



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**DESARROLLO DE UNA MANTECADA FUNCIONAL BAJA EN GRASA A BASE  
DE HARINA DE AMARANTO CON ARÁNDANO CUBIERTA CON CHOCOLATE.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIEROS EN ALIMENTOS**

**PRESENTA:**

**ROBELLADA MONTOYA JOSE RENE  
RUBIO ALVAREZ JOZHANDY VIRGINIA**

**ASESORA: I.A. SANDRA MARGARITA RUEDA ENRÍQUEZ**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.**

**2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ÍNDICE

RESUMEN .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
JUSTIFICACIÓN .....	6
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO .....	7
1.1 Desarrollo de nuevos productos .....	7
1.1.1 Definición .....	7
1.1.2 Criterios o estrategias para el desarrollo de productos.....	7
1.1.3 Etapas del ciclo de vida de un producto. ....	8
1.1.4 Importancia del desarrollo de productos.....	10
1.1.5 Mercadotecnia .....	11
1.1.5.1 Definición .....	11
1.1.5.2 Investigación de mercado .....	11
1.1.5.3 Aplicación de las 4P's (Producto, Precio, Plaza y Promoción).....	13
1.1.6 Evaluación sensorial .....	15
1.1.6.1 Definición .....	15
1.1.6.2 Pruebas descriptivas.....	16
1.1.6.3 Pruebas discriminativas.....	16
1.1.6.4 Pruebas hedónicas .....	17
1.2 Alimentos funcionales.....	18
1.3 Materias primas .....	19
1.3.1 Harina de amaranto .....	19
1.3.1.1 Definición .....	19
1.3.1.2 Funcionalidad .....	19
1.3.2 Arándano deshidratado .....	20
1.3.2.1 Definición .....	20
1.3.2.2 Funcionalidad .....	20
1.3.3 Aditivos alimenticios .....	21
1.3.3.1 Definición .....	21
1.3.3.2 Funcionalidad .....	21
1.4. Proceso de elaboración de la mantecada .....	24

1.4.1 Definición .....	24
1.4.2 Lista de Materias Primas y Aditivos.....	24
1.4.3 Diagrama de proceso .....	25
1.4.4 Descripción del diagrama de proceso .....	25
1.5 Proceso de elaboración del chocolate .....	27
1.5.1 Definición .....	27
1.5.2 Lista de materias primas y aditivos .....	27
1.5.3 Diagrama de proceso .....	27
1.5.4 Descripción del diagrama de proceso .....	28
1.6 Métodos para determinar vida útil .....	28
1.6.1 Definición .....	28
1.6.2 Pruebas aceleradas .....	29
1.6.3 Aplicación de la cinética a la predicción de la vida útil .....	30
1.7 Envase de mantecadas .....	34
1.7.1 Definición .....	34
1.7.2 Tipos y materiales .....	34
1.7.3 Características de Diseño .....	35
1.8 Etiquetado .....	36
1.8.1 Definición .....	36
1.8.2 Normatividad.....	36
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL .....</b>	<b>38</b>
2.1 Planteamiento del problema y definición de objetivos .....	38
2.2 Cuadro Metodológico.....	39
2.3 Descripción de la metodología experimental .....	40
2.3.1 Actividades Preliminares .....	40
2.3.2 Actividades del Objetivo Particular 1 .....	44
2.3.3 Actividades del Objetivo Particular 2 .....	46
2.3.4 Actividades del Objetivo Particular 3 .....	47
2.3.5 Actividades del Objetivo Particular 4 .....	48
2.3.6 Actividades del Objetivo Particular 5 .....	53
2.3.7 Actividades del Objetivo Particular 6 .....	54
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>56</b>

