus esfuerzos en la optimización nutricional de sus productos. De esta manera, muchas formulaciones también han sido enriquecidas con el fin de incrementar el contenido en determinados nutrientes, manteniendo sus apreciadas características organolépticas. (MERCASA, 2009).

Los cereales de desayuno son cada vez más consumidos debido a la comodidad de su utilización, y a que su consumo resulta agradable a los sentidos. Los fabricantes de cereales desarrollan nuevos productos para adaptarse a las necesidades de los diferentes grupos poblacionales. Un ejemplo de esto son los snacks a base de cereales. Hoy día, los horarios laborales y el ritmo marcado por la sociedad actual muchas veces nos impiden llevar una alimentación tan sana como nos gustaría. (MERCASA, 2009).

El sector de los cereales de desayuno se ha adaptado a esta situación mediante nuevas presentaciones con la finalidad de hacer sus productos más accesibles a la población en cualquier momento y lugar. Así, los snacks constituyen una alternativa sana que ayuda al aporte de nutrientes en otros momentos del día como la media mañana o la merienda, y tanto dentro como fuera del hogar. Además de las variaciones en cuanto a presentación, existen cereales especiales para niños, cereales y snacks especialmente diseñados para adultos preocupados por cuidar la línea, etc., todos ellos conservando un alto contenido en nutrientes esenciales y adaptados para ser incluidos en una alimentación sana y equilibrada (Djousse, 2018).

1.4 ALIMENTOS FUNCIONALES

1.4.1 Generalidades de los alimentos funcionales

Siempre se ha considerado como Alimento, a cualquier producto, natural o transformado, que suministra al organismo que lo ingiere, la energía y las sustancias químicas necesarias para mantenerse en buen estado de salud; y como nutrientes, a las sustancias químicas contenidas en los alimentos que el organismo utiliza, transforma e incorpora a sus propios tejidos. Estos nutrientes incluyen a las proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas y el agua. Son bien conocidas las funciones desempeñadas por cada uno de estos nutrientes, las cuales son esenciales para la vida de los organismos vivos, de allí que la primera o principal función, “función primaria”, vinculada a los alimentos es, la función nutricional. La segunda función o “función secundaria” que se atribuye a los alimentos es, su capacidad para estimular el apetito, según el grado de aceptación o rechazo que provoquen, la cual depende de sus características organolépticas (color, sabor, olor y textura), y que podría denominarse como función sensitiva o sensorial. Esta función de los alimentos estimula las funciones psicosensoriales que ejercen influencia favorable sobre las secreciones gástricas, hepáticas y pancreáticas, así como sobre la motilidad del tubo digestivo. Además de los nutrientes, y componentes de aroma, sabor, color y textura, algunos alimentos contienen ciertas sustancias químicas capaces de tener efectos positivos para promover y/o restaurar la salud, lo que permite atribuirles una “función terciaria” o función saludable. En las décadas de los años 1980 y 1990, se comenzó a dar importancia en el Hemisferio Occidental a esta función terciaria de los alimentos que está implicada en la modulación de los sistemas fisiológicos de los organismos vivos, como el sistema inmune, endocrino, nervioso, circulatorio y digestivo, y a partir de entonces, se introdujo en Occidente el término “alimentos funcionales” (Cóccaro, 2010).

1.4.2 Definición de alimento funcional

La Acción Concertada en la Ciencia de Alimentos Funcionales (FuFoSe, por sus siglas en inglés), derivada de la Comisión Europea y coordinada por el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI, por sus siglas en inglés) define un alimento funcional como “un producto alimenticio puede solamente ser considerado funcional si junto con el impacto nutricional básico, tiene beneficios adicionales en una o más funciones del organismo humano, mejorando las condiciones generales y físicas y/o disminuyendo el riesgo de evolución de enfermedades (Cóccaro, 2010).

1.4.3 Clasificación de los alimentos funcionales

Se han desarrollado alimentos funcionales en la mayoría de las categorías de alimentos, por lo que se han creado varias clasificaciones para los alimentos funcionales.

Una de las clasificaciones, se hace en base a la forma en que se incluye la propiedad funcional en el producto alimenticio, que deriva en 4 tipos de alimentos funcionales:

- **Productos fortificados:** son alimentos suplementados en forma significativa en su contenido natural de nutrientes esenciales (tienen que indicarse en el rótulo). Generalmente se fortifican alimentos a los que se puede agregar valor con poco costo adicional, como los panificados, cereales para desayunos, lácteos, galletitas y pastas.
- **Productos enriquecidos:** son aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales, no encontrados normalmente en dicho alimento. El objetivo es resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva. Entre los alimentos empleados como vehículos, los más importantes son los cereales, las fórmulas para lactantes (constituyen el grupo crítico en cuanto a deficiencia de hierro), los lácteos, las margarinas, la sal, el azúcar, las bebidas y el agua (ej. fortificación de la sal con yodo, alimentos prebióticos y probióticos).
- **Productos alterados:** alimento del cual un componente perjudicial ha sido removido, reducido o sustituido con otra sustancia con efectos benéficos (por ejemplo, la reducción de grasas saturadas).
- **Productos mejorados:** alimento en el cual uno de los componentes ha sido naturalmente mejorado mediante condiciones especiales de crecimiento, manipulación genética o de otras formas, por ejemplo: huevos con mayor contenido de ácido grasos omega-3, gluten apto para celíacos (Cóccaro, 2010).

1.5 ADITIVOS EMPLEADOS

1.5.1 Aditivo alimentario

Desde un punto de vista etimológico, hace referencia a cualquier sustancia extraña que se agrega voluntariamente a un alimento. Si se toma en cuenta el siguiente termino desde el punto de vista del consumidor este contexto suele ser completamente desconocido lo cual genera desconfianza de qué tipo de sustancia se agrega a los alimentos. Es debido a esto que a nivel internacional (FAO/OMS,

CEE Y FDA) se han propuesto restringir el concepto de aditivo alimentario a "una sustancia de carácter generalmente no nutritivo de composición perfectamente conocida y que se incorpora a un alimento en cantidades siempre pequeñas y muy controladas para cumplir un determinado objetivo tecnológico" (Kannelic, 1988). Esto puede consistir en mejoramiento ya sea de su estabilidad (calidad tecnológica) o se dé su presentación, a través de sus caracteres organolépticos (calidad estética).

Dentro de todo el amplio mundo de aditivos autorizados a los cuales se recurre actualmente, la mayoría corresponde a productos químicos como tales, siempre que ofrezcan a necesaria garantía de inocuidad y de pureza para ser ingeridos y siempre que su aplicación tecnológica sea la correcta y estén autorizados específicamente para el alimento correspondiente por la reglamentación sanitaria.

De acuerdo a la definición dada anteriormente sobre aditivos en resumen los encargados de un aumento de estabilidad en alimentos son:

- **Preservadores o antisépticos**

Se utilizan para combatir microorganismos presentes que deterioren de alguna manera el alimento, estos deben examinarse no solo según su capacidad destructora si no que deben restringir a los casos en que haya una razón sanitaria, técnica y/o económica que justifique su empleo. Ejemplo: *Ácido benzoico y ácido sorbico* (Kannelic, 1988).

1.5.1.1. Antioxidantes

Son definidos por el Código Alimentario como aquellas sustancias que por separado o mezcladas entre sí pueden utilizarse para impedir o retardar en los alimentos y bebidas las oxidaciones catalíticas y procesos que llevan a enranciamiento naturales provocados por la acción del aire, luz o indicios metálicos.

Las grasas vegetales son en general más ricas en sustancias antioxidantes que las animales. La tendencia a aumentar en la dieta el consumo de grasas insaturadas como una forma de prevención de las enfermedades crónicas hace más necesarios el uso de antioxidantes, ya que las grasas insaturadas son mucho más sensibles a la reacción de oxidación.

Los antioxidantes pueden actuar por medio de diferentes mecanismos:

- Deteniendo la reacción en cadena de oxidación de las grasas
- Eliminando el oxígeno atrapado o disuelto en el producto o en el espacio de cabeza de los envases.
- Eliminando las trazas de ciertos metales como el cobre, hierro que inician la oxidación

Los antioxidantes frenan la reacción de oxidación pero a costa de inactivarse ellos mismos. El resultado es que la utilización de antioxidantes retrasa la alteración oxidativa del alimento pero no lo evita de forma definitiva (Pokorny et al, 2005).

1.5.1.1.1 E- 300 Ácido ascórbico

El ácido L- ascórbico es la vitamina C. Se obtiene industrialmente mediante reacciones químicas y procesos microbiológicos. El ácido ascórbico y sus sales son muy solubles en agua (excepto el palmitato de ascórbico que es más soluble en grasas). Presenta un punto de fusión alrededor de los 160°C. Actúa como reductor oxidándose a la forma deshidroascorbico (Pérez, 2018).

1.5.1.1.1.1 Aplicaciones

Se le considera como un regenerador de antioxidantes por su actividad como reductor. En algunos casos pueden presentar efectos de reversión, lo que debido a su carácter hidrosoluble, hace que sea más empleado en productos vegetales o cárnicos que en las grasas o aceites (Cubero, 2002).

El ácido ascórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio suelen usarse como aditivos antioxidantes de los alimentos. Estos compuestos son solubles en agua y, por tanto, no pueden proteger a las grasas de la oxidación. Para este último fin pueden usarse como antioxidantes los ésteres de ácido ascórbico solubles en grasa, con ácidos grasos de cadena larga (palmitato de ascorbilo o esteareato de ascorbilo), (Cubero, 2002).

1.5.1.1.1.2 Estructura química

El ácido ascórbico (vitamina C) contiene varios elementos estructurales que contribuyen a su comportamiento químico: la estructura de la lactona y dos grupos hidroxilos enólicos, así como un grupo alcohol primario y secundario (Figura No.6).

Especificaciones.

Densidad.....1.65 g/cm³

Masa molar.....176.12 g/mol

Punto de fusión... (190 °C)

Solubilidad en agua...33 g/100 mL

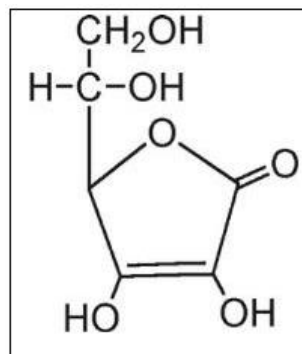


Figura No. 6 Estructura del ácido ascórbico

1.5.1.1.2 E- 330 Ácido cítrico

Es un ácido orgánico que se encuentra en la naturaleza. Es producto del metabolismo de la mayoría de los organismos en el ciclo de Krebs y forma parte de muchas frutas, especialmente de los cítricos a los que confiere su característica acidez. Este ácido se obtiene para aplicación industrial de subproductos cítricos o por fermentación de hidratos de carbono con *Aspergillus niger* o *Candida spp* (Multon, 2000).

1.5.1.2.1.1 Aplicaciones

Comercialmente se encuentra como cristales monocíclicos inodoros, de sabor ácido muy soluble en agua y se usa mucho secuestrador con antioxidantes para acelerar el curado de carnes y como saborizante en concentración variable de producto final. Entre las aplicaciones más frecuentes se encuentra:

1. Saborizante o creador de aroma
2. Regulador de pH
3. Antioxidante o sinérgico de antioxidante.
 - Se utiliza como grasas y aceites en concentraciones bajas de ácido cítrico para prevenir el enranciamiento o como sinérgicos de otros antioxidantes.
 - Retarda el pardeamiento de frutas y hortalizas (Multon.2000).

1.5.1.2.1.2 Estructura química y especificaciones

Su fórmula química es $C_6H_8O_7$. El ácido cítrico comparte las características químicas de otros ácidos carboxílicos. Está compuesto por 4 hidroxilos (Figura No. 7) lo que lo hace altamente soluble en agua (BADUI, 2006).

Especificaciones.

Densidad 1665 kg/m³; 1,665 g/cm³

Masa molar 192,13 g/mol

Punto de fusión 448 K (175 °C)

Solubilidad en agua 133 g/100 ml

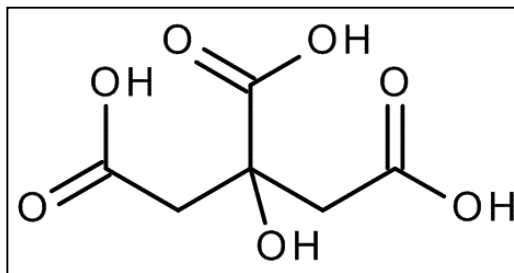


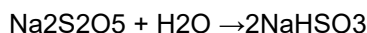
Figura No.7 Estructura del ácido cítrico

1.5.1.1.3 E-223 Metabisulfito de Sodio.

Es un aditivo utilizado en la industria de alimentos principalmente como agente conservador. Este es una sal sódica, concretamente un sulfito. Suele emplearse en la industria alimentaria con el código: E 223. Suele emplearse como un agente con tres posibles funciones: la de desinfectante, antioxidante y la de conservante.

1.5.1.1.3.1 Estructura química y especificaciones

El Metabisulfito de Sodio es el principal constituyente del Bisulfito de Sodio seco comercial, cuyos usos y propiedades son virtualmente idénticos, esto se da de acuerdo a la siguiente reacción:



Especificaciones:

Color..... Blanco
Olor.....A Dióxido de Sulfuro
Densidad.....1100 - 1200 kg/m³
pH..... (50 gr/L 20 o C en agua) 4 – 5.0
Solubilidad en H₂O..... 650 g/lit (a 20° C)
Temperatura de descomposición..... 170°C mín.

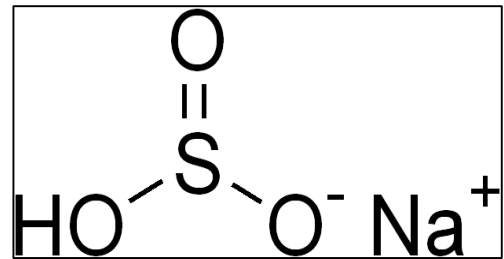


Figura No.8 Estructura del metabisulfito

1.5.1.1.3.2 Aplicaciones

El Metabisulfito de Sodio es usado en la industria alimenticia, química y farmacéutica.

En la industria alimenticia es usado como aditivo para alimentos, los usos más importantes en esta industria son los siguientes:

- Tratamiento de fruta seca, almíbar y escarchada y escaldados.
- Frutas y vegetales
- Almidón seco, cebada, gelatina comestible.
- Caramelos duros y blandos
- Preservativo de jaleas y mermeladas
- Fermentación del vinagre, frutos cítricos, jugo de toronja y jugo de naranja.

1.5.1.1.3.3 Toxicidad

Se ha estimado una ingesta media de sulfito en la CAPV entre 19-24 mg/día expresado como SO₂, lo que supone entre un 8% y un 10% de la IDA (Ingesta Diaria Aceptada), establecida por el COT del Reino Unido. Sólo se han detectado valores por encima del límite de determinación en los grupos de derivados cárnicos y bebidas alcohólicas. Estas últimas aportan el 75% de la ingesta total de sulfito (Gessner 2018).

- **Estabilizantes**

Los estabilizantes son productos que ayudan a la formación de enlaces o puentes para la formación de estructuras y se definen como las sustancias que impiden el cambio de forma o naturaleza química de los productos alimenticios a los que se incorporan, inhibiendo reacciones o manteniendo el equilibrio químico de los mismos. Son polímeros absorbentes del agua que reducen la cantidad de agua libre, absorbiendo parte de las moléculas de agua por enlaces de hidrógeno. No toda el agua es absorbida porque el proceso es suplementado por una inmovilización del agua y se forma una red tridimensional que reduce la movilidad del agua que queda. Esta absorción/inmovilización del agua aumenta la viscosidad y en algunos casos se

forma una estructura de gel en la solución. (Aditivo y auxiliar de fabricación en las Industrias Agroalimentarias, 2018).

1.5.1.2. Maltodextrina

Su nombre comercial es “amidex” así se designa a las maltodextrinas que son derivado del almidón de maíz. Es un producto derivado de la hidrólisis controlada de los almidones de maíz que generalmente es llevada a cabo por métodos enzimáticos, para obtener una mezcla de carbohidratos tales que el equivalente de la glucosa se mantenga en niveles bajos; por ello las maltodextrinas resultan con un sabor delicado y muy poco dulzor. Su aspecto es de un polvo color blanco fino (Rábago, 2014).

1.5.1.2.1 Aplicaciones

Esta tiene algunos beneficios tales como el de no enmascarar sabores ni aun en los más altos niveles de sólidos, sin sensación harinosas, que mejoran el cuerpo y textura del engomado formando películas claras y brillantes.

Se utiliza en la industria como humectante y espesante, para estabilizar alimentos con muchas grasas, para dispersar ingredientes secos, para favorecer el secado por aspersión de sabores, jugos de frutas u otros productos difíciles de secar, y como fuente de carbohidratos en bebidas energéticas, proporciona tantas calorías como el azúcar. Se puede utilizar en la cocina con distintas finalidades, tanto para creaciones de vanguardia como para recetas tradicionales que se quieran espesar y entre otras cosas, aportar un ligero dulzor.

El agregado de maltodextrina resistente a formulaciones con edulcorantes intensos, contribuye a mejorar el trabajo de estos endulzantes en cuanto a nivel sensorial. Los sabores metálicos y astringentes comunes desaparecen y mejoran la percepción del sabor (Martindale, 2005).

1.5.1.2.2 Estructura química

La maltodextrina es un polímero formado por unidades de D-glucosa unidas mediante enlaces glicosídicos α (1-4) y α (1-6) (Figura No.9) (Hiil,2013).

Especificaciones: (Hiil,2013).

Glucosa equivalente.....10-14%

Humedad.....5% máximo

pH a 25°C.....4.5 - 5.5 máximo

Impurezas (ppm)..... 2.0 máximo

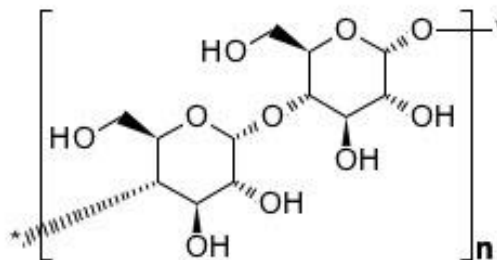


Figura No.9 Estructura de la Maltodextrina

1.6 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

El término nuevos productos se refiere a productos originales, mejoras o modificaciones de productos existentes y marcas nuevas que desarrolle una compañía gracias a sus propios esfuerzos de investigación y desarrollo. Una compañía obtiene nuevos productos de dos maneras. Una es mediante la adquisición –es decir, al comprar una empresa, una patente o una licencia para comercializar el producto de alguien más. La otra manera es mediante sus propias actividades de desarrollo de nuevos productos (Kotler y Armstrong, 2016).