3.1 Resultados de Actividades Preliminares .....	56
3.2 Resultados del Objetivo Particular 1 .....	67
3.3 Resultados del Objetivo Particular 2 .....	72
3.5 Resultados del Objetivo Particular 3 .....	76
3.5 Resultados del Objetivo Particular 4 .....	80
3.5 Resultados del Objetivo Particular 5 .....	85
3.6 Resultados del Objetivo Particular 6 .....	93
CONCLUSIONES .....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS .....	106
Anexo 1 Prueba de preferencia de la mantecada (mezcla de harinas).....	106
Anexo 2 Prueba de ordenación de la mantecada (testigo).....	110
Anexo 3 Determinación de la humedad de la mantecada testigo .....	112
Anexo 4 Determinación de humedad del chocolate testigo.....	113
Anexo 5 Prueba de preferencia de la mantecada prototipo.....	114
Anexo 6 Análisis descriptivo cuantitativo de la mantecada testigo y prototipo.....	115
Anexo 7 Prueba de preferencia del chocolate prototipo.....	122
Anexo 8 Análisis descriptivo cuantitativo del chocolate testigo y prototipo.....	123
Anexo 9 Curva Patrón de albumina bovina sérica (Método de Biuret) .....	129
Anexo 10 Curva Patrón de Sacarosa y Dextrosa (Método de Fenol-Ácido Sulfúrico).....	130
Anexo 11 Determinación de costos del producto.....	131
Anexo 12 Cinética de reacción: Orden 1 .....	132
Anexo 13 Determinación de la Energía de activación.....	133

## RESUMEN

En este estudio se llevo a cabo el desarrollo de una mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate. Para la fabricación de la misma se desarrollo una mantecada funcional baja en grasa en la cual se sustituyó el porcentaje de grasa por una mezcla de Metilcelulosa- Maltodextrina, en tres concentraciones diferentes: 2, 4, 6% con respecto a la formulación general. Posteriormente se llevó a cabo el desarrollo de una cobertura de chocolate baja en grasa a la cual se le redujo parte de la grasa vegetal, sustituyéndola por fibra soluble de cocoa, en tres concentraciones diferentes: 10, 12 y 14% con respecto a la formulación general.

Tanto en la mantecada como en la cobertura de chocolate se evaluó la composición química y las propiedades sensoriales mediante pruebas de preferencia y análisis descriptivo cuantitativo. La mezcla Metilcelulosa-Maltodextrina seleccionada es la que presentó una sustitución del 4%, la cual presenta características sensoriales y texturales aceptables para el consumidor. La cobertura de chocolate seleccionada es la que presentó una sustitución del 14%, la cual presenta características sensoriales y texturales similares a las del chocolate testigo.

Por último se desarrolló el producto final con la mantecada baja en grasa y cobertura de chocolate baja en grasa seleccionadas, se evaluó la composición química y las propiedades texturales, microbiológicas y sensoriales. Se llevó a cabo el desarrollo de la mercadotecnia para la comercialización del producto y se determinó su vida útil mediante pruebas aceleradas estimando un tiempo de consumo.

## INTRODUCCIÓN

El chocolate y el amaranto son dos productos oriundos de México, cuyos usos como alimento se remontan a la época Prehispánica.

El chocolate o *xocolatl* (“aguada de cacao”) era una bebida elaborada a partir de una infusión de cacao a la cual le agregaban miel silvestre o jugo dulce de arce para endulzarla y la aromatizaban con un poco de vainilla. Esta bebida era consumida por nuestros antepasados no solo por su sabor fuerte sino porque proporcionaba gran vitalidad y energía (Aguirre, 2005).

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos de Mesoamérica: los mayas, aztecas, incas, pueblos recolectores y cazadores, lo conocían. Los primeros datos de esta planta datan 10 mil años, según algunos investigadores, y otros, como Juan Manuel Vargas, de la Universidad de Sonora, señala que “las muestras arqueológicas del grano de amaranto o *Amaranthus cruentus*, hallados en Tehuacán, Puebla, se remontan al año 4000 a.C., e indican que probablemente se originó en América Central y del Sur”. Era consumida tanto en forma vegetal como cereal, y la producción del grano estuvo en su máximo apogeo durante los períodos Maya y Azteca en Centroamérica.

Actualmente, la forma más común de consumir el amaranto en México es el popular dulce "alegría", cuya preparación, curiosamente, deriva del antiguo *tzoalli*, con la diferencia de que en lugar de harina de amaranto se utilizan las semillas reventadas como rosetas de maíz (Asociación Mexica del Amaranto, 2003).

Por otra parte al arándano, fruto originario de Norteamérica, Europa Central y Eurasia, representa una de las especies de más reciente domesticación, ya que los primeros programas de selección de arbustos y de técnicas de propagación se iniciaron en Norteamérica a finales del siglo XIX, comienzos del siglo XX. Al arándano se le reconocen importantes propiedades nutraceuticas que constituyen un sólido argumento que ha contribuido a la expansión de su consumo (García, 2009).

## **JUSTIFICACIÓN**

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo e investigación en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales (alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, más allá de su contenido nutrimental).