Desde el punto de vista del consumidor, un nuevo producto es algo que le proporciona “beneficios” alimentarios, sociales, culturales, etc y que le persuade para que lo compre. No solo percibe el alimento en base a sus características físicas, químicas y nutricionales como lo podemos ver los tecnólogos de alimentos. Para ellos, el envase y la publicidad del producto son los aspectos que se perciben en primer término. Pero únicamente cuando el nuevo producto alimentario cubre las demandas esperadas es cuando el consumidor se fideliza. El desarrollo de nuevos productos implica una compleja interacción de factores técnicos y comerciales. Desde el punto de vista técnico, nos enfrentamos a cuestiones tales como la interacción de los ingredientes con la matriz alimentaria (cárnica, vegetal, etc) para obtener por ejemplo un producto más saludable, o las tecnologías de conservación a emplear para conseguir un producto de elevadas cualidades nutricionales pero a la vez sensorialmente apetecible por los consumidores durante un amplio periodo de vida útil. Por otro lado, desde un punto de vista comercial o de mercado, debemos presentar al consumidor nuevos productos adaptados a sus gustos y a sus necesidades. Parámetros que son cambiantes en el tiempo, característicos de cada grupo de población o target al que dirijamos el producto o bien adaptados a los tiempos económicos que estamos viviendo. (Carreres, 2013).

1.6.1 Metodología para el desarrollo de nuevos productos

Para desarrollar un nuevo producto es importante aplicar una metodología de trabajo (Figura No. 10) en la que se incorporen todas las posibles variables a tener en cuenta en el proceso creativo y que permita transformar la idea de producto en una realidad tecnológica.

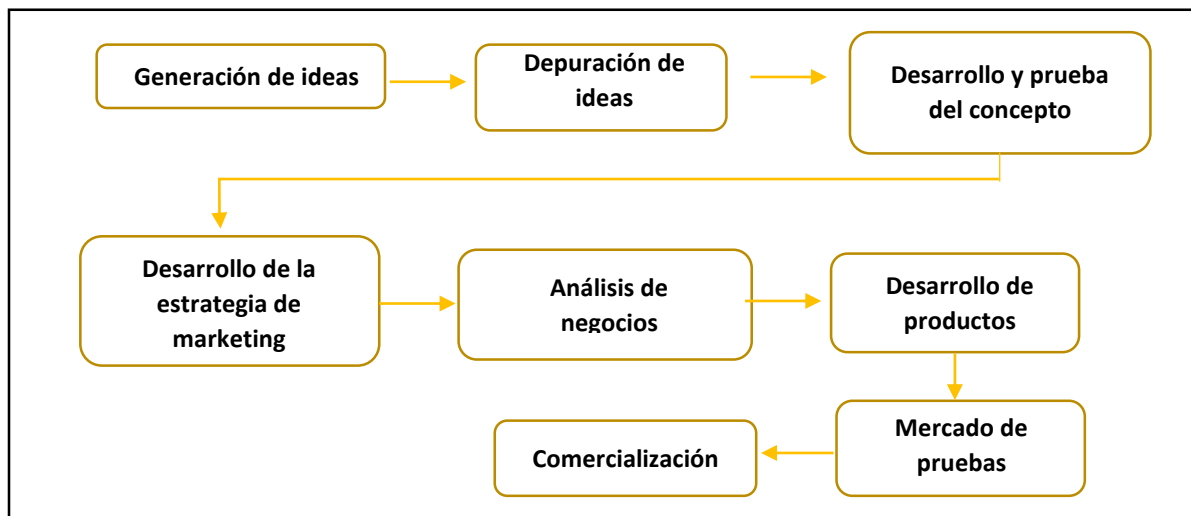


Figura No. 10 Metodología del desarrollo de nuevos productos (Kotler y Armstrong, 2016).

El desarrollo de un nuevo producto inicia con buenas ideas, muchas ideas, es decir, la búsqueda sistemática de ideas para nuevos productos. Por lo general, una empresa genera cientos, o incluso miles, de ideas para encontrar unas cuentas que sean buenas. Entre las principales fuentes de ideas están las internas y las externas, como clientes, competidores, distribuidores y proveedores, entre otras.

La siguiente etapa es reducir tal número de ideas. Esto se logra con la depuración de ideas, un proceso consistente en examinar aquellas que son útiles y desechar las que no lo son lo más pronto posible.

Posteriormente una idea atractiva debe desarrollarse para convertirse en un concepto de producto. Es importante distinguir entre una idea, un concepto y una imagen del producto. Una idea del producto es una noción acerca de un posible producto que la empresa se imagina ofreciendo al mercado. Un concepto del producto es una versión detallada de la idea del producto expresada en términos significativos para el consumidor. Una imagen del producto es la forma en que los consumidores perciben un producto real o potencial.

La prueba del concepto requiere someter a evaluación los conceptos de nuevos productos en grupos de consumidores meta.

Una vez que la gerencia haya tomado las decisiones sobre su concepto del producto y su estrategia de marketing, está en condiciones de evaluar el atractivo de la propuesta como negocio. El análisis de negocios implica una revisión de las proyecciones de ventas, costos y utilidades de un nuevo producto para determinar si esos factores satisfacen los objetivos de la compañía. Si es así, el producto pasará a la fase de desarrollo.

En el desarrollo del producto, las áreas de investigación y desarrollo o de ingeniería desarrollan el concepto del producto para convertirlo en un bien tangible. Sin embargo, esta fase de desarrollo exige un gran salto a la inversión y demostrará si la idea del producto podría convertirse en algo factible.

El mercado de prueba da a la compañía la experiencia de comercializar el producto antes de realizar el importante gasto del lanzamiento completo; permite que la empresa someta a prueba el producto y todo su programa de marketing (Kotler y Armstrong, 2016).

1.7 MERCADOTECNIA

La mercadotecnia es el proceso mediante el cual las compañías atraen a los clientes, establecen relaciones sólidas con ellos y crean valor para los consumidores con la finalidad de obtener, a cambio, valor de éstos (Kotler y Armstrong, 2016).

La mercadotecnia se inicia con la comprensión de las necesidades y los deseos del consumidor, determinando a cuales mercados meta puede servir mejor la organización, y desarrollando una propuesta de valor atractiva mediante la cual la empresa logre atraer y hacer crecer a una clientela valiosa. Luego, los especialistas en mercadotecnia no se conforman con realizar una venta, sino que desean comprometer a los clientes a forjar relaciones profundas que hagan de sus marcas una parte significativa de las conversaciones y de la vida de los consumidores. Esto se logra elaborando un plan y un programa de marketing integrados (Figura No. 11).

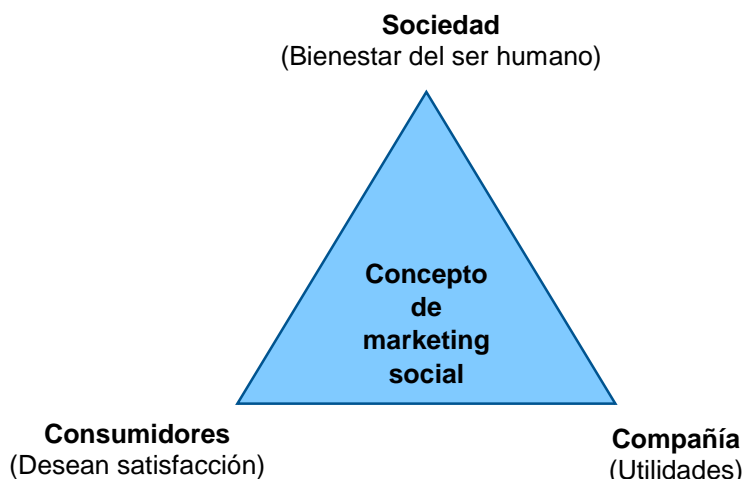


Figura No. 11 Consideraciones que sustentan el concepto de marketing (Kotler y Armstrong, 2016).

- Selección del mercado meta

La segmentación del mercado revela los segmentos en que la empresa podría tener oportunidades. Luego, la compañía tendrá que evaluar los diversos segmentos y decidir a cuántos y a cuáles atendería mejor.

Un mercado meta consiste en un conjunto de clientes y compradores que tienen necesidades o características en común a los cuales la compañía decide atender (Kotler y Armstrong, 2016).

1.7.1 Marketing mix

Una vez que la compañía ha definido su estrategia general de marketing, está lista para comenzar a planear los detalles de la mezcla de marketing (marketing mix), que es uno de los conceptos más importantes del marketing moderno: el conjunto de herramientas tácticas de marketing que la empresa combina para producir la respuesta deseada en el mercado meta.

La mezcla de marketing consiste en todo lo que la empresa es capaz de hacer para atraer a los consumidores y entregar valor al cliente. Las múltiples posibilidades se clasifican en cuatro grupos de variables conocidas como las "cuatro P" del marketing (Figura No. 12).

- El producto es la combinación de bienes y servicios que la compañía ofrece al mercado meta.
- El precio es la cantidad de dinero que los clientes tienen que pagar para obtener el producto.
- La plaza incluye las actividades de la compañía que hacen que el producto esté a la disposición de los consumidores meta.
- La promoción se refiere a actividades que comunican las ventajas del producto y persuaden a los clientes meta de que lo compren.

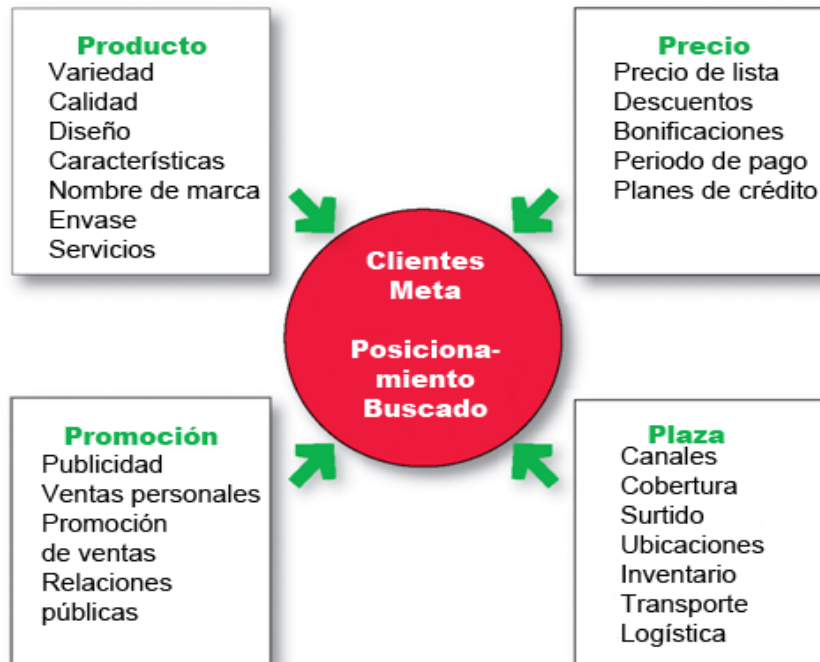


Figura No. 12 Las 4 P de la mercadotecnia (Kotler y Armstrong, 2016).

1.7.2 Segmentación del mercado

En cualquier mercado, los compradores difieren en sus deseos, recursos, ubicaciones, actitudes y prácticas de compra. Mediante la segmentación del mercado, las empresas dividen mercados grandes y heterogéneos en segmentos más pequeños para intentar llegar a ellos de manera más efectiva con bienes y servicios que se ajusten mejor a sus necesidades únicas (Kotler y Armstrong, 2016).

No existe una forma única para segmentar un mercado. El especialista en marketing debe probar distintas variables de segmentación solas o combinadas para determinar la mejor forma de visualizar la estructura del mercado. La Tabla No.4 describe las principales variables que podrían utilizarse para segmentar los mercados de consumo.

Tabla No. 4. Principales variables de segmentación en los mercados de consumo.

Variable de segmentación	Ejemplos
Geográfica	Naciones, regiones, estados, municipios, ciudades, barrios, densidad poblacional (urbana, suburbana, rural), clima.
Demográfica	Edad, etapa del ciclo de vida, género, ocupación, escolaridad, religión, origen étnico, generación.
Psicográfica	Clase social, estilo de vida, personalidad
Conductual	Ocasiones, beneficios buscados, estatus del usuario, frecuencia de uso, grado de lealtad.

(Kotler y Armstrong, 2016).

➤ Requisitos para una segmentación eficaz

Es evidente que existen muchas formas de segmentar un mercado, pero no todas las segmentaciones son eficaces. Para que resulten útiles, los segmentos de mercado deben ser:

- Medibles: El tamaño, el poder adquisitivo y los perfiles de los segmentos deben ser susceptibles de medición.
- Accesibles: Debe ser posible llegar a los segmentos de mercado para atenderlos.
- Sustanciales: Los segmentos de mercado deben ser grandes o suficientemente redituables.
- Diferenciales: Los segmentos son conceptualmente distinguibles y responden de manera distinta a elementos y programas de mezcla de marketing diferentes.
- Aplicables: Es posible diseñar programas efectivos para atraer y atender a los segmentos (Kotler y Armstrong, 2016).

1.7.3 Estudio de mercado

Un estudio de mercado sirve para tener una noción clara de la cantidad de consumidores que habrán de adquirir el bien o servicio que se piensa vender, dentro de un espacio definido, durante un periodo de mediano plazo y a qué precio están dispuestos a obtenerlo. Adicionalmente, el estudio de mercado va a indicar si las características y especificaciones del servicio o producto corresponden a las que desea comprar el cliente. Dirá igualmente qué tipo de clientes son los interesados en nuestros bienes, lo cual servirá para orientar la producción del negocio, además éste brindará la información acerca del precio apropiado para colocar nuestro bien o servicio y competir en el mercado, o bien imponer un nuevo precio por alguna razón justificada. Por otra parte, cuando el estudio se hace como paso inicial de un propósito de inversión, ayuda a conocer el tamaño indicado del negocio por instalar, con las previsiones correspondientes para las ampliaciones posteriores, consecuentes del crecimiento esperado de la empresa. Finalmente, el estudio de mercado deberá exponer los canales

de distribución acostumbrados para el tipo de bien o servicio que se desea colocar y cuál es su funcionamiento (SEGOB, 2017).

1.8 ANÁLISIS SENSORIAL

1.8.1 Generalidades del análisis sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernández, 2005).

1.8.2 Percepción sensorial

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos (Sancho, 1999).

Entonces la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo.

Los estímulos se clasifican en:

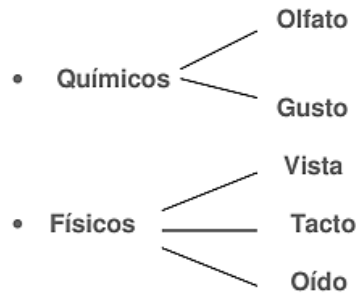
- Mecánicos
- Térmicos
- Luminosos
- Acústicos
- Químicos
- Eléctricos

La secuencia de percepción que tiene un consumidor hacia un alimento, es en primer lugar hacia el color, posteriormente el olor, siguiendo la textura percibida por el tacto, luego el sabor y por último el sonido al ser masticado e ingerido (Hernández, 2005).

1.8.3 Los sentidos

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído.

Los cinco sentidos se clasifican en:



1.8.4 Tipos de jueces o panelistas

Los jueces o panelistas son las personas que realizan la evaluación sensorial. Se eligen según su habilidad, entrenamiento, disponibilidad e interés o motivación. Se pueden distinguir:

- Jueces expertos. Con gran experiencia, entrenamiento y sensibilidad. Conocen bien el producto concreto para el cual están especializados y los métodos de las pruebas. Suelen utilizarse para control de calidad y de procesos. En muchas ocasiones actúan en solitario o en grupos muy reducidos.
- Jueces entrenados (panelistas). Son miembros de equipos o grupos de evaluación sensorial integrados por entre 7 y 15 personas. Se trata de personas con habilidad demostrada para la detección de uno o pocos atributos, que han recibido formación y entrenamiento y con conocimientos del producto a evaluar. Participan regularmente en diversos tipos pruebas con distintos objetivos.
- Jueces de laboratorio. Personas sin habilidad especial que han sido formadas y entrenadas y que participan ocasionalmente en pruebas sencillas.
- Jueces consumidores. Personas sin formación en análisis sensorial ni entrenamiento que se eligen al azar entre los consumidores habituales del producto en evaluación (CSIC, 2011).

1.8.5 Generalidades de las pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales empleadas en la industria de alimentos, se dividen en tres grupos:

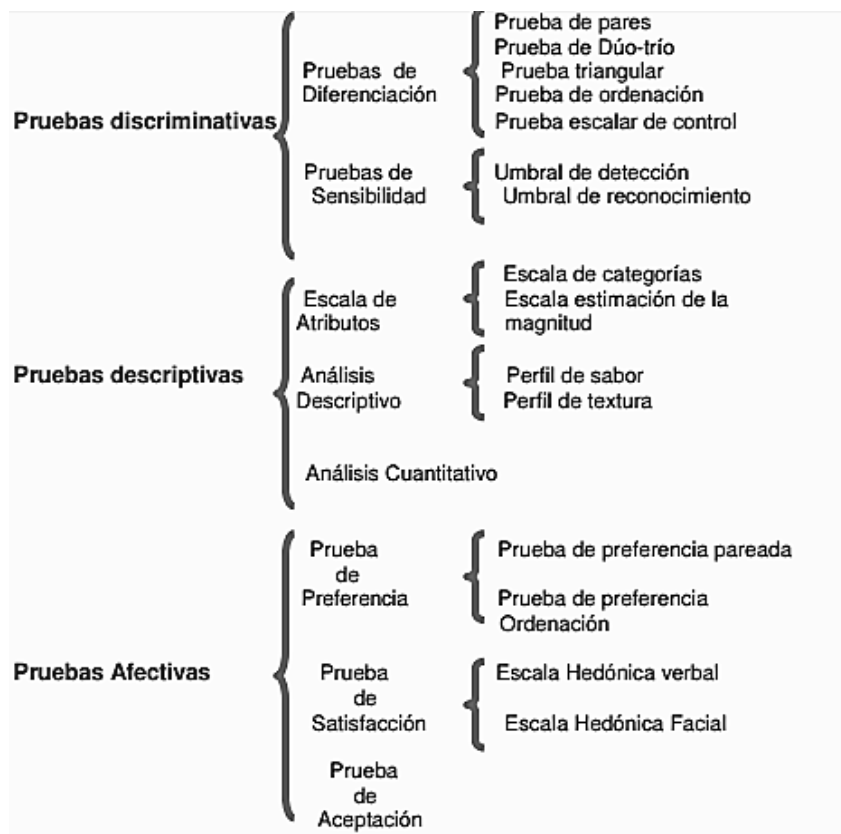


Figura No. 13 Clasificación de las pruebas sensoriales (Hernández, 2005).

1.8.5.1 Pruebas discriminativas de acuerdo al CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

Sirven para conocer si hay o no diferencia entre dos o más muestras y la magnitud de esa diferencia. Se utilizan en control de calidad o para conocer el efecto en un producto de un cambio en su procesado o en su formulación. Generalmente las realizan jueces de laboratorio (entre 7 y 15). En algunos casos la complejidad de las pruebas aconseja utilizar jueces entrenados.

1.8.5.1.1 Tipos de pruebas discriminativas

- **Prueba de comparación apareada simple.** Se presentan dos muestras al juez y se le pide que las compare según una propiedad sensorial concreta (cuál es la más amarga, cual huele más, cual es la más dura).
- **Prueba triangular.** Se presentan tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales. Se le pide que identifique la muestra diferente.
- **Prueba dúo-trío.** Se presentan al juez tres muestras. Una etiquetada con "R" (que se le informa que es la de referencia) y otras dos codificadas. Se le dice al juez que una de las codificadas es "R" y se le pide que identifique la que es diferente.

- **Prueba de ordenamiento.** Se pide a los jueces que ordenen tres o más muestras en orden creciente o decreciente de una determinada propiedad (por ejemplo: de más claro a más oscuro). Según el orden se asigna una puntuación a las muestras y se realiza un análisis de la varianza.

1.8.5.2 Pruebas descriptivas de acuerdo al CSIC

Se trata de definir las propiedades de un alimento y de medir su magnitud o intensidad lo más objetivamente posible. Se requieren jueces expertos o muy bien entrenados. Son difíciles de interpretar si se pretende eliminar la subjetividad en la evaluación.

1.8.5.2.1 Tipos de pruebas descriptivas

- **Calificación con escalas no estructuradas.** Se trata de una línea trazada entre los dos puntos extremos (máximo y mínimo de intensidad del atributo). El juez aprecia la intensidad del atributo en la muestra y lo expresa señalando un punto de la recta comprendido entre los extremos. Las lecturas se traducen a valores numéricos mediante la medida de longitudes a los extremos.
- **Calificación por medio de escalas de intervalo.** Se trata de escalas que contienen intervalos intermedios definidos en uno de los cuales tiene que clasificar el juez a cada muestra.
- **Calificación por medio de escalas estándar.** Son escalas de intervalo que en lugar de descripciones de intensidad del atributo en los distintos intervalos constan de alimentos que representan ejemplos de intensidad del atributo con los que comparar a la muestra.
- **Calificación proporcional o estimación de magnitud.** En las dos pruebas anteriores no existe una relación definida entre los diversos intervalos de la escala. Por ello es difícil relacionar los datos obtenidos con medidas físico-químicas. Para obtener esto, en la prueba de calificación proporcional se pide a los jueces que asignen un valor arbitrario al parámetro de la muestra que se les presenta como referencia. A continuación se les pide que asignen a las muestras a evaluar puntuaciones que sean múltiplo o submúltiplo de la puntuación de la muestra de referencia.
- **Medición de atributos sensoriales en relación al tiempo.** Se trata de una prueba muy importante ya que tiene como objetivo la estimación de la relación intensidad-tiempo para un determinado atributo. El tiempo que una sensación permanece una vez retirado el estímulo se denomina persistencia. Algunos atributos sensoriales como el gusto y sabor, así como ciertas características de la textura (aceitosidad) tienen una clara persistencia que es preciso determinar en algunos casos (desarrollo de una bebida baja en calorías: la persistencia del edulcorante es una característica de gran interés).
- **Determinación de perfiles sensoriales o pruebas de perfil.** Se emplean para evaluar conjuntamente las diferentes notas que componen un atributo complejo. Se suelen aplicar al análisis del sabor, del aroma y de la textura. Consisten en asignar puntuaciones a cada

nota sobre una escala gráfica de modo que para cada muestra se obtiene un trazo con un perfil característico.

1.8.5.3 Pruebas afectivas de acuerdo al CSIC

Son pruebas subjetivas en las que los jueces expresan su reacción particular ante un producto (si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si prefiere uno u otro). Las suelen realizar jueces consumidores (suelen requerirse al menos 30).

1.8.5.3.1 Tipos de pruebas afectivas

- **Pruebas de preferencia.** Se trata de conocer si el juez prefiere una muestra sobre otra. Se presentan dos muestras y se le pregunta al juez cual prefiere. Se incluye en el cuestionario un apartado de observaciones para que el juez explique, si lo desea, en que basa su elección. Los resultados se evalúan mediante tablas de significación estadística.
- **Pruebas de grado de satisfacción.** Se aplican cuando el número de muestras es mayor que 2 ó cuando se desea obtener mayor información sobre el producto. Se utilizan escalas hedónicas (miden sensaciones agradables y desagradables) que pueden ser verbales o gráficas.
 - ❖ Escalas hedónicas verbales. Los jueces describen la sensación que les produce la muestra entre las posibilidades que se le ofrecen en la escala. La escala más simple es la de tres puntos: me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta.
 - ❖ Escalas hedónicas gráficas. La descripción verbal se sustituye por la elección que los jueces realizan para cada muestra en una escala gráfica (caritas, fotografías) con puntuaciones equivalentes a las de la escala verbal.
- **Pruebas de aceptación.** Mide el deseo de una persona de adquirir un producto, además de su preferencia por él y su grado de satisfacción. Se realizan mediante cuestionarios complejos que contienen preguntas sobre el nivel socio-económico cultural del juez, además de la pregunta sobre su disposición de adquirir el producto evaluado.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano con características funcionales para consumidores potenciales de este tipo de producto.

2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

2.2.1 Objetivo particular 1

Realizar un estudio de mercado mediante la aplicación de encuestas a 100 personas consumidoras de este tipo de producto para conocer la viabilidad del desarrollo de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano.

2.2.2 Objetivo particular 2

Elaborar diferentes prototipos de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano en proporciones de 20%-80%, 30%-70%,40%-60% respectivamente y seleccionar mediante una prueba de ordenamiento con escala estructurada el prototipo que presente los mejores atributos sensoriales.

2.2.3 Objetivo particular 3

Analizar química y microbiológicamente el prototipo seleccionado del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano mediante técnicas oficiales para determinar la composición química, así como su aporte en fibra y minerales y garantizar además un producto higiénico.

2.2.4 Objetivo particular 4

Evaluar el grado de aceptación a consumidores potenciales de cereal mediante la aplicación de una prueba sensorial afectiva para determinar la viabilidad de su comercialización y su posible competencia en el mercado.

2.2.5 Objetivo particular 5

Seleccionar un envase que conserve las características del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano, así como elaborar una etiqueta con la información requerida de acuerdo a los lineamientos de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015) para su posible comercialización.

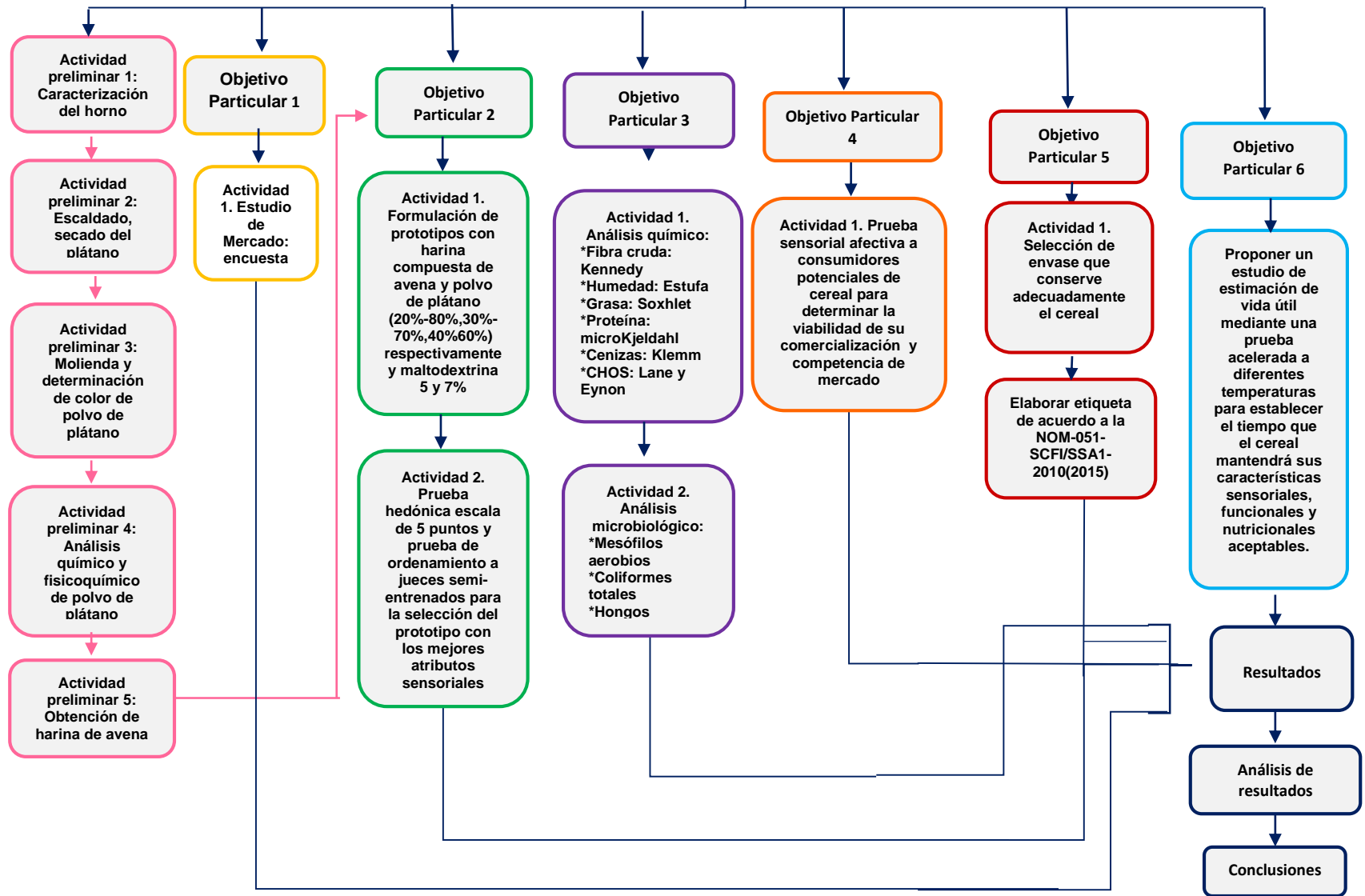
2.2.6 Objetivo particular 6

Proponer un estudio de estimación de vida útil para el cereal, a través de una prueba en condiciones aceleradas a tres temperaturas (25, 30 y 35C°), y por medio de la determinación de humedad como indicador de deterioro, pruebas sensoriales y análisis microbiológico, establecer el tiempo en el que éste mantendrá sus características sensoriales, nutricionales e higiénicas y garantizar su consumo.

2.3 CUADRO METODOLÓGICO

2.1 Objetivo General

Elaborar cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano que cumpla con características funcionales para consumidores potenciales de este tipo de producto.



2.4 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.4.1 Actividades preliminares

▲ Actividades preliminar 1: Caracterización del horno de secado.

Se colocaron 3 termómetros de 150°C dentro del horno de secado modelo HFD-48 (Figura 14), los termómetros se acomodaron en 3 secciones diferentes del horno (Figura 15). Esto se realizó para ubicar la zona donde la temperatura fuera constante y similar a la registrada en el termostato del horno.



Fig. No. 14 Horno de secado

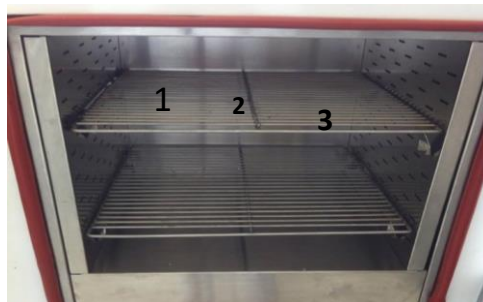


Fig.No.15 Acomodo de los termómetros en el horno

▲ Materia prima

Se empleó aproximadamente 1 kg de plátano verde (*Musa cavendishi*) variedad Chiapas, marca “Chava” proveniente de una tienda de autoservicio ubicada en Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Con un grado de madurez 1 y 2 de acuerdo a la escala de color de la Figura No.16, ya que conforme el plátano va madurando no solo cambia su color si no también que disminuye su contenido de almidón y aumentan los carbohidratos. Lo que se pretendió al trabajar con ese grado de madurez fue obtener un polvo de plátano con un alto porcentaje de almidón por ser un producto funcional

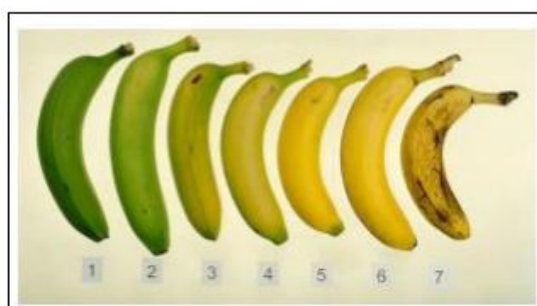


Figura No. 16 Cambios de color en la maduración del plátano (La Bioguía, 2017)

▲ Preparación de muestra

Se lavó el plátano entero y con cáscara por inmersión en una solución de cloro, posteriormente se retiró la cáscara y se cortaron las puntas de la parte inferior y superior con un cuchillo; se rebanó el plátano en un rayador horizontal previamente ajustado a un grosor de 0.02 cm para obtener rodajas.

▲ Actividad preliminar 2: Escalado y secado de plátano

Para el escaldado del plátano Chiapas se emplearon 3 antioxidantes: metabisulfito de sodio (MS), ácido ascórbico (AA) y ácido cítrico (AC) cada uno en diferentes concentraciones: MS 0.01%-AC 0.5%, MS 0.01%-AA 0.5% y MS 0.015%) a tres tiempos de inmersión cada uno (5, 7 y 10 minutos a 25°C). El secado del plátano previamente escaldado se realizó a dos temperaturas (60 y 65°C), originando así 18 tratamientos con un diseño factorial completo con tres factores. (Tabla No.5).

Tabla No. 5 Diseño estadístico de los tratamientos aplicados al plátano Chiapas para su secado.

Antioxidante	Temperatura °C	Tiempo de inmersión (min)
MS	60	5
MS-AC	60	7
MS-AA	60	7
MS-AA	65	10
MS-AC	60	10
MS-AA	65	7
MS-AA	60	5
MS-AA	60	10
MS	60	7
MS	65	5
MS-AC	65	10
MS	60	10
MS-AA	65	5
MS-AC	60	5
MS-AC	65	5
MS-AC	65	7
MS	65	7
MS	65	10

Para conocer cuál de los tratamientos era el óptimo para secar el plátano Chiapas, se realizó una curva de secado para determinar la velocidad de secado y pérdida de humedad de cada uno de los tratamientos. Se prepararon las 3 soluciones antioxidantes (Tabla No.6) y se colocaron 15 rodajas de plátano en cada uno de los 9 vasos de precipitado con solución antioxidante y se escaldó por 5, 7 y 10 minutos según correspondía. Una vez transcurrido el tiempo se drenó el líquido con ayuda de un colador de plástico y las rodajas se colocaron en charolas de acero inoxidable y se secaron en el horno a temperatura de 60°C hasta que la humedad final fuera cercana al 10%. Para la temperatura de 65°C se realizó lo mismo. Para obtener la curva de secado se tomó un testigo de cada uno de los tratamientos a 10 minutos de inmersión y se registró su peso inicial. Posteriormente se fue pesando la muestra testigo cada 30 minutos y se obtuvo la humedad correspondiente al peso. Por último se graficó la pérdida de humedad en función del tiempo.

Tabla No. 6 Concentración de antioxidantes

Antioxidante	Concentración (%)
ácido Ascórbico + metabisulfito	0.5-0.01
ácido cítrico + metabisulfito	0.5-0.01
metabisulfito	0.015

▲ Actividad preliminar 3: Molienda y determinación de color del polvo de plátano

Para seleccionar el mejor tratamiento en cuanto al color final del polvo de plátano, se obtuvieron 12 polvos, uno de cada tratamiento. Los polvos de plátano se obtuvieron siguiendo el mismo procedimiento (Figura No.17). Se molieron las rodajas de plátano ya secas tratamiento por tratamiento en un molino KRUPS 6X4100 y se tamizó el polvo proveniente de la molienda por un tamiz FICSA de malla No.60 (0.250mm). Cada uno de los polvos se colocó en una bolsa hermética de plástico y se etiquetó.

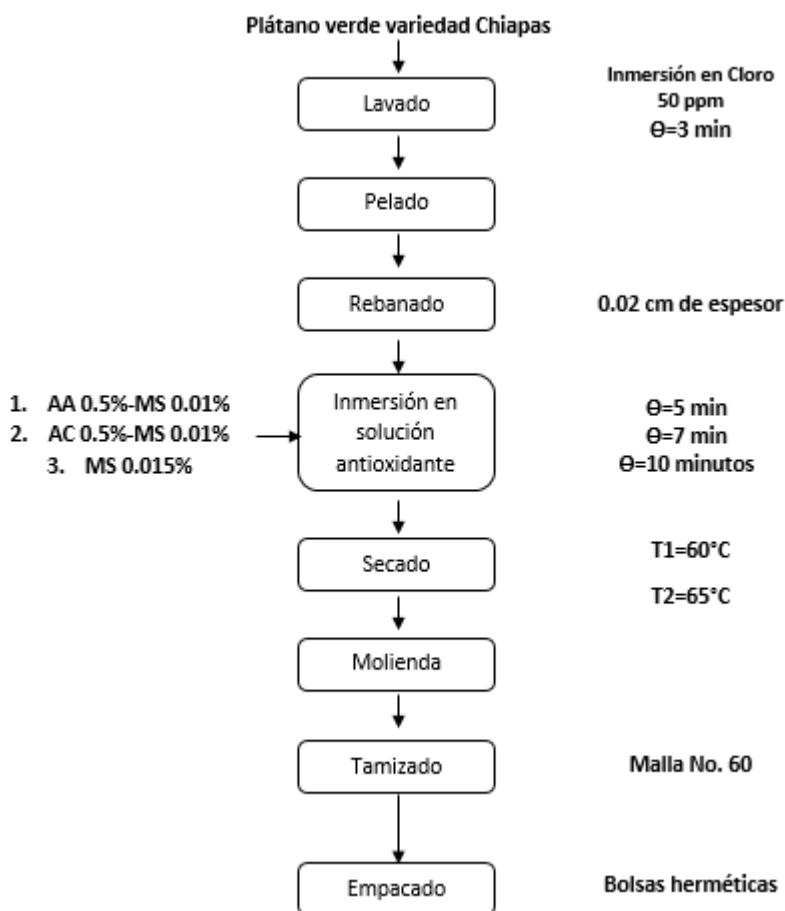


Figura No.17 Diagrama de flujo para la elaboración de polvo de plátano verde variedad Chiapas

Para la selección del tratamiento óptimo para elaboración de polvo de plátano sin presencia de un color desagradable por el proceso de oxidación natural del plátano, se realizó una prueba de diferencia total de color (ΔE) a la rebanada de plátano verde sin antioxidante y a los diferentes tratamientos de polvos. Se utilizó el programa ImageJ. Primero se tomó una rodaja de plátano verde Chiapas fresca sin antioxidante y se colocó en una caja petri, ésta se introdujo a una cámara iluminada con luz blanca, a la rodaja de plátano fresco y a cada uno de los polvos de plátano se le tomó una fotografía empleando una cámara digital. Se midieron parámetros RGB (red, green, blue) por medio del programa en por lo menos 5 puntos distintos de la muestra para obtener un promedio y posteriormente con un convertidor en línea ColorMine se cambiaron los valores RGB a CIE L^*a^*b (L^* (luminosidad 0=negro y 100=blanco), a^* (-a=verde, +a=rojo), b^* (-b=azul, +b=amarillo) de escala CIELAB para calcular la diferencia total de color. La determinación se realizó por triplicado.