Con base en la situación actual en cuestión de alimentación en México, este proyecto desea desarrollar una mantecada baja en grasa que sea una alternativa benéfica para las personas con sobrepeso y de igual forma sea un alimento funcional utilizando materias primas como el amaranto, arándano y chocolate. De esta manera con el mismo enfoque se propuso elaborar una cobertura de chocolate empleando fibra de cocoa como sustituto de grasa, destacando su importancia debido a que no hay estudios relevantes en México.

En resumen el desarrollo de productos funcionales, como una mantecada baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate, resulta interesante ya que favorece el desarrollo de nuevos productos y el uso de nuevos aditivos en la industria alimentaria beneficiando en este caso a personas con problemas de sobrepeso o preocupados por su salud.



## CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Desarrollo de nuevos productos

#### 1.1.1 Definición

El desarrollo de un producto es un proceso que consiste en introducir o adicionar valor a los satisfactores, a fin de que cambien o incrementen sus características para cubrir o acrecentar el nivel de satisfacción de las necesidades y deseos de quienes los consuman. El desarrollo de productos también se puede definir como el proceso sistemático que tiene como propósito generar nuevos satisfactores, ya sea modificando algún producto existente o generando otros completamente nuevos y originales.

El desarrollo de productos es una tarea vital y estratégica para cualquier organización, y parte del hecho que todo producto tiene un ciclo de vida. Si la empresa no reemplaza con nuevos productos a aquellos que llegan a su etapa de retiro o declive, dejará de ser rentable y perderá razón de ser (Lerma, 2010).

#### 1.1.2 Criterios o estrategias para el desarrollo de productos.

Existen seis opciones estratégicas relacionadas con los nuevos productos, a continuación se presentan dichas opciones en grados decrecientes de cambio a los productos:

- ▶ *Productos nuevos para el mundo (innovaciones discontinuas):* Estos productos comprenden el primer esfuerzo de una empresa que, con el tiempo, da lugar a la creación de un mercado totalmente nuevo. Los productos que son nuevos para el mundo casi siempre son el resultado del pensamiento radical por parte de los inversionistas o empresarios industriales.
- ▶ *Líneas nuevas de productos:* Estos productos representan nuevas ofertas por parte de la empresa, pero esta última los introduce en mercados establecidos. Las nuevas líneas de productos no son tan riesgosas como la verdadera innovación y permiten a la empresa diversificarse en categorías de productos estrechamente relacionadas.
- ▶ *Extensiones de líneas de productos:* Dichos productos complementan una línea de productos existentes con nuevos estilos, modelos, características o sabores. Las extensiones a las líneas de productos permiten a la empresa mantener sus productos actualizados y atractivos con costos de desarrollo mínimos y poco riesgo de fracasar en el mercado.
- ▶ *Mejoras o revisiones a los productos existentes:* Estos productos ofrecen a los clientes un mejor desempeño o un valor percibido más alto. Esta estrategia comúnmente se maneja como productos “nuevos y mejorados”.
- ▶ *Reposicionamiento:* Esta estrategia comprende dirigir los productos existentes a nuevos mercados o segmentos. El reposicionamiento comprende cambios reales o percibidos a un producto.
- ▶ *Reducción de costos:* Dicha estrategia comprende la modificación de los productos para ofrecer, a precio más bajo, desempeño similar que aquel de los productos de la competencia. Una empresa puede bajar el precio de un producto debido a mayor eficiencia en la manufactura o a una baja en el precio de la materia prima.

Las dos primeras opciones son las más efectivas y productivas cuando la empresa se quiere diferenciar en gran medida de sus competidores. A pesar de esto, a menudo existen buenas razones para buscar una de las cuatro opciones restantes, sobre todo si las limitaciones de los recursos representan un problema o si la administración de la empresa no quiere exponerse a mayores riesgos en el mercado (Ferrel, 2006).

### 1.1.3 Etapas del ciclo de vida de un producto.

El ciclo de vida del producto es una de las herramientas de planeación de marketing más conocidas y respetadas, y es similar al de todos los seres vivos. Dicho ciclo indica las etapas de desarrollo y nacimiento del producto, su crecimiento y madurez y, por último, su declive y muerte (Figura 1). Es importante hacer notar que el ciclo de vida del producto comprende las categorías o clases de productos, pero no las marcas individuales.

La duración de cada etapa en el ciclo de vida del producto varía en gran medida. Como resultado de ello, es difícil determinar con precisión el tiempo transcurrido en todo el ciclo.