Para determinar la diferencia total de color entre la pulpa del plátano verde y el polvo obtenido se utilizó la ecuación No. 1

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Ecuación No. 1 Diferencia total de color

Donde:

ΔL = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)

Δa = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)

Δb = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)

ΔE = diferencia total de color

➤ Rendimiento

El cálculo de rendimiento se realizó únicamente al plátano y al polvo proveniente del tratamiento previamente seleccionado y se calculó de la siguiente manera:

$$1. \%Rendimiento\ plátano = \left(\frac{Peso\ neto}{peso\ bruto} \right) * 100$$

Ecuación No. 2 Cálculo de rendimiento de plátano entero

$$2. \%Rendimiento\ polvo\ de\ plátano = \left(\frac{Peso\ producto\ seco}{peso\ producto\ humedo} \right) * 100$$

Ecuación No. 3 Cálculo de rendimiento de polvo de plátano

▲ **Actividad preliminar 4: Caracterización química y fisicoquímica del polvo de plátano**

Con el polvo de plátano obtenido como se indica en la actividad preliminar No. 3 se realizó un análisis químico: (humedad, ceniza, lípidos, proteína, fibra cruda y carbohidratos) y fisicoquímico: (acidez y pH) de acuerdo a las normas correspondientes.

ANÁLISIS QUÍMICO

▪ **Determinación de humedad: Estufa (Método 44-19 AOAC 2000)**

Los análisis se realizaron por triplicado para la determinación de humedad

Fundamento: El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante en estufa de aire caliente.

Equipo

- Estufa MAPSA Modelo HDP-334
- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470

Cálculo:

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente ecuación:

$$\%H = \left(\frac{P - P1}{P2} \right) * 100$$

Ecuación No. 4 Cálculo de humedad

Donde:

- P= peso de caja con muestra húmeda (g)
- P1= peso de caja con muestra seca (g)
- P2= peso muestra (g)

▪ **Determinación de cenizas: método Klemm: NMX-F-066-1978**

Los análisis se realizaron por duplicado para la determinación de cenizas

Fundamento: Se basa en la incineración de la muestra dando como resultado la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra.

Equipos

- Mufla BLUE M Modelo M25A-2A
- Estufa MAPSA Modelo HDP-334
- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470

Cálculo:

El porcentaje de cenizas se calcula con la siguiente ecuación:

$$\%Cenizas = \left(\frac{P1 - P}{P2} \right) * 100$$

Ecuación No. 5 Cálculo de cenizas

Donde:

- P=masa del crisol vacío (g)
- P1=masa de crisol con cenizas (g)
- P2= peso muestra (g)

▪ **Determinación de extracto etéreo: Método de Soxhlet NMX-F-089-S-1978**

Los análisis se realizaron por duplicado para la determinación de grasa

Fundamento: Es una extracción semicontinúa con disolvente donde una cantidad de disolvente rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez que dentro del Soxhlet. El líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida.

Equipos

- Equipo de extracción Soxhlet
- Estufa MAPSA Modelo HDP-334
- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470

Cálculo:

El porcentaje de grasa se calcula con la siguiente ecuación:

$$\%E. \text{ etéreo} = \left(\frac{P - P1}{M} \right) * 100$$

Ecuación No. 6 Cálculo de grasa

Donde:

- P=masa de matraz con grasa (g)
- P1=masa de matraz sin grasa (g)
- M=masa de muestra (g)

▪ **Determinación de nitrógeno total: Micro Kjeldahl Método 47.021.AOAC, 1984**

Los análisis se realizaron por duplicado para la determinación de nitrógeno total.

Fundamento: El método se basa en la determinación de la cantidad de nitrógeno contenido en productos alimentarios, compromete dos pasos consecutivos:

- a) La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.
- b) El registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra.

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoníaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La velocidad del proceso puede incrementarse adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición (sulfato de potasio) o por la adición de oxidantes (peróxido de hidrógeno, tetracloruro, persulfatos o ácido crómico) y por la adición de un catalizador.

Equipos

- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470
- Digestor Micro Kjeldahl Labconco Modelo 60300
- Destilador Micro Kjeldahl Figursa Modelo DMK-60

Cálculo

El porcentaje de nitrógeno total se calcula con la ecuación:

$$\%N_2 = \frac{(V)(N)(14.007)}{M} * 100$$

Ecuación No. 7 Cálculo de nitrógeno total

$$\%Proteina = \%N_2 * F$$

Ecuación No. 8 Cálculo de proteína

Donde:

- V: Volumen del ácido consumido (mL HCl 0.1 N)
- N: Normalidad del ácido de valoración (0.0168)
- 14.007: peso equivalente del N₂ (mg)
- M: masa de la muestra (mg)
- F: cantidad de N₂ contenido en 100 g de muestra (para el caso de harinas y cereales es de 5.7)
- **Determinación de carbohidratos Lane y Eynon NMX-F-312-1978**

Los análisis se realizaron por duplicado para la determinación de azúcares reductores.

Fundamento: Se hace reaccionar sulfato cúprico con azúcar reductor en medio alcalino, formándose óxido cuproso, el cual forma un precipitado rojo ladrillo. Este método utiliza azul de metileno como indicador, el cual es decolorado una vez que todo el cobre ha sido reducido, lo que indica el fin de la titulación.

Equipos

- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470

Cálculo

La muestra que se coloca para la cuantificación debe contener de 500mg de azúcares.

El porcentaje de azúcares reductores directos se calcula con la ecuación:

$$\%ARD = \frac{(F)(D)}{(G)(g)} * 100$$

Ecuación No. 9 Cálculo de azúcares reductores directos

El porcentaje de azúcares reductores totales se calcula con la ecuación:

$$\%ART = \frac{(F)(D)}{(G)(g)(aliquota)} * 100$$

Ecuación No. 10 Cálculo de azúcares reductores totales

Donde:

- F: Factor de azúcar invertido en base al gasto de sacarosa (0.0501 mg)

- D: Diluciones realizadas (mL/mL)
- G: Gasto del titulante (mL)
- g: Gramos de la muestra (g)

- **Determinación de Fibra cruda Kennedy:** NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos.

Los análisis se realizaron por duplicado para la determinación de fibra cruda

Fundamento

Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda.

Equipos

- Balanza analítica SAUTER Modelo GdbH D-7470
- Estufa MAPSA Modelo HDP-334
- Digestor de fibra marca LABCONCO

Análisis de datos.

El porcentaje de fibra cruda se calcula:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{(Ps - Pp) - (Pc - Pcp)}{M} \times 100$$

Ecuación No. 11 Cálculo de fibra cruda

Donde:

- Ps= masa en gramos del residuo seco a 130°C.
- Pp = masa en gramos de papel filtro.
- Pcp = masa en gramos de las cenizas del papel.
- M = masa de la muestra en gramos.
- Pc = masa en gramos de las cenizas.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

- **Determinación de pH: potenciómetro NMX-F-317-S-1978)**

Fundamento

El método a que esta Norma se refiere, se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

Equipos

- Potenciómetro Checker by HANNA

Análisis de datos

El equipo es de medición directa

- **Determinación de acidez titulable: NMX-F-102-S-1978**

Fundamento

Este método se basa en una titulación con una solución valorada de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador.

Calculo:

El análisis se realizó por duplicado para la determinación de acidez

La ecuación para calcular acidez es:

$$\%Acidez = \frac{V * N * F}{M} * 100$$

Ecuación No. 12 Cálculo de acidez

Donde:

- V=volumen gastado de NaOH (mL)
- N=Normalidad de NaOH (0.09)
- F=equivalentes de ácido predominante (miliequivalentes de ácido málico=0.06704)
- M=masa de muestra (g)

▲ Actividad preliminar 5: Obtención de harina de avena

Para la elaboración de harina de avena se utilizaron 400 g de hojuelas de avena comercial proveniente de una tienda de autoservicio de Cuautitlán Izcalli “marca” Granvita (Figura No.18). Se colocaron en un molino marca KRUPS6X4100 y se molió por 3 minutos, el polvo proveniente de la molienda se pasó por un tamiz malla No.60 marca “FICSA” (0.250mm). Por último se colocó la harina en una bolsa hermética de plástico. En la Figura. No.19 se muestra el diagrama de proceso para la obtención de harina de avena.



Figura No. 18 Avena comercial Granvita OATS AVENA

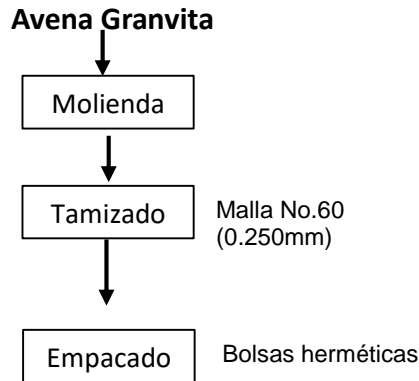


Figura No.19 Diagrama de proceso para obtención de harina de avena

2.4.1 OBJETIVO PARTICULAR No. 1

Actividad 1. Estudio de mercado

Para realizar el estudio de mercado del cereal de harina compuesta avena y polvo de plátano se desarrolló una encuesta de 11 preguntas. Ésta se realizó vía internet en la plataforma SurveyMonkey a 100 personas mexicanas de sexo edad, localidad y ocupación indistinta, los datos resultantes de dicha encuesta se trataron estadísticamente en la misma plataforma a través de gráficos de pastel. En la Figura No.20 se presenta la encuesta que se aplicó para el estudio de mercado.

ESTUDIO DE MERCADO PARA EL DESARROLLO DE CEREAL DE HARINA DE AVENA Y POLVO DE PLÁTANO

Sexo F__ M__ **Edad** _____ **Localidad** _____ **Ocupación** _____

1.- ¿Consume cereal?
Sí__ No__

2.- ¿Con qué frecuencia lo consume?
a) Diario b) 2-3 veces por semana c) 2-3 veces por quincena d) 2-3 veces por mes

3.- ¿Dónde acostumbra consumir cereal?
a) Casa b) Trabajo c) Escuela d) Restaurante

4.- ¿En qué tamaño prefiere la presentación de este producto?
a) Chico b) Mediano c) Familiar d) Jumbo

5.- ¿Qué presentación prefiere?
a) Caja b) Bolsa c) Bote

6.- ¿En qué lugar acostumbra adquirir cereal?
a) Tienda de autoservicio b) Tienda de conveniencia c) Tienda naturista d) Tiendita de la esquina

7.- ¿Conoce alguna marca de cereal sin gluten?
Sí__ No__

8.- ¿Le interesa probar un nuevo cereal de harina de avena y polvo de plátano?
 Me interesa___ No me interesa___

9.- ¿Influye en su compra el color del empaque?
 Sí___ No___

10.- Si respondió sí, ¿qué color prefiere?
 a) Amarillo-verde b) Verde-blanco c) Beige-verde

11.- ¿Qué otro tipo de producto elaborado con harina de avena y polvo de plátano consumirías además de cereal?
 a) Pan de caja b) Galletas c) Barra d) Atole

Figura No.20 Encuesta para el estudio de mercado

2.4.2 OBJETIVO PARTICULAR No. 2

Actividad 1. Desarrollo de prototipos

Para el desarrollo de prototipos de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano se realizó un diseño estadístico factorial completo con 2 factores; variando la concentración de harina de avena y polvo de plátano (20%-80%, 30%-70%, 40%-60%) respectivamente y la concentración de maltodextrina (5 y 7%), originando así 6 prototipos como se observa en la Tabla No.7.

Tabla No. 7 Diseño estadístico para los diferentes prototipos de harina compuesta de avena y polvo de plátano.

Prototipo	Harina compuesta %	maltodextrina %
429	Harina de avena 20%-polvo de plátano 80%	5
198	Harina de avena 30%- polvo de plátano 70%	5
563	Harina de avena 40%- polvo de plátano 60%	5
241	Harina de avena 20%-polvo de plátano 80%	7
305	Harina de avena 30%- polvo de plátano 70%	7
803	Harina de avena 40%- polvo de plátano 60%	7

En la Figura No. 21 se presenta el procedimiento estandarizado para la elaboración de prototipos

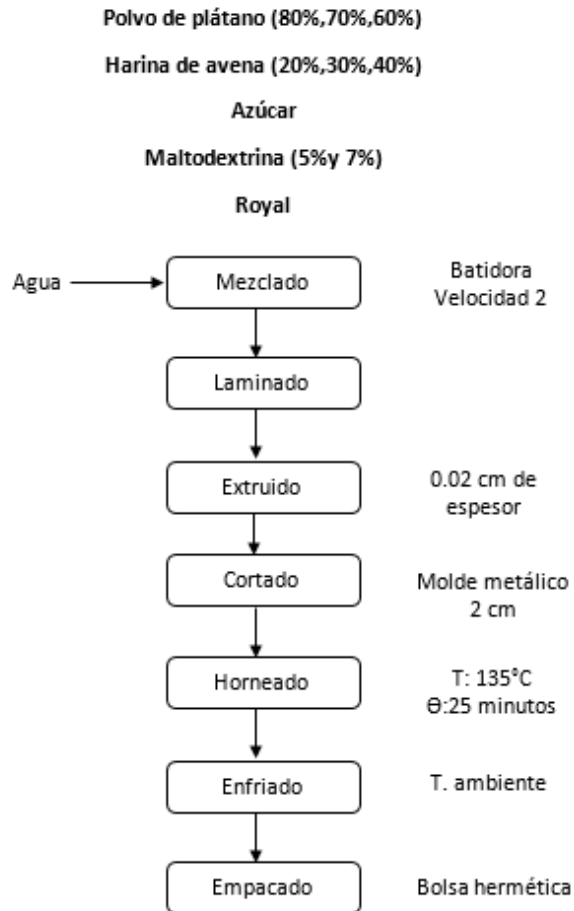


Figura No. 21 Diagrama de proceso para la elaboración de prototipos de cereal

Se realizaron los cálculos para cada ingrediente y se procedió a elaborar la mezcla para el cereal.

Tabla No.8 Formulaciones de los prototipos de cereal

Ingrediente	CÓDIGO					
	g/100g					
	429	198	563	241	305	803
Polvo de plátano	44	38.5	33	44	38.5	33
Harina de avena	11	16.5	22	11	16.5	22
Azúcar	19	19	19	17	17	17
Royal	0.52	0.52	0.52	0.64	0.64	0.64
Maltodextrina	5.27	5.27	5.27	7.36	7.36	7.36

Para obtener la masa para el cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano, se pesaron todos los ingredientes, (Tabla No.8) y se colocaron en una batidora marca "KitchenAid" Modelo

K4SSS con 30 mL de agua y se mezclan por 5 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo se retiró la mezcla y se realizó un amasado durante 1 minuto. Posteriormente dicha masa se lamino con un rodillo de madera a modo que ésta quedara plana, la masa se pasó a través de un extrusor de acero inoxidable marca "MARCATO ATLAS" Modelo 150 y se ajustó el grosor del laminado al No. 6. La masa moldeada se colocó en una superficie plana limpia y se cortó con un molde metálico de aproximadamente 2 cm de diámetro, posteriormente se acomodó en una charola de acero inoxidable, la cual se colocó en un horno a 135°C por 25 minutos.

Una vez transcurrido el tiempo se retiró del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente por 3 minutos. Por último cada prototipo se almacenó en bolsas de plástico herméticas previamente etiquetadas.

Actividad No. 2. Evaluación sensorial de los prototipos del cereal desarrollado

Una vez elaborados los prototipos se realizó una evaluación sensorial a través de dos pruebas:

1. Prueba sensorial de ordenamiento con escala estructurada evaluando: color, sabor textura y olor.
2. Prueba de aceptación por ordenamiento: escala de 1 a 6 donde 1 es el que gusta más y 6 el que menos gusta.

La prueba sensorial se realizó a 31 jueces de entre 20 y 25 años de edad de sexo femenino y masculino estudiantes de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, para seleccionar el prototipo con los mejores atributos sensoriales. Se seleccionaron jueces semientrenados, estudiantes de la carrera Ingeniería en Alimentos, se consideraban semientrenados si tenían conocimientos de evaluación sensorial y además eran consumidores potenciales de este tipo de productos. Para llevar a cabo las pruebas sensoriales se etiquetó cada muestra con un código (Tabla No.8) los prototipos se colocaron en un plato de plástico con su respectivo código de manera ordenada (Figura No. 22). A cada juez se le proporcionó un cuestionario (Figura No.23).



Figura No. 22 Acomodo de prototipos para prueba sensorial

EVALUACION SENSORIAL DE CEREAL PARA DESAYUNO

Nombre: _____ Edad _____ Fecha _____

Instrucciones: Frente a usted se presentan 6 muestras codificadas de CEREAL DE HARINA COMPUESTA DE AVENA Y POLVO DE PLATANO, observe y pruebe cada una de ellas e indique el grado en el que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje en cada categoría. Enjuague su boca con agua después de probar cada muestra.

Puntaje	Categoría
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta, ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

CÓDIGO	Atributo			
	Sabor	Textura	Color	Olor
429				
198				
563				
241				
305				
803				

De las muestras que probó anteriormente asigne el valor de 6 a la muestra que más le agrada y así sucesivamente hasta el valor 1 a la muestra que menos le agrada. No asigne el mismo rango a dos muestras.

Código	Rango asignado
429	
198	
563	
241	
305	
803	

COMENTARIOS

¡Gracias por su participación!

Figura No.23 Cuestionario de la evaluación sensorial para el cereal

Para el tratamiento de resultados se utilizó el programa MINITAB realizando un promedio de cada muestra por juez para ambas pruebas, obteniéndose 4 gráficas de caja de las primer prueba y un gráfico de barras de la segunda, como factor de respuesta se consideraron los valores más bajos como los mejores para ambas pruebas.

2.4.3 OBJETIVO PARTICULAR No.3

Actividad 1. Análisis químico de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

Al prototipo seleccionado de cereal de las pruebas sensoriales se le realizaron las mismas pruebas químicas que se realizaron al polvo de plátano (Tabla No.9) y análisis microbiológico. Para obtener la muestra para el análisis se tomaron a próximamente 100 gramos de cereal y se trituraron en un mortero de porcelana hasta obtener un polvo. El polvo se colocó en una bolsa hermética etiquetada.

Tabla No.9 Determinación de propiedades químicas para las hojuelas de cereal para desayuno de harina compuesta avena y polvo de plátano.

Análisis químico		
Componente	Técnica o instrumento	Ecuación
Humedad	Estufa (Método 44-19 AOAC 2000)	$\%H = \left(\frac{P - P1}{P2} \right) * 100$
Proteína	Micro Kjeldahl (Método 47.021.AOAC, 1984)	$\%N = \frac{(v)(N)(PMN)}{M} * 100$ $\%(N) * (\text{factor}) = \% \text{Proteína cruda}$
Lípidos	Soxhlet (Método NMX-F-089-S-1978)	$\%E. \text{etéreo} = \left(\frac{P - P1}{M} \right) * 100$
Fibra cruda	Kennedy (NMX-F-090-S-1978)	$\% \text{Fibra cruda}$ $= \frac{(Ps - Pp) - (Pc - Pcp)}{M} * 100$
Cenizas	Klemm (NMX-F-066-1978)	$\% \text{Cenizas} = \left(\frac{P1 - P}{P2} \right) * 100$
Carbohidratos	Lane y Eynon (NMX-F-312-1978)	$ARD = \frac{(F)(D)}{(G)(g)} * 100$ $ART = \frac{(F)(D)}{(G)(g)(\text{aliquota})} * 100$

Actividad 2. Análisis microbiológico al cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

Mohos y levaduras (NOM-111-SSA1.1994)

Fundamento: El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

3 Medio de cultivo: Agar papa dextrosa

Bacterias Aerobias en placa (NOM-092-SSA1-1994)

Fundamento: Consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

4 Medio de cultivo: Agar Triptona-Extracto de Levadura (agar para cuenta estándar).

Coliformes Totales (NOM-113-SSA1-1994)

Fundamento: El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

5 Medio de cultivo: Agar-rojo- violeta-bilis-lactosa (RVBA)

Para las tres pruebas microbiológicas se utiliza el mismo equipo y se lleva a cabo de la misma manera.

Equipo

6 Autoclave Presto Steele Modelo 21

7 Incubadora con termostato GCA Corporation Modelo 4

Preparación y dilución de las muestras de alimentos para su análisis microbiológico (NOM-110-SSA1-1994).

Fundamento: Se basa en la preparación de diluciones primarias, para obtener una distribución lo más uniforme posible de los microorganismos presentes en la porción de muestra.

El conteo de colonias de las pruebas microbiológicas se realiza a las 48 horas excepto en Mohos y levaduras, este se realiza a las 120 horas. Para el conteo se visualizan las cajas con los cultivos y se cuenta el número de colonias y se multiplica por el inverso de la dilución.

Expresión de resultados

En las NOM-092-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994 y NOM-113-SSA1-1994 ya antes mencionadas se indican cómo expresar los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas, el conteo para cada una de las pruebas se realiza de igual forma. Para la selección de las cajas que se toman en cuenta para los cálculos es muy importante para la confiabilidad de los resultados. En el anexo No.1 se especifican las reglas generales para seleccionarlas, no hay que olvidar que la selección de cajas obedece a distintos criterios:

- Lógicos (elegir las que están en rango).
- Estadísticos (considerar los duplicados y el mayor número posible de datos).
- Funcionales (a falta de datos representativos, tomar los mejores disponibles).

Cálculo:

$$1. \text{ Factor Decimal de Dilucion (FDD)} = \frac{1F}{D} = \frac{1000}{1} = 1000$$

$$2. \frac{UFC}{g} = N^{\circ} \text{ Colonias contadas} * FDD / \text{Volumen de siembra}$$

Para reportar se realiza de la siguiente forma: **(M.O)** ___ en placa en ___ **(Medio de cultivo)** ___ incubadas por ___ h. a ___ °C: ___ UFC / g (ó /mL) de muestra.

Sustituir el tipo de microorganismo cuantificado (moho, levadura, bacterias aerobias y coliformes totales según corresponda así mismo el medio de cultivo correspondiente anotando el tiempo y la temperatura. Si se analizó un alimento para el cual existe norma y existe especificación sobre el grupo estudiado, incluir en el reporte si el alimento cumple o no con la norma.}

7.4.1 OBJETIVO PARTICULAR No. 4

Actividad 1. Evaluación sensorial del cereal desarrollado con respecto a cereales comerciales

Para realizar la prueba afectiva del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano se eligieron 4 cereales comerciales semejantes en cuanto a ingredientes y características del cereal desarrollado, a los cuales se les asignó un código numérico con el fin de evitar la preferencia por alguna de sus marcas comerciales (Tabla No. 10).

Tabla No. 10 Códigos de muestra para la prueba sensorial afectiva

Código	Marca de Cereal
429	Cereal desarrollado
611	All Bran
241	Corn Pops
750	Corn Flakes
180	Quaker Integral



Figura No.24 Acomodo de cereales para prueba sensorial afectiva

Al prototipo seleccionado y analizado en de la prueba sensorial anterior, se le sometió a una segunda prueba sensorial de tipo afectiva para conocer si el cereal competía en el mercado contra marcas comerciales. Para ello se realizaron 30 encuestas (Figura No.25) a jóvenes entre 13-15 años de una Escuela Secundaria Oficial del Estado de México, debido a que son consumidores potenciales de este tipo de productos, en la evaluación sensorial se evaluaron dos aspectos:

1. Preferencia por atributos (Sabor, textura y apariencia).
2. Aceptación por ordenamiento.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE CEREAL

Nombre: _____ Edad _____ Fecha _____

Instrucciones: Frente a usted se presentan 5 muestras codificadas de DIFERENTES CEREALES PARA DESAYUNO, pruebe cada una de ellas y señale en el cuadro indique el grado en el que le gusta o disgusta cada atributo de acuerdo a la carita que corresponda su reacción

Por favor enjuague su boca con agua entre cada uno de las muestras.



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

CÓDIGO	Atributo		
	Sabor	Textura	Apariencia
429			
611			
241			
750			
180			

De las muestras que probo anteriormente asigne el valor de 1 a la muestra que más le agrade y así sucesivamente hasta el valor 5 a la muestra que menos le agrade. No asigne el mismo rango a dos muestras.

Código	Rango asignado
429	
611	
241	
750	
180	

COMENTARIOS: _____

¡Gracias por su participación!

Figura No.25 Encuesta sensorial afectiva

El tratamiento de datos se realizó en el programa MINITAB realizando un promedio del dado puntaje por los jueces a cada atributo, se consideraron los promedios más altos como óptimos.

2.4.6 OBJETIVO PARTICULAR NO. 5

Actividad 1. Envasado y etiquetado de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

Para el diseño del envase para el cereal desarrollado se tomaron en cuenta los criterios evaluados en el estudio de mercado, los cuales son: la preferencia de color en el empaque, tamaño y el tipo de envase a utilizar.

Cabe mencionar que para la selección del envase también se tomaron en cuenta las características propias del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano (forma, tamaño, volumen, fragilidad, composición química, etc.).

Se seleccionaran dos envases uno primario y uno secundario con el fin de proteger y mantener las características del producto durante su almacenamiento.

El etiquetado del cereal se realizó en base a los criterios establecidos en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2015).

2.4.7 OBJETIVO PARTICULAR No.6

Actividad 1. Estimación de vida útil

En cuanto a la estimación de vida útil del cereal desarrollado únicamente se estableció una propuesta debido a que esta prueba en cereales se lleva a cabo en periodos de tiempo prolongados ya que al ser productos de baja humedad no se deterioran rápidamente y tiene una larga vida de anaquel.

La propuesta sería emplear una prueba acelerada a tres temperaturas (25,30 y 35°C) cada 15 días hasta por 90 días empleando la humedad como indicador de deterioro debido a que es producto seco.

Una vez cuantificada dicha humedad en los días correspondientes se propone realizar pruebas sensoriales y análisis microbiológico al producto para conocer y establecer el tiempo en el que el cereal mantendrá sus características sensoriales y nutricionales aptas para el consumo, con el fin de garantizar la calidad sanitaria del producto final durante su almacenamiento.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES.

Actividad preliminar 1: Caracterización del horno

En la Tabla No.11 se muestran las temperaturas registradas por el termostato del horno de secado en comparación con las marcadas por el termómetro en las diferentes zonas. Se observa claramente que la zona que mantiene más constante la temperatura en comparación con la que registra el termostato es la zona del termómetro 1. Por lo que el secado del plátano Chiapas se llevó a cabo en la zona seleccionada. Se realizó a temperatura de 60°C ya que la recomendada para deshidratar plátano se encuentra en un intervalo de 60-65°C (Alvi et al 2013).

Tabla No. 11 Temperaturas registradas en el horno de secado en comparación con termómetros.

Tiempo (h)	Temperatura Registrada por el horno (°C)	Temperatura marcada termómetro (°C)		
		T1	T2	T3
11:34	59.6	60	56	55
12:23	60	61	59	55
1:34	60	61	57	58
2:34	60	60	59	57

Actividad preliminar 2: Escaldado y secado de plátano

El escaldado previo al secado es importante, ya que el proceso acelerado de oxidación que sufre el plátano es muy notorio, y si no se inhibiera el producto sería de aspecto desagradable, esto se puede observar claramente con la comparación de la rodaja recién cortada (Figura No.26) y las rodajas de plátano secas ambas a 0.02 cm de espesor con y sin aplicación de un antioxidante (Figura No.27).



Fig.No.26 Rodaja de plátano recién cortada



Fig. No.27 Plátano con y sin antioxidante

En las Tablas No. 12 y 13 se presentan los resultados correspondientes de la curva de secado que se obtuvieron de cada tratamiento aplicado para el secado del plátano Chiapas. Con una temperatura

de secado de 60°C el porcentaje de humedad más bajo se obtiene con el tratamiento de metabisulfito de sodio a 10 minutos de inmersión, que alcanzó una humedad final de 12.66% en 4 horas, por otro lado a una temperatura de secado de 65°C, el porcentaje de humedad más bajo se obtuvo en el tratamiento con mezcla de metabisulfito de sodio y ácido ascórbico a 10 minutos de inmersión que alcanzó una humedad final de 10.26% en 3 horas.

Tabla No.12. Pérdida de humedad secando a 60°

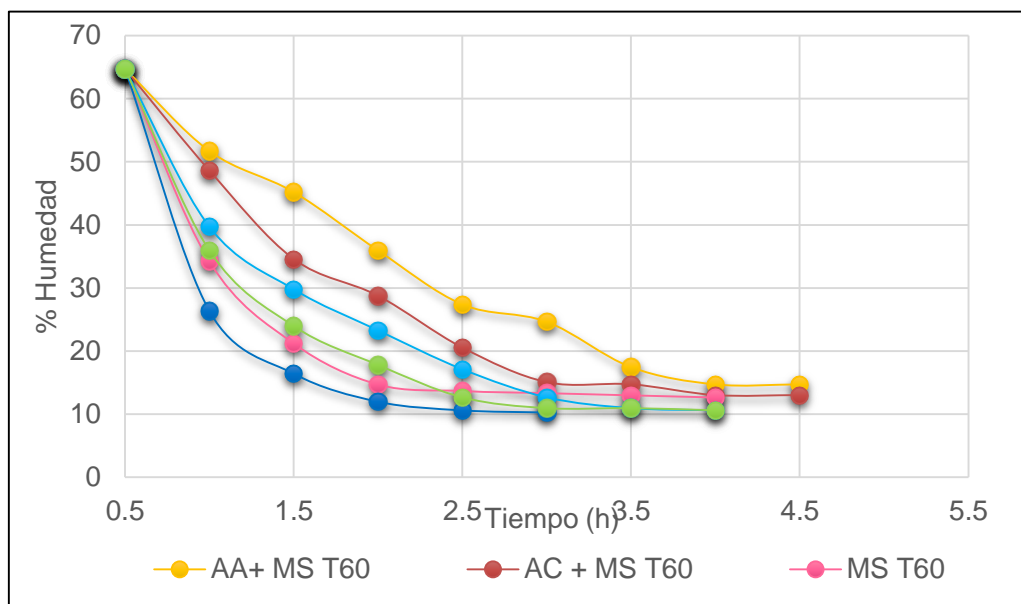
Humedad inicial %	Tiempo	Temperatura de 60°C					
		AA+ MS		AC+ MS		MS	
		Peso	% Humedad	Peso	% Humedad	Peso	% Humedad
64.7	0.5	1.89	64.7	1.88	64.7	1.93	64.7
	1	1.51	51.6915	1.42	48.6105	1	34.2328
	1.5	1.32	45.1873	1.01	34.5157	0.62	21.2243
	2	1.05	35.9444	0.84	28.7555	0.43	14.7201
	2.5	0.8	27.3862	0.6	20.5396	0.4	13.6931
	3	0.72	24.6476	0.44	15.0624	0.39	13.3507
	3.5	0.51	17.4587	0.43	14.7201	0.38	13.0084
	4	0.43	14.7201	0.38	13.0084	0.37	12.6661
	4.5	0.43	14.7201	0.38	13.0084		

Tabla No.13. Pérdida de humedad secando a 65°C

Humedad inicial (%)	Tiempo	temperatura de 65°C					
		AA+ MS		AC+ MS		MS	
		Peso	% Humedad	Peso	% Humedad	Peso	% Humedad
64.7	0.5	1.21	64.7	1.45	64.7	1.35	64.7
	1	0.77	26.3592	1.16	39.7100	1.05	56.1446
	1.5	0.48	16.4317	0.87	29.7825	0.7	37.4297
	2	0.35	11.9814	0.68	23.2783	0.52	27.8049
	2.5	0.31	10.6121	0.5	17.1164	0.37	19.7842
	3	0.3	10.2698	0.37	12.6661	0.32	17.1107
					0.32	10.9544	0.32

En la Grafica No.2 se presentan las curvas de secado de plátano con los diferentes tratamientos aplicados a dos temperaturas de secado (60y 65°C). Sin olvidar que la humedad que se deseaba alcanzar era del 10%; se observó que el tratamiento más eficiente para esto fue el realizado con la

mezcla de metabisulfito de sodio y ácido ascórbico, a una temperatura de 65°C (línea azul marino), ya que se alcanzó la humedad deseada (10.26%) en un menor tiempo comparado con los demás tratamientos.



Gráfica No. 2 Pérdida de humedad en función del tiempo

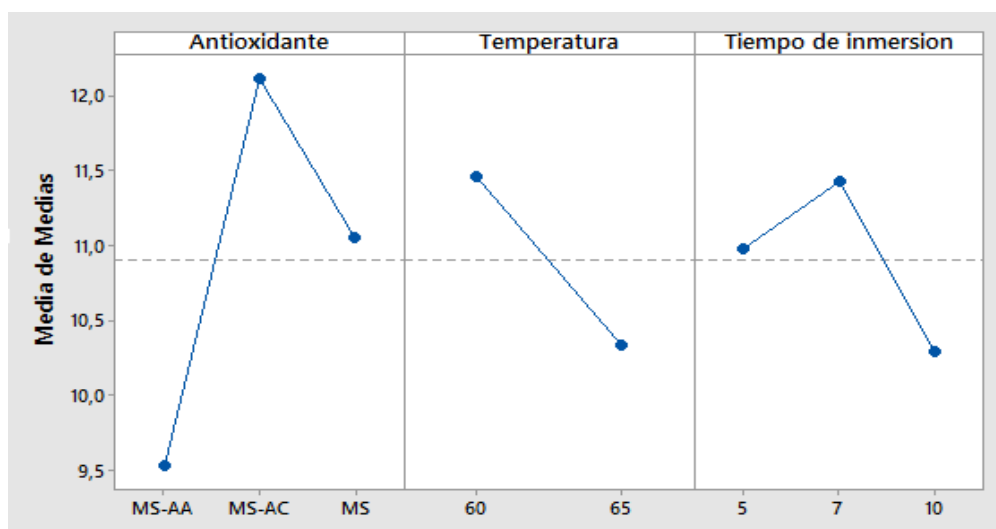
Actividad preliminar 3: Determinación de color de polvo de plátano.

En la Tabla No. 14 se observan los resultados de la diferencia total de color (ΔE) de cada uno de los tratamientos, y se aprecia que el valor más bajo lo presentó el tratamiento con mezcla de metabisulfito de sodio y ácido ascórbico a 10 minutos de inmersión secado a 65°C comparado con los demás tratamientos.

Tabla No. 14. Tabla de diferencia total de color

Antioxidante	Diferencia total de color ΔE	
	60°C	65°C
Sin antioxidante	9.005	12.617
AC+MS 5min	12.097	10.888
AC+MS 7min	13.694	12.213
AC+MS 10min	12.035	11.845
AA+MS 5min	8.8770	9.841
AA+MS 7min	10.123	10.464
AA+MS 10min	10.217	*7.670
MS 5 min	13.390	10.811
MS 7 min	11.403	10.709
MS 10 min	11.425	8.627

Tomando en cuenta que se consideraron los valores más bajos como mejores, debido a que estos son el resultado de la diferencia total de color final del polvo de plátano con respecto a la rodaja de plátano fresco, ya que lo que se pretendió con este análisis fue seleccionar el tratamiento que durante el proceso de secado no cambiara drásticamente el color final del polvo. Se puede observar claramente en la gráfica de efectos medios (Grafica No.3), obtenida del análisis estadístico realizado en el programa MINITAB, que el tratamiento que presentó los valores más bajos o la menor diferencia total de color (ΔE) del polvo de plátano es el realizado con la mezcla de antioxidante metabisulfito de sodio 0.01% (MS) y ácido ascórbico 0.5%- (AA), en un tiempo de inmersión de 10 minutos a temperatura de 65°C, resultado que concuerda con el estudio de conservación de plátano verde aplicando diferentes mezclas de antioxidantes con metabisulfito, ácido cítrico y ácido ascórbico de Aguilar y Bustamante en 2007. Los antioxidantes utilizados son los más recomendados para inhibir el efecto antioxidante en frutos (FAO, 2010); ya que disminuyen la actividad de la enzima polifenol oxidasa, por lo que el tratamiento anteriormente mencionado fue el óptimo para retrasar el efecto antioxidante en plátano verde variedad Chiapas (*Musa cavendishii*):



Grafica No.3 Efectos medios principales para medias en base al color

En la Figura No. 28 se confirma que el tratamiento que presentó el color más claro (menor cambio de color) en comparación es el anteriormente mencionado.