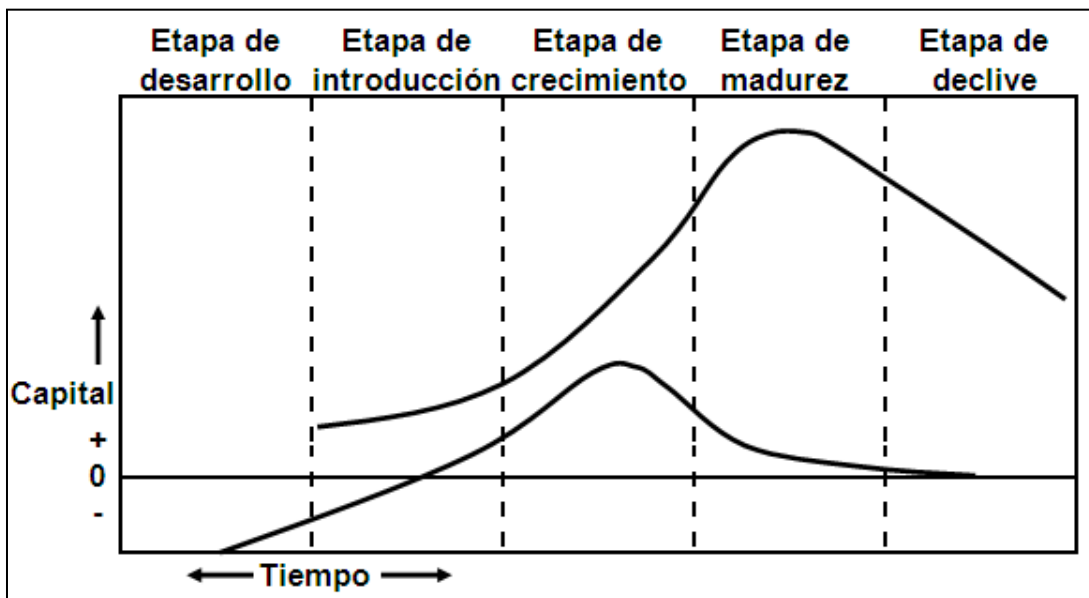


Figura 1 Ciclo de vida de un producto (Ferrel, 2006).

Etapa de desarrollo: una empresa no tiene ingresos sobre las ventas durante la etapa de desarrollo del producto. De hecho, la empresa experimenta un flujo de salida de efectivo neto debido a los gastos que representan la innovación y el desarrollo de productos. La etapa de desarrollo empieza con el concepto de un producto, que tiene varios componentes:

- ▶ Una comprensión de los usos y beneficios específicos que los clientes meta buscan en un nuevo producto.
- ▶ Una descripción del producto, incluidos sus usos y beneficios potenciales.
- ▶ El potencial de crear una línea de productos completa que cree una sinergia en las ventas, la distribución y la promoción.

- ▶ Un análisis de la factibilidad del concepto del producto, incluidos aspectos como ventas anticipadas, recuperación requerida de la inversión, tiempo de introducción al mercado y tiempo para recuperar la inversión.

Etapa de introducción: empieza cuando el desarrollo está completo y termina cuando las ventas indican que los clientes meta aceptan el producto. La estrategia de marketing que se creó durante la etapa de desarrollo se debe implementar por completo durante esta etapa, y es preciso integrarla de manera estrecha para aprovechar los descubrimientos de los análisis de situación; las metas de la estrategia de marketing incluyen:

- ▶ Atraer clientes nuevos al aumentar la conciencia y el interés en el producto a través de la publicidad, las relaciones públicas y los esfuerzos publicitarios que enfatizan las características y beneficios clave del producto.
- ▶ Inducir a los clientes para que prueben y compren el producto mediante el uso de diversas herramientas de ventas y actividades de precios.
- ▶ Crear la disponibilidad y la visibilidad del producto a través de actividades de promoción de ventas.
- ▶ Establecer objetivos de precios que equilibren la necesidad de la empresa de recuperar la inversión con las realidades competitivas del mercado.

Etapa de crecimiento: la duración de esta etapa varía de acuerdo con la naturaleza del producto y las reacciones competitivas. En esta etapa la empresa pretende establecer una posición fuerte en el mercado que pueda defender y lograr los objetivos financieros que recuperen la inversión y ofrezcan las utilidades suficientes para justificar un compromiso a largo plazo con el producto. Algunas metas de la estrategia de marketing son:

- ▶ Establecer una identidad clara del producto y la marca a través de campañas promocionales coordinadas dirigidas tanto a los clientes como el comercio.
- ▶ Mantener el control sobre la calidad del producto para garantizar la satisfacción del cliente.
- ▶ Encontrar el equilibrio ideal entre el precio y la demanda, conforme la elasticidad de precios se vuelve más importante mientras el producto se acerca a la etapa de madurez.