Figura No.28 Polvos de plátano con la menor diferencia de color

Rendimiento del polvo de plátano

Tabla No. 15 Rendimiento del polvo de plátano

	Peso (g)	Rendimiento de polvo de plátano %
Plátano con cáscara	756.12	41.10
Pulpa de plátano	585	
Polvo de plátano	240.45	

De acuerdo a la Norma IRAM 15854, un rendimiento de 50% es un valor aceptable, como se observa en la Tabla No. 15 el valor obtenido de rendimiento de polvo de plátano con respecto a la pulpa fue de 41.10%, a pesar de ser un valor menor al aceptado por la norma se acepta, debido a que pudieron haber factores que afectaron este valor, entre ellos se encuentra el tamaño de la malla del tamiz. Otro de los factores es que únicamente se utilizó la pulpa del plátano sin cáscara y ésta por sí sola pesa de 200 a 250 gramos, un valor que es importante si se considera como pérdida ya que la cáscara se retira antes del secado del plátano.

Actividad preliminar 4: Análisis químico y fisicoquímico de polvo de plátano.

Los resultados obtenidos del análisis químico y fisicoquímico del polvo de plátano se muestran en las Tablas No. 16 y 17

Tabla No. 16 Comparación de la composición química de polvo de plátano con la bibliografía

Componente	Experimental			Teórico	
	\bar{x} g/100g	σ	C.V %	Soto 2010 g/100g	Espitia 2013 g/100g
Humedad	10.77	0.21	1.96	9.45	9.85
Proteína	2.31	0.11	5.14	3.32	2.40
Lípidos	3.07	0.19	6.43	2.45	0.36
Fibra cruda	2.34	0.11	4.83	1.65	0.88
Ceniza	2.015	0.11	5.49	2.10	2.10
Carbohidratos	78.49	0.91	6.58	81.03	84.42

	\bar{x}	Montes 2013	σ	C.V
pH	5.43	5.45	0.0.2	0.39
Acidez	0.25 %	0.17 %	0.01	5.11

Tabla. No 17 Propiedades fisicoquímicas del polvo de plátano

Estadísticamente tener un C.V por debajo del 10% y una desviación estándar menor a 1 denota que un experimento se está realizando correctamente (Montgomery, 1969). En las Tablas No. 16 y 17 se observa que ninguna de las determinaciones supera estos valores, por lo que los resultados obtenidos se aceptan y son confiables.

Para el caso de fibra cruda, en el que el valor teórico (1.65) es menor al experimental (2.34), se debe a que el tamizado del polvo de plátano se realizó en un tamiz mayor al de malla No.60 y esto retuvo mayor cantidad de fibra.

De acuerdo a Winarmo (2013), los valores de humedad que son seguros para el polvo de plátano deben ser <12% para prevenir el crecimiento de hongos. La humedad obtenida fue de 10.77 y no existe una diferencia significativa con el reportado.

Cabe mencionar que la variación del contenido de nutrientes especialmente en frutos climatéricos como el plátano varía en función de la especie cultivada, el estado de madurez (Tabla No. 14, pág. 51), las características de suelo, climatología y prácticas agrícolas. (Foster et. al, 2003) y (Wall, 2006). Para el caso del análisis fisicoquímico del polvo de plátano se observa en la Tabla No.17 que el valor obtenido de pH de 5.41 no tiene una diferencia significativa con respecto al valor teórico de 5.5, al igual que el valor de acidez. Además este parámetro sirve para confirmar el estado de madurez en el que se encontraba el plátano en este caso es el 2 y este grado de madurez permite llevar a cabo el proceso de elaboración de polvo de plátano.

Tabla No.18. Acidez y pH del plátano Chiapas verde

	Estado de madurez	pH	Acidez titulable (g/100mL)
Plátano Chiapas verde	1	5.62+-0.11	0.13+-0.02
	2	5.45+-0.12	0.17+-0.01
	3	5.23+-0.08	0.19+-0.01
	4	5.05+-0.09	0.22+-0.01
	5	4.93+-0.03	0.25+-0.00
	6	4.46+-0.04	0.28+-0.01
	7	4.29+-0.02	0.28+-0.02

(Torres, 2013)

3.2 OBJETIVO PARTICULAR No. 1

Actividad 1. Estudio de mercado

Los resultados del estudio de mercado aplicado a 100 personas vía internet; 55 mujeres y 45 hombres entre 16 y 73 años, fueron los siguientes:

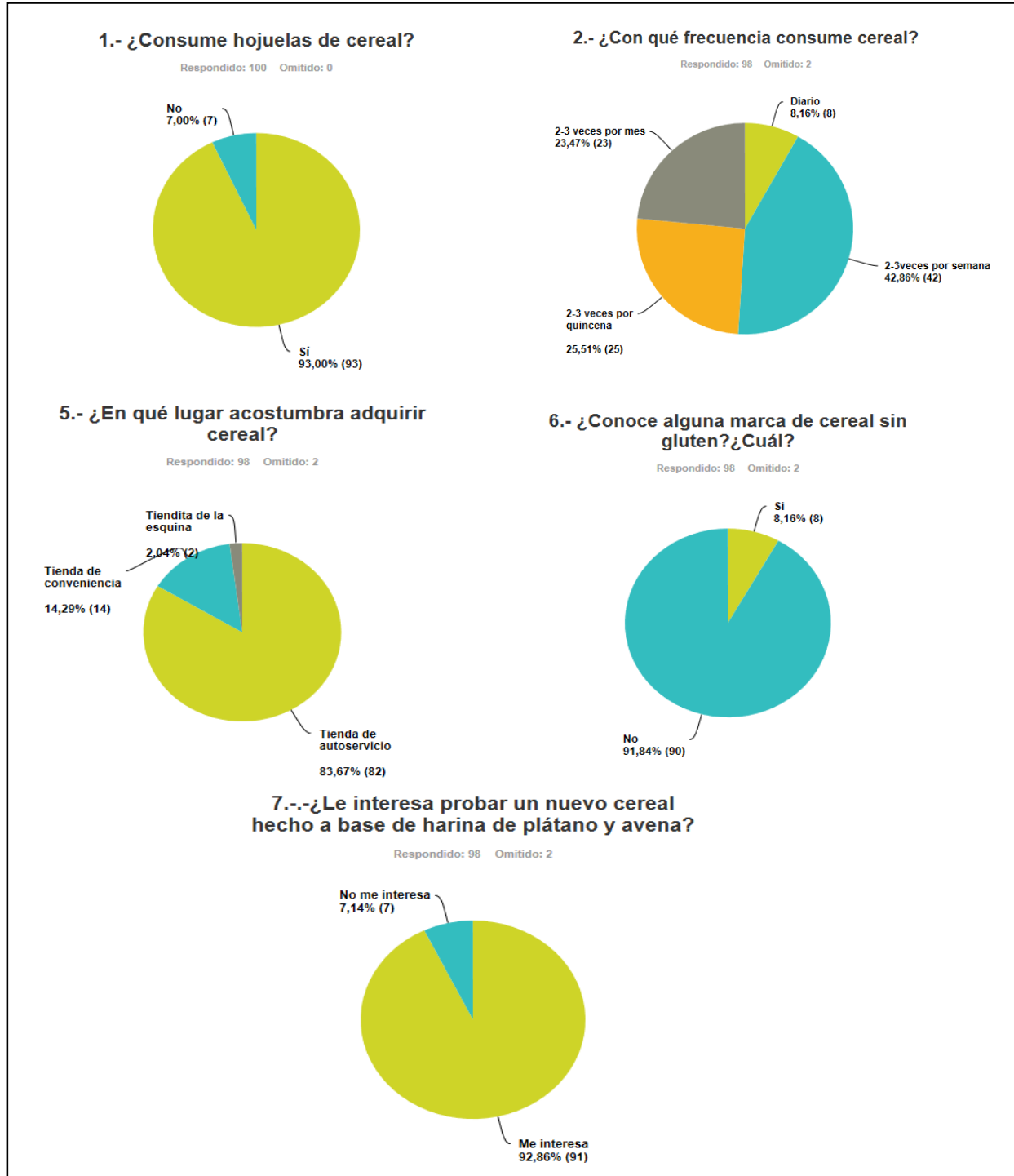


Figura No.27 Resultados del estudio de mercado

Como puede observarse en la Figura 29 los resultados de estudio de mercado más del 90% de los encuestados consumen cereal para desayuno y ese mismo porcentaje está interesado en probar el cereal desarrollado.

La frecuencia de consumo principalmente es de 2 a 3 veces por semana y principalmente lo adquieren en tiendas de autoservicio.

La pregunta No.6 fue enfocada a un cereal libre gluten, ya que inicialmente el cereal estaba destinado a personas celiacas. Esto no se realizó así debido a que el cereal contiene avena y ésta no puede ser consumida por celiacos al contener glutenina, una proteína de gluten, para el cereal que se desarrolló se utilizó avena comercial libre de gluten como se especificaba en la etiqueta.

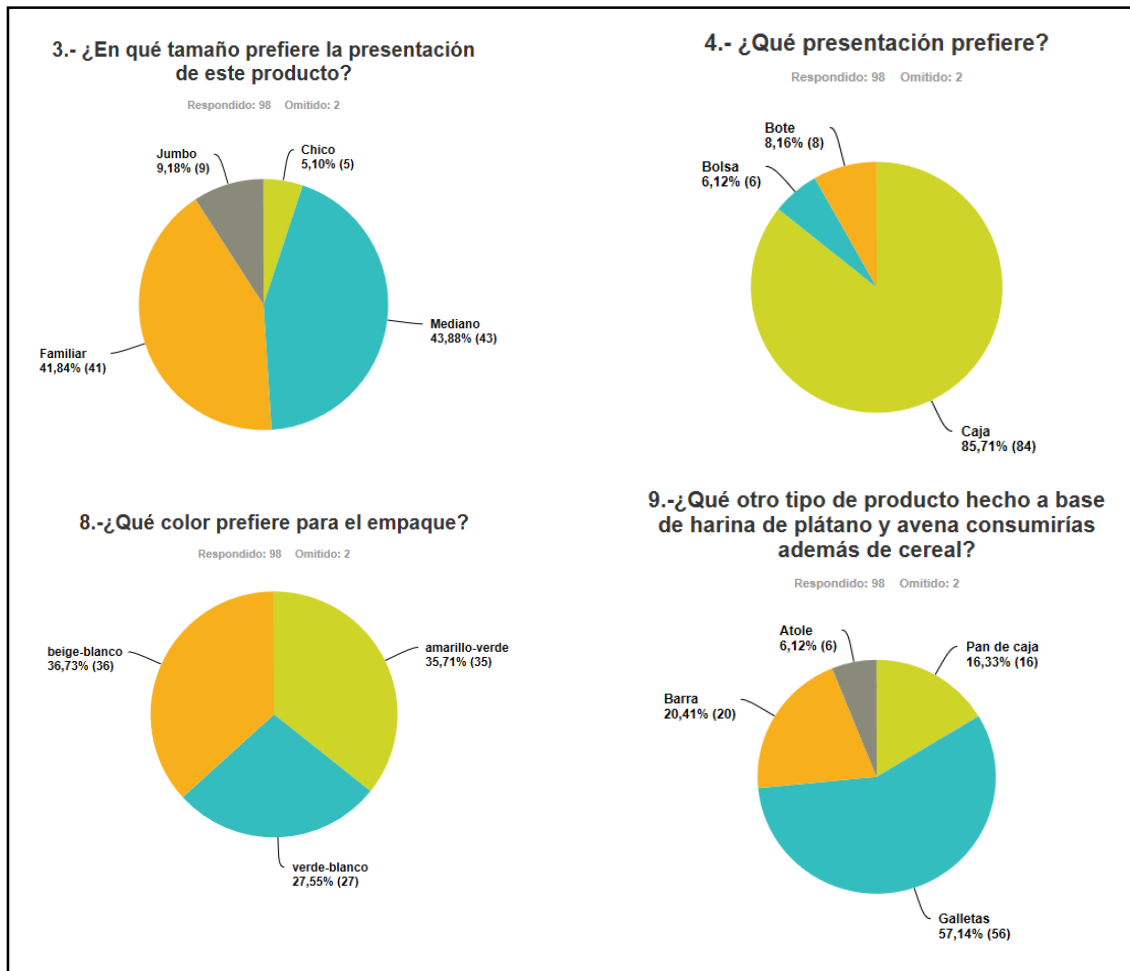


Figura No.27 Resultados del estudio de mercado

Algunas de las preguntas del estudio, sirvieron para la elaboración del envase, refiriéndose a color, tamaño y presentación.

Más del 85% de los encuestados, prefirió una presentación en caja, de tamaño mediano (aproximadamente 340-420 gramos) y en cuanto al color de empaque la mayoría prefirió una combinación beige-blanco.

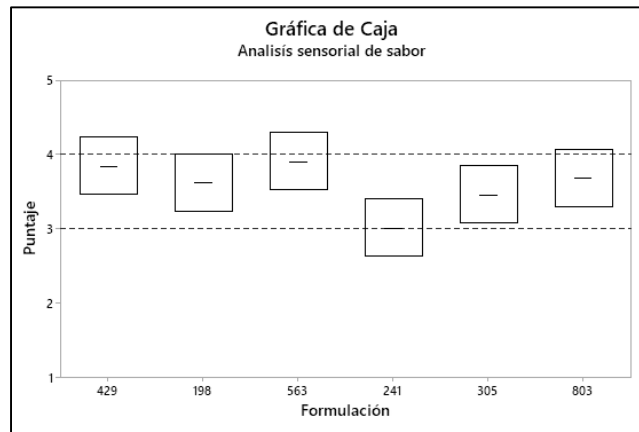
La pregunta No. 9 está dirigida al desarrollo de otros productos con harina compuesta de avena y polvo de plátano y los encuestados están interesados además del cereal, en galletas.

Este estudio de mercado fue útil para conocer la viabilidad de desarrollo del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano y arrojó resultados satisfactorios, por lo que llevarlo a cabo, es rentable.

3.2.1 OBJETIVO PARTICULAR No.2

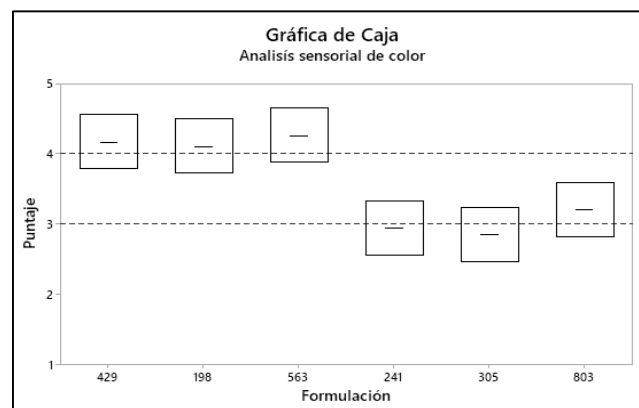
Actividad 1. Evaluación sensorial de los prototipos del cereal desarrollado

En base a los resultados de las dos pruebas sensoriales aplicadas a 32 estudiantes de la FESC de la carrera de Ingeniería en Alimentos, se seleccionó el prototipo que de acuerdo a los jueces presentó mayor puntuación en los atributos de color, olor, sabor y textura.



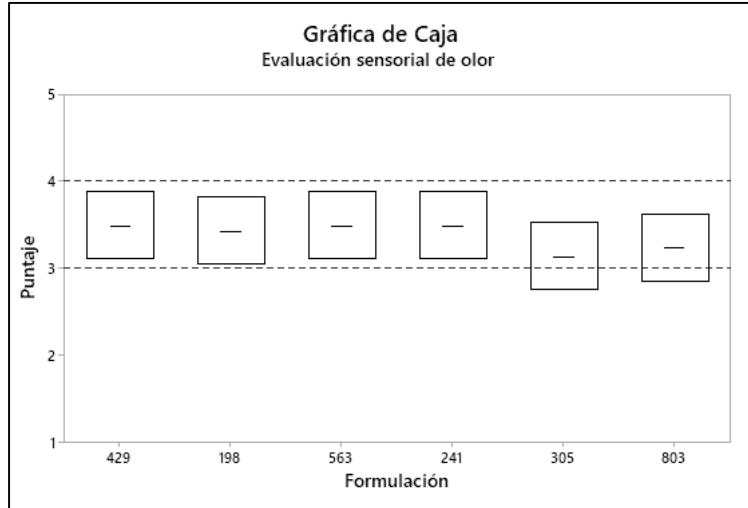
Gráfica No 4. Resultados prueba sensorial atributo: sabor

Sabor: se observa en la Grafica No.4, que, de acuerdo con los jueces, el prototipo 563 presentó el mejor sabor, seguido del 429, el primero fue el elaborado con harina compuesta de avena y polvo de plátano en proporciones 40% y 60% y el segundo en proporciones 20% y 80% respectivamente, ambos con una concentración de maltodextrina de 5%.



Gráfica No 5. Resultados prueba sensorial atributo: Color

Color: Se observa en la Gráfica No.5 que los prototipos 429, 198 y 563 son los que presentaron el mejor color. En la figura No.30 se puede observar que el color de estos prototipos es más claro, cabe mencionar que los primeros 3 tienen una concentración de maltodextrina de 5% y los últimos 3 del 7%, lo cual influye notoriamente en el color de estos,

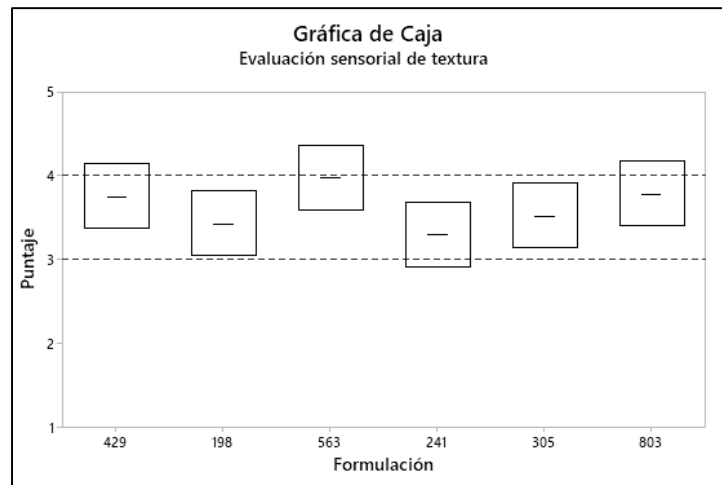


Gráfica No.6. Resultados prueba sensorial atributo: Olor



Figura No.30 Prototipos de cereal

Olor: Se observa en la Gráfica No.6, que los resultados de olor, fueron muy parecidos en los primeros 4 prototipos, únicamente se observa diferencia con respecto al 305 el 803. Entre los comentarios de los jueces, se mencionó que el olor era agradable en todos los casos.

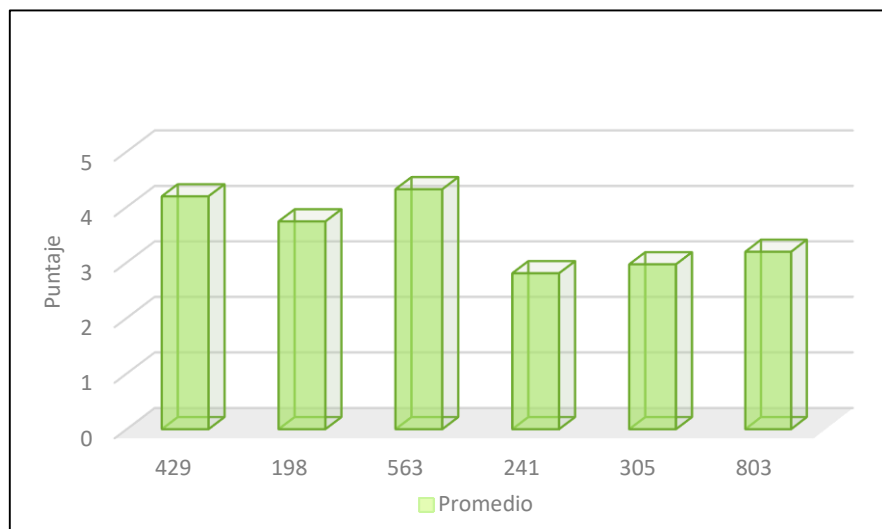


Gráfica No.7. Resultados prueba sensorial atributo: Textura

Textura: Se observa en la Gráfica No.7 que de nuevo, de acuerdo a los jueces, el mejor prototipo de acuerdo al atributo de textura de cada una de las muestras, y el que presenta los valores más altos en todos los atributos evaluados es el 563, seguido del 803, ambos están elaborados con harina compuesta de avena y polvo de plátano en proporciones 40%-60% respectivamente, lo único que

cambia es que el 563 tiene una concentración de maltodextrina de 5% y el 803 de 7% en su composición.

De acuerdo a los 4 atributos evaluados (color, sabor, olor y textura) en las gráficas de medias (Gráficas 4-7), en donde los valores más altos eran los mejores, el prototipo 563 fue el que presentó los mejores atributos, secundado por el 429.



Gráfica No. 8 Prueba sensorial con escala estructurada

Tabla No. 19 Prototipos de cereal

Prototipo	Harina compuesta %	Amidex %
429	H.A 20%-P.P 80%	5
198	H.A 30%- P.P 70%	5
563	H.A 40%- P.P 60%	5
241	H.A 20%-P.P 80%	7
305	H.A 30%- P.P 70%	7
803	H.A 40%- P.P60%	7

-H.A=Harina de avena
-P.P=Polvo de plátano

Para el caso de la prueba de aceptación por ordenamiento en la Gráfica No.8 se muestra que los resultados nuevamente favorecieron al prototipo 563, seguido nuevamente por el 429, cabe recordar que, de acuerdo a la escala, los mejores prototipos son los que tienen la mayor puntuación.

Al tener como mejor prototipo el 563 y sabiendo que es el que contiene menor concentración de polvo de plátano, se realizó un análisis ANOVA comparativo entre los prototipos 429 y el 563 con una $\alpha=0.05$ y arrojó que no existía diferencia significativa entre ambos prototipos. En los comentarios los jueces expusieron que el prototipo 429 si agradaba en todos sus atributos excepto textura debido a que las hojuelas estaban demasiado duras al comerlas, por ello se laminó la masa de manera que las hojuelas fueran más delgadas y se encontró que únicamente modificando el grosor se obtenían hojuelas con una textura más crujiente por lo que los resultados fueron muy favorables.

Actividad 2. Cálculo del rendimiento

Tabla No. 20 Rendimiento del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

	Peso (g)	Rendimiento %
Masa cruda	113.4	75.51
Cereal	85.63	

Puede observarse en la Tabla No. 20 que se obtuvo un valor alto de rendimiento, este valor obtenido indica que la elaboración del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano es un proceso muy rentable de acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008 donde el rendimiento recomendable en este tipo de productos debe ser superior al 70%.

3.2.2 Objetivo particular No. 3

Actividad 1. Análisis químico de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

Tabla No. 21. Composición química de cereales comerciales y el desarrollado

Componente	Experimental			Teórico			
	\bar{x} g/100g	σ	C.V (%)	Cereal comercial (All Bran) g/100g	Cereal comercial (Corn Flakes) g/100g	Cereal comercial (Corn Pops) g/100g	Cereal comercial (Quaker) g/100g
Humedad	2.14	0.09	4.29	3.06	4.9	2.9	3.57
Lípidos	2.45	0.16	6.58	2.2	0.6	0.3	1.44
Ceniza	2.10	0.19	9.20	6.7	3.4	2.0	1.62
Proteína	3.05	0.08	2.55	13	7.9	4.4	12.07
Fibra Cruda	5.27	0.44	8.32	7.6	0.8	0.6	20.1
Carbohidratos	84.98	1.56	5.76	66.9	82.4	89.8	61.20

En cuanto al análisis químico, de acuerdo a Serna Saldívar en 1996 un contenido bajo de humedad en cereales para desayuno es vital ya que ayuda a conservar sus características de textura y al resultar un contenido de humedad del cereal de 2.14% se cumple con lo mencionado. No se debe olvidar que un cereal es un producto que se prepara a partir de horneado a temperaturas que van desde 315-125°C, donde disminuye mucho el contenido de humedad y llegan a tener un humedad aproximada de 4% (Fast, 1993).

Los cereales para desayuno comerciales se caracterizan por tener un bajo contenido de grasa de acuerdo a lo mencionado por Serna en 1996. En la tabla No. 21 se reporta el valor obtenido de lípidos del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano, que fue de 2.45%, resultando un valor alto con respecto a los cereales comerciales y este se atribuye principalmente a la avena.

El contenido de minerales comparado con los cereales comerciales es aceptable al encontrarse en el rango de 1.62-6.7%, a su vez este puede ser menor debido a que en la mayoría de los casos, a los cereales comerciales se les adicionan sales para cubrir la pérdida de nutrientes durante su procesamiento y en el caso del cereal desarrollado, en su formulación no contiene sal ni ningún otro mineral, por lo que el contenido de minerales es propio de sus ingredientes principales.

Se observa en la Tabla No.21 que el contenido de fibra del cereal elaborado es 5 veces mayor que el de los cereales comerciales, y cercano al del cereal comercial marca All Bran, que es elaborado a

base de salvado de trigo, por lo que se puede afirmar que el cereal elaborado cumple con ser funcional al tener un valor alto en fibra a comparación de los cereales comerciales, cabe mencionar que en el cereal desarrollado no se adicionó ningún ingrediente para elevar su contenido en fibra y este proviene del plátano y la avena.

En cuanto al contenido de carbohidratos en el cereal, se observó que el valor obtenido es superior al de las marcas comerciales All Bran, Corn Flakes y Quaker pero inferior al de la marca Corn Pops, considerando que este último es un cereal dirigido a niños, tiene una mayor cantidad de azúcares, y no es funcional. En comparación al cereal de más bajo contenido de carbohidratos (Quaker), el cual si es un producto funcional, se podría interpretar que el valor del cereal desarrollado es mayor, es importante mencionar que éste al estar elaborado con polvo de plátano verde tiene un alto contenido de almidón y no de azúcares. Esto se confirmó al realizar la determinación de azúcares reductores totales, donde el resultado fue de 27.14. Realizando una diferencia de dicho valor con la suma de los componentes químicos del cereal se obtuvo como resultado 57.84 el cual se atribuye al contenido total de almidón.

En general los valores obtenidos en la composición química del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano son estadísticamente aceptables ya que su coeficiente de variación en ningún caso es superior al 10% y la desviación estándar no es mayor a 1 de acuerdo a lo mencionado por Montgomery en 1996.

Actividad 2. Análisis microbiológico al cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

Tabla No.22 Análisis microbiológico del cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

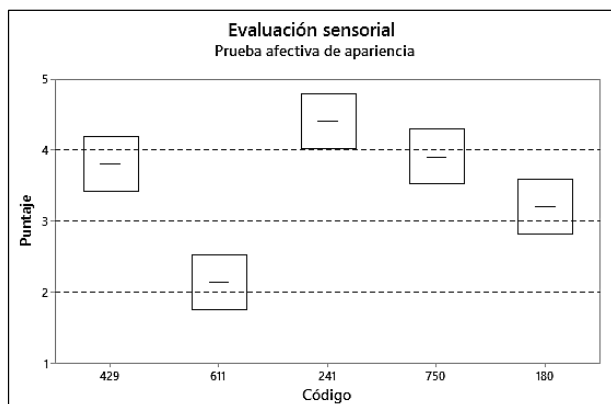
Parámetro Microbiológico	Teórico NOM-247-SSA-2008	Experimental
Mohos y Levaduras	10,000UFC/g	Menor a 20 UFC/g
Coliformes totales	300 UFC/g	Ausencia
Mesófilos aerobios	30 UFC/g	Ausencia

Como puede observarse en la Tabla No. 22 y de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis microbiológico, el conteo de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) se encontró dentro de las especificaciones reportadas por la NOM-247-SSA-2008. (Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba). Por lo que el producto desarrollado es apto para el consumo al cumplir con estándares de calidad ya que no representa un riesgo para la salud.

3.2.3 Objetivo particular No.4

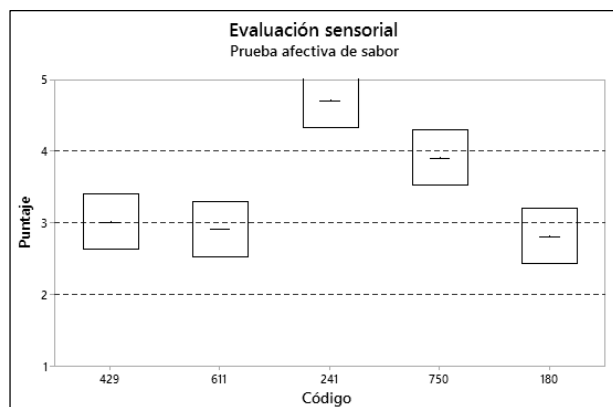
Actividad 1. Evaluación sensorial del cereal desarrollado con respecto a cereales comerciales

Los resultados de la prueba sensorial afectiva del cereal desarrollado con respecto a diferentes marcas de cereales comerciales se muestran a continuación:

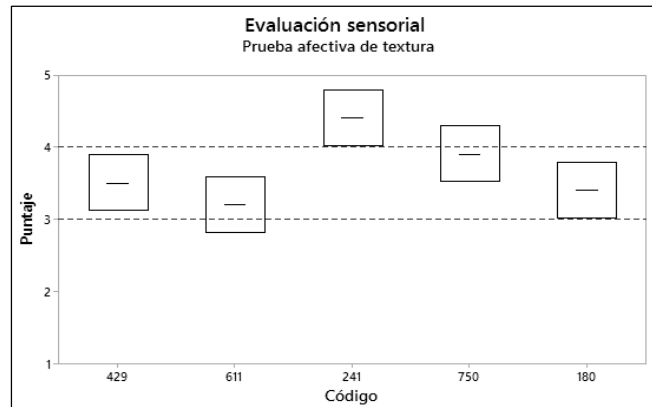


Gráfica No.9 Prueba afectiva: atributo apariencia

En cuanto a los atributos de apariencia, sabor y textura, la prueba dió como resultado que el cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano (prototipo 429) compite satisfactoriamente con las marcas comerciales como puede observarse en las Gráficas No.9,10 y 11 en donde el puntaje más alto es el mejor.



Gráfica No.10 Prueba afectiva: atributo sabor



Gráfica No.11 Prueba afectiva: atributo textura

Se observa que el cereal desarrollado gustó más en todos los atributos evaluados en comparación al All Bran y Quaker, los cuales son cereales funcionales, con alto contenido en fibra y bajos en grasa. Por otro lado, en comparación a los Corn Flakes, el cereal desarrollado gustó en apariencia y textura, pero no tanto en sabor, esto puede deberse a que los consumidores no están familiarizados con éste como con el Corn Flakes. En cuanto a Corn Pops, el cereal desarrollado no compite satisfactoriamente, esto debido a que los Corn Pops contienen gran cantidad de azúcar, y al aplicarse esta prueba a niños, a los cuales va enfocado este tipo de cereal, estos se inclinaron por el sabor de los Corn Pops y no en los beneficios del cereal desarrollado, por lo que se considera que es un producto viable de desarrollar, ya que lo prefirieron sobre otros que ya están en el mercado y que son cereales funcionales.

3.2.4 Objetivo particular 5

Actividad 1. Envasado y etiquetado de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano

El diseño del empaque para el cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano se realizó como se mencionó en el objetivo particular 1, en base a algunos de los criterios evaluados en el estudio de mercado, como presentación: caja, tamaño: mediano, color: amarillo-verde y de acuerdo a la NOM-051-SSA-2010 (2015). La porción de cereal por caja es de 450 gramos contenidos en una bolsa de polietileno industrial, la cual funciona como envase primario y ésta a su vez dentro de una caja de cartón (Figura No.31) que es el envase secundario que además de proteger al producto sirve para su comercialización. La marca productora es Garrú, y el nombre del cereal es Bananaoats. La tabla de información nutrimental, el tamaño de iconos y otras especificaciones también se elaboraron de acuerdo a la Norma antes mencionada.

El diseño de la caja de cereal desarrollado se muestra a continuación



Figura No. 31 Caja de cereal

De acuerdo a la NOM-051-SSA-2010 (2015), se muestran en la caja de cereal los siguientes puntos:

- Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal

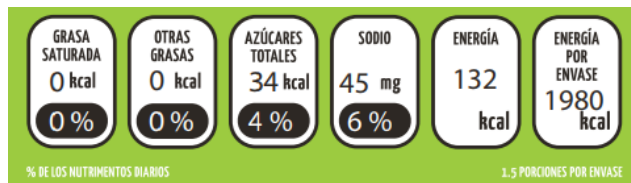


- Nombre o denominación del alimento



- Información nutrimental

1 Porción (30g)	
CONTENIDO ENERGETICO	
Calorías (Cal)	32Cal
Kilojoules (KJ)	552288KJ
PROTEINAS (g)	3.65g
GRASA (lípidos) (g)	4.57g
GRASA SATURADA (g)	0.79g
GRASA MONOINSATURADA (g)	1.71g
COLESTEROL (mg)	0mg
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES (g)	127.4g
FIBRA (g)	7.9g
SODIO (mg)	46.66mg
VNR (1)	
VITAMINA A	130mg
VITAMINA C	28mg
VITAMINA B12	8mg
VITAMINA B6	1.06mg
TIAMINA	0.80mg
RIBOFLAVINA	0.91mg
CALCIO	268mg
HIERRO	9.95mg
ZINC	2.05mg
POTASIO	284mg
MAGNESIO	93mg



- Lista de ingredientes

INGREDIENTES: Harina de plátano verde, azúcar, harina de avena, maltodextrina, royal, metabisulfito de sodio y ácido ascórbico.

VITAMINAS Y MINERALES: Carbonato de calcio, ascorbato de sodio (Vitamina C) ,palmitato (Vitamina A) ,cianocobalamina (Vitamina B12) , colecalciferol (Vitamina D), tiamina y riboflavina.

ESTE PRODUCTO PUEDE CONTENER GLUTEN

- Contenido neto o masa drenada

Contenido Neto
450 g

- Fecha de caducidad o de consumo preferente

Preferentemente
consumir antes de:

18/ABR/18

CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio de mercado, los resultados fueron favorables ya que más del 90% de los encuestados están interesados en probar el cereal a base de harina compuesta de avena y polvo de plátano.

De acuerdo a las curvas de secado y a la prueba de color, el mejor tratamiento con el que se realizó el secado de plátano en cuanto a velocidad de secado, pérdida de humedad, color y rendimiento, fue metabisulfito 0.01%-ácido ascórbico 0.5%; con 10 minutos de inmersión y a una temperatura de 65°C.

El prototipo de cereal seleccionado fue el elaborado con harina compuesta de avena y polvo de plátano en proporciones 20%-80% respectivamente, ya que presentó las mejores características sensoriales en las dos pruebas realizadas.

El proceso de elaboración de cereal de harina compuesta de avena y polvo de plátano es rentable ya que las materias primas empleadas no son de costos elevados y se obtiene alto rendimiento al ser mayor al 70%.

El contenido de humedad cuantificado en el cereal para desayuno de harina compuesta de avena y polvo de plátano es aceptable ya que se encuentra dentro de los valores reportados en la bibliografía.

El alto contenido de almidón y las características cuantificadas indican un uso prometedor de polvo de plátano para la elaboración de cereal para desayuno.

El cereal elaborado cumplió con los parámetros microbiológicos que establecen la NOM-247-SSA-2008 Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Ya que el conteo de mohos y levaduras fue menor a 20 UFC/g y hubo ausencia de coliformes totales y mesófilos aerobios.

Se logró elaborar un nuevo producto con polvo de plátano que presentó buenas características físicas, químicas y organolépticas.

RECOMENDACIONES

Si se emplea plátano verde en grado de madurez 1 y 2 como en este proyecto debe utilizarse de forma inmediata o deshidratarlo inmediatamente ya que este es un fruto climaterio y maduro aun después de ser cortado.

La mezcla de antioxidantes que se emplean debe usarse en los estándares de toxicidad recomendados ya que no hay que olvidar que pueden ser nocivos si no se emplea en bajas cantidades.

Para realizar el sacado de plátano se debe emplear una rejilla de metal de acero inoxidable, ya que si se emplea un recipiente o charola cerrada por la parte inferior el proceso de secado es más tardado.

Si se desea emplear el polvo de plátano verde para desarrollar otro tipo de producto de panificación, no se debe olvidar que este no contiene gluten y deberá adicionarle algún ingrediente que permita obtener un producto con buenas características físicas finales.

ANEXOS

ANEXO NO.1

Reglas para seleccionar las cajas para los cálculos

- I. Se consideran "representativas" las cajas que tienen un número de colonias dentro del rango de sensibilidad del método, en este caso, entre 25 y 250 UFC.
- II. Una vez seleccionadas las cajas y hechos los promedios correspondientes, se aplica el factor de dilución, que es el inverso y se redondea el número a 2 cifras significativas (o dígitos) y potencias de 10. Cuando el tercer dígito del promedio es 4 o menor, se omite dejando el número de 2 cifras significativas. Por ejemplo, si en una caja se cuentan 312 UFC, se debe reportar como 31×10^1 , porque el tercer dígito es 2 y se redondea al segundo dígito. Cuando el tercer dígito es 5 o superior, el segundo dígito se redondea al siguiente, por ejemplo si en una caja se cuantifican 199 UFC se reportará como 20×10^1 UFC, porque el tercer dígito es superior a 5. En el ejemplo 5 del cuadro 2, el promedio es de 237.5 en la dilución 10⁻³, por lo que se reportará como 24×10^4 UFC.
- III. Cuando las 2 placas de una dilución contienen un número de colonias características dentro del rango de sensibilidad del método, se promedian los números y se multiplica por el inverso de la dilución.
- IV. Cuando hay una placa con crecimiento extendido, no se consideran ésta ni su duplicado.
- V. Cuando una de las 2 placas de una dilución es representativa y la otra no, se consideran ambas y se promedian.
- VI. Cuando hay placas representativas en 2 diluciones subsecuentes, se promedian cada una con su duplicado (aunque el duplicado no lo sea), se aplica el factor de dilución a cada una y luego se promedia nuevamente.
- VII. Si en las placas no hay colonias (o no son características del grupo en estudio), reportar el resultado como: menos de un (grupo) en 10^{-x} (la más baja utilizada), por ejemplo $< 100 / \text{g}$ si la dilución más baja fue 10⁻² ó $< 1 / \text{mL}$ si la muestra se sembró directamente, sin diluciones. Se agrega la leyenda: "valor estimado".
- VIII. Si no hay placas representativas pero hay alguna con un número menor de UFC., se consideran las de la menor dilución y se agrega "valor estimado".
- IX. Cuando el número de colonias por placa exceda de 250, contar las colonias en aquellas porciones de la placa que sean representativas de la distribución de colonias. Contar por ejemplo, una cuarta parte o una mitad del área de la caja y multiplicar el valor obtenido por 4 ó 2, respectivamente. Si solamente pueden contarse algunos cuadros, considerar que el fondo de una caja Petri de 100 mm de diámetro contiene 65 cuadros de la cuadrícula del contador. Agregar la leyenda "valor estimado".
- X. Se cuentan como una sola colonia:

- XI. Cadenas o pequeños grupos no separadas claramente entre sí, que parecen ser causadas por la desintegración de un cúmulo de bacterias y que están separadas de otras colonias o cadenas.
- XII. Colonias extendidas como película entre el fondo de la caja y el agar y que se diferencian claramente de otras.
- XIII. Colonias como película en las orillas de la caja, sobre la superficie del agar.
- XIV. Se considera "crecimiento extendido" el que se presenta cuando las colonias abarcan más del 50 % de la superficie de la caja, con o sin inhibición de crecimiento; en ese caso, y/o cuando la inhibición exceda el 25 % de la superficie de la caja, se considera que las

Ejemplo	Serie duplic.	Diluciones			Resultado UFC. / g o mL	Observaciones
		10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴		
1	A	> 250	178	16	18 x 10 ⁴	Si están dentro del rango, se promedian los datos de la dilución 10 ⁻³ (184 x 10 ³ se redondea a 18 x 10 ⁴)
	B	> 250	190	17		
2	A	> 250	220	25	23 x 10 ⁴	En este caso se promedian datos de diluc. 10 ⁻³ (= 179 x 10 ³ , pasa a 180 x 10 ³ ó 18 x 10 ⁴). Por otra parte se promedia datos de dilución 10 ⁻⁴ (= 27 x 10 ⁴). Finalmente se promedian los resultados de ambas diluciones y se redondea el resultado final
	B	> 250	138	28		
3	A	18	2	0	16 x 10 ² valor estimado	Se promedian datos de diluc. 10 ⁻² ; aunque están fuera de rango, son los más cercanos. Se anota "valor estimado"
	B	14	0	0		
4	A	> 250	> 250	512	50 x 10 ⁵ valor estimado	Se toma la más alta que se pueda contar, aunque sea en cuadrantes o cuadrícula y se anota "valor estimado".
	B	> 250	> 250	495		
5	A	> 250	240	34	24 x 10 ⁴	Se ignora la dilución 10 ⁻⁴ por el crecimiento extendido; se promedian los datos de 10 ⁻³ ; se redondea 237.5 a 240.
	B	> 250	235	Crecim extend.		
6	A	0	0	0	< 100 valor estimado	Se reporta como < 1 en la dilución más baja que se utilizó, en este caso 10 ⁻² . Se registra como "sensibilidad del método".
	B	0	0	0		
7	A	> 250	240	24	25 x 10 ⁴	Se promedia el único dato que está dentro del rango (240), con su duplicado, aunque éste salga del rango (268).
	B	> 250	268	19		
8	A	> 250	216	23	28 x 10 ⁴	Se consideran las placas que están dentro del rango y se promedian con sus duplicados, aunque éstos salgan. Finalmente se promedian los resultados de ambas diluciones
	B	> 250	262	42		
9	A	> 250	215	20	23 x 10 ⁴	Se promedian datos de 10 ⁻³ , se promedian datos de 10 ⁻⁴ se realizan los cálculos como en el ejemplo 2
	B	> 250	235	26		

Las cifras sombreadas son las que se consideran adecuadas para realizar los cálculos.

placas no son representativas y por lo tanto no se toman en cuenta. El Cuadro 2, ejemplifica la aplicación de estos lineamientos; consultarlo para seleccionar las cajas a considerar en los cálculos.

Cuadro No. 1. Ejemplos para el cálculo de resultados de cuenta en placa, utilizando ensayos por duplicado. (Rango de sensibilidad: 25 a 250 colonias).

REFERENCIAS

1. Aditivos y auxiliares de fabricación en las Industrias Agroalimentarias. Ed. Acribia, Zaragoza (España).
2. Aguilar, V., y Bustamante, D., (2007). Conservación de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y pera (*Pyrus communis* L.) por métodos químicos. Bogotá I. Recuperado 20 noviembre 2017, a partir de <http://iicta.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2017/02/1205D155.pdf>
3. Astiasarán, I., A., J. Martínez, J.A. Alimentos, composición y propiedades. 1ª Edición, 2000. Ed. McGraw-Hill Interamericana
4. Association of Cereal Food Manufacturers ("ACFM"). Breakfast Cereal Information Service ("BCIS"). Disponible en: www.breakfastcereal.org.
5. (AEFC) Asociación española de fabricantes de cereales. (2018). Asociacioncereales.es. Recuperado 15 MarZO 2018, a partir de <http://www.asociacioncereales.es/cereales-de-desayuno/historia-y-elaboracion/produccion/>
6. Alimentum, (2009). Instituto de Formación integral, S.L.U. Implantación del sistema GDA's/CDO en el sector de alimentación y bebidas español. Ventajas para empresas y consumidores. Ed. CURSOFORUM S.L.U.,
7. Alvi Y., Ratna, W., Nina M., (2003). Processing of banana flour using a local banana as raw materials in Lampung. International Journal on Advanced Science Engenieering Information Technology, Volúmen 3, página 2 mayo 2017, de <http://insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/viewFile/306/302>
8. Análisis de la producción de plátano, su mercado y las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en Chiapas. (2018). Pronatura-sur.org. Recuperado 31 de enero 2018, a partir de http://www.pronatura-sur.org/web/docs/ANALISIS_DE_LA_PRODUCCION_DE_PLATANO.pdf
9. Azurduy V., (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa Cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisiaca*). En: Revista Boliviana de Química, 27(2), pp.94-99.
10. AOAC, (1984). Oficial Methods Of Analysis. Chem. 14 ed. USA, D.C
11. BADUI, S. Química de los Alimentos. Ed. Alambra (México). 2006.
12. Blasco, G. & Gómez, M., (2014). Functional properties of banana. *Musa* sp. Recuperado 1 marzo 2017, de: <http://citethisforme.com/es>
13. Bonnett, O. T. 1961. The oat plant: Its histology and development. Boletín 672. University of Illinois, Agricultural Experiment Station, Urbana, Illinois, EUA. 112p.
14. Callejo, J., (2002). Industria de cereales y derivados. 1era edición, AMV Ediciones ED. Mundi Pesa

15. Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., Serrano, B., y Velázquez O., (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. Versión para Administrador de Manuales y Documentos (AMyD) de la Facultad de Química, UNAM
16. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (Ceprobi, 2016). Científicos del IPN obtienen harina de plátano que regula colesterol. Consultado 27 mayo 2017 en <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2016/04/14/cientificos-del-ipn-obtienen-harina-de-platano-que-regula-colesterol>
17. Chávez, M., Hernández M. y Roldan, J., (1992). Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión Nacional de Alimentación del Instituto Nacional de Nutrición.
18. Cheftel, (1989) Proteínas alimentarias. Bioquímica, Propiedades funcionales. Valor nutritivo. Modificaciones químicas, Cheftel, Cuq, Lorient. Editorial Acribia SA.
19. Cóccaro, G., (2010). Desarrollo de Nuevos Productos Alimentos Funcionales y Novel Food. Alimentos argentinos. Gob. Recuperado 3 marzo 2017, a partir de <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/procal/estudios/02/DesarrolloNuevosProductos.pdf>
20. Comité Mixto FAOIUMS de expertos en aditivos alimentarios: Normas de identidad y pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad. Informes sucesivos. Roma, 1976.
21. CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2011). Curso de análisis sensorial de alimentos.
22. Cubero, N., Montferrer, A., y Villalta, J. 2002. Aditivos alimentarios. Editorial Mundi-Prensa Libros, S.A. Madrid.
23. Dane, SE. GOB. (2014) El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), un importante alimento para el mundo. Recuperado 8 Enero 2018, a partir de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/insumos_factores_de_produccion_abr_2014.pdf.
24. Djousse L, Gaziano JM. Breakfast cereals and risk of heart failure in the physicians' health study. I. Arch Intern Med. 2007 Oct 22;167(19):2080-5.
25. Espitia, P., Pardo, Y., y Montalvo, A., (2013). Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (*Musa ABB Simmonds*). Recuperado 20 noviembre. 2017 a partir de: <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n3/v62n3a01.pdf>
26. FAO. Fichas técnicas. Procesado de frutas. Recuperado 13 noviembre 2017, a partir de <http://www.fao.org/3/a-au168s.pdf>
27. FAO. 2004. La Economía Mundial del Banano 1985-2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La alimentación. Roma, Italia. Recuperado el 31 de octubre del 2017 a partir de: <http://www.fao.org/docrep/007/y5102s04.htm-bm04>.

28. FEDNA (2016). Avena-aplicaciones. Recuperado 22 Diciembre 2017, a partir de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/avena.
29. Fundación Alimentum en colaboración con Instituto de Formación Integral, S.L.U. Implementación del sistema de GDA'S/CDO. (2018) En el sector de alimentación y bebidas español. Ventajas para empresas y consumidores. Alimentum Fundación. Recuperado 1 Junio 2017, a partir de <http://www.eurocarne.com/daal/a1/informes/a2/guia-gda-cdo-alimentum.pdf>
30. Gessner, G.Hawley (2018).Diccionario de Química y de Productos Químicos. Apartir de : http://www.segulab.com/metabisulfito_sodio.htm
31. Hill KM, Stathis CG, Grinfeld E, Hayes A, McAinch AJ. Co-ingestion of carbohydrate and whey protein isolates enhance PGC-1 α mRNA expression: a randomised, single blind, cross over study. J Int Soc Sports Nutr. 2013 Feb 12;10(1):8. doi: 10.1186/1550-2783-10-8.
32. IRAM 15854 Recuperado de: <http://www.iram.org.ar>
33. Infoagro. Agricultura. El cultivo de la avena. Recuperado 10 Noviembre 2017, a partir de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>
34. Infoalimenta-Biblioteca de alimentos.(2010). Infoalimenta.com. Recuperado 31 Enero 2018, a partir de <http://www.infoalimenta.com/biblioteca-alimentos/78/67/platano/>.
35. Instituto Omega. Fundación de la industria de alimentación y bebidas. Recuperado de: http://infoalimenta.com/uploads/_publicaciones/id59/59_guia-alimentos-funcionales.pdf
36. Jenkins DJ, Kendall CW, Vidgen E, Vuksan V, Jackson CJ, Augustin LS, et al. Effect of soy-based breakfast cereal on blood lipids and oxidized low-density lipoprotein. Metabolism. 2000 Nov; 49(11):1496-500.
37. Kannelic V.: Los aditivos alimentarios. Rev. Alimentos vol. 13. N° 2. pág. 3 (1988).
38. La Bioguía.2017.Cómo saber cuál plátano es el más saludable y nutritivo y cuál no. Recuperado 5 Enero 2018, a partir de <http://www.labioguia.com/notas/como-saber-cual-platano-es-el-mas-saludable-y-nutritivo-y-cual-no4>
39. Leonard, W. H. y J. H. Martin. 1963. Cereal crops. The Macmillan Company, New York, New York, EUA. 824p.
40. Matissek R. (1998). Análisis de los alimentos. 2da. Acrbia. España
41. MERCASA. (2009). Alimentación en España, Disponible en: www.mercasa.es.
42. MINAGRI 2012. Instructivo Técnico sobre el cultivo del plátano. SEDAGRI/AGROINFOR. Ciudad de La Habana. 2012. p.37
43. Montgomery, D., y Hines, W., (1996). Probabilidad y estadística para ingeniería y administración. (2ed). México: Compañía editorial continental
44. Montoya, S., (2016). Beneficios de la avena, el cereal más completo. Saludymedicinas.com.mx. Recuperado 25 febrero 2017, a partir de

<http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/nutricion/consejos-alimenticios/avena-el-cereal-mas-completo.html>

45. MULTON, J.L. 2000. Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias (2ª ed.). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza.
46. NOM-147-SSA-1996 Bienes y servicios. cereales y sus productos. harinas de cereales, sémolas o semolinas. alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. productos de panificación. disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
47. NOM-092-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
48. NOM-113-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismo coliformes totales en placa.
49. NOM-110-SSA1-1994 Bienes y servicios. Preparación y diluciones de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
50. NOM-111-SSA-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
51. Pearson, D., (1989). Técnicas de Laboratorio para el análisis de los alimentos. Acribia, España.
52. Pedrero, F., y Pangbord, R., (1989). Evaluación sensorial de los alimentos, Métodos Analíticos. México: Alhambra Mexicana, S.A de C.V
53. Pérez, G. (2018). Usos del ácido ascórbico: aplicaciones como conservante y aditivo. Acidoascorbico.com. Recuperado 5 Octubre 2017, a partir de https://www.acidoascorbico.com/usos_del_cido_ascrbicol
54. Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. (2005). Antioxidantes de los alimentos. Zaragoza, Ed. Acribia SA, 364p.
55. OMS, (2015). Enfermedades cardiovasculares. Consultado 28 mayo 2017 en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
56. Rábago Balboa, D. (2014). Maltodextrina, aditivo funcional. énfasis. Recuperado 15 Septiembre 2017, a partir de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/69896-maltodextrina-aditivo-funcional>
57. Sánchez, A., Bobadilla, M., Dimas, B., Gómez, M., González, G., (2016). Enfermedad cardiovascular: primera causa de morbilidad en un hospital de tercer nivel. Consultado 28 mayo 2017 en <http://www.medigraphic.com/pdfs/cardio/h-2016/hs163a.pdf>
58. Sancho, J., E. Bota y J.J de Castro (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos.
59. Secretaría de Economía (SE). Monografía del sector plátano en México: Situación actual y oportunidades del mercado. (2015). Recuperado 10 marzo 2017, a partir de http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Platano.pdf

60. Secretaria de Economía. Monografías del sector plátano en México: situación actual y oportunidades de mercado. Dirección General de Industrias Básicas. México Recuperado el 27 de noviembre del 2017 de http://www.economia.gob.mx/files/Monografias_Platano.pdf
61. Secretaria de Hacienda y Crédito Público SHCP. (2014). Panorama del Plátano. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Recuperado 1 marzo 2017, a partir de <http://www.financiarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20PI%C3%A1tano.pdf>
62. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2015). Producción en México y el mundo. El plátano SIA Prendes, sitio infantil del SIAP, México. Siaprendes.siap.gob.mx. Recuperado 26 Marzo 2017, a partir de <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/2/04-platano/contexto-5.html>
63. Sepulveda, (2013). Avena en la dieta. Drschaer-institute.com. Drschaer Institute. Recuperado 10 marzo 2017, a partir de <http://www.drschaer-institute.com/es/nutricion/avena-en-la-dieta-sin-gluten-2463.html>
64. Serna, S. (1964). Granos y cereales Propiedades procesamiento y atributos nutricionales.
65. Solís Rosales, A. (2007). "TESIS: El cultivo de Plátano (genero musa) en México". Recuperado 8 de Diciembre 2017, a partir de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4956/T16494%20%20%20SOLIS%20ROSALES,%20%20ADALBERTO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
66. TESIS DIGITAL DE ANÁLISIS DE CEREALES PARA DESAYUNO <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1643/Capitulo5.pdf>
67. Torres, R., Montes, J., Pérez, O., y Andrade, R., (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. Recuperado 20 noviembre 2017 a partir de: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n3/art07.pdf>
68. USDA. (2013). Pasta de harina de plátano verde, una nueva opción para celíacos. Recuperado 28 febrero 2017 de: <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Noticias2013819151824.pdf>
69. Winarno, F., y Jenie, S. (1974). Basic preservation sanitation and Poisoning. Department of Technology and Agriculture, Fatemeta, IPB. Bogor
70. Wiersema, J. H. Germplasm Resources Information Network (GRIN)-Taxonomy: Economic plants. USDA-Agricultural Research Service, EUA.