Etapa de madurez: en el ciclo de vida del producto típico, esperamos que la madurez sea la etapa más larga. Para una empresa que ha sobrevivido a la etapa del crecimiento, la madurez puede ser un periodo de *statu quo* relativo. Siempre y cuando mantenga el volumen de ventas para conservar una participación constante en el mercado, es posible adoptar una perspectiva a más largo plazo debido a la reducción de la incertidumbre en el mercado. Una empresa tiene cuatro metas generales que puede lograr en esta etapa:

- ▶ Generar flujo de efectivo.
- ▶ Conservar la participación en el mercado.
- ▶ Ganar participación en el mercado.
- ▶ Aumentar la participación en el mercado.

Para lograr estas metas, la empresa tiene por lo menos cuatro opciones generales para la selección de las estrategias durante la etapa de madurez: desarrollar una nueva imagen del

producto, encontrar y atraer a nuevos usuarios del producto, descubrir nuevas aplicaciones y usos para el producto o aplicar una nueva tecnología al producto.

Etapa de declive: esta etapa termina con la desaparición del producto. Una empresa tiene dos opciones básicas durante la etapa de declive: (1) tratar de posponer el declive o (2) aceptar que es inevitable. Si la empresa trata de posponer el declive, la demanda del producto se debe renovar a través del reposicionamiento, desarrollando características o usos nuevos para el producto o platicando tecnología nueva (Ferrel, 2006).

#### **1.1.4 Importancia del desarrollo de productos**

El desarrollo de productos es de gran importancia tanto para el país como las empresas y los consumidores.

Para cualquier país el desarrollo y la producción interna de los productos en los que posee ventajas competitivas y comparativas produce los siguientes resultados:

- ▶ Aumenta el nivel de preparación científica y tecnológica en la población, el cual se aplica a la generación de nuevos productos.
- ▶ Incrementa el empleo interno.
- ▶ Mejora la balanza comercial al reducir las importaciones de aquellos productos que se fabrican en el país en forma competitiva y, por otro lado, incrementa las exportaciones con base en la disponibilidad de producción exportable tanto en calidad como volumen.
- ▶ Incrementa el nivel de vida y bienestar de los habitantes.

Para las empresas desarrollar e integrar nuevos productos tiene los siguientes beneficios:

- ▶ Incremento de las utilidades: a medida que la empresa cuenta con más productos competitivos que comercializar, los ingresos por venta tienden a aumentar. Además, al incrementarse la cantidad producida y vendida, los costos fijos unitarios disminuyen, con lo que necesariamente las utilidades aumentan al tiempo que la empresa crece y mejora su estabilidad financiera.
- ▶ Incremento de la participación del mercado: el desarrollo de buenos productos suelen incrementar las ventas, a expensas de los productos desarrollados por los competidores, con lo que paulatinamente se incrementa el número de compradores que favorecen a las empresas que comercializan productos más actualizados, de mejor calidad y a un precio más accesible.
- ▶ Incremento de la capacidad competitiva: un elemento para competir con ventaja, consiste en ofrecer al mercado productos más novedosos y originales que satisfagan en mayor grado las necesidades del consumidor.
- ▶ Promoción de la imagen de la empresa: cuando la empresa utiliza su propia marca, genera y refuerza en los consumidores una imagen positiva, posicionando a la marca en la mente de los compradores como innovadora y a la vanguardia.
- ▶ Sobrevivir y crecer (permanencia en el mercado): todo producto tiene un ciclo de vida y en algún momento declina lo que provoca que sea retirado del mercado. La empresa que no desarrolle nuevos productos, irremisiblemente dejará de tener productos para vender en el futuro, y por lo tanto, podría desaparecer.

Como consecuencia del desarrollo de nuevos productos, el consumidor puede obtener mayor y menor satisfacción, además de contar con una oferta más numerosa de productos y, con ello, mejores precios y más fácil acceso a satisfactores adecuados a sus necesidades (Lerma, 2010).

### **1.1.5 Mercadotecnia**

#### **1.1.5.1 Definición**

Es el proceso de planeación, ejecución y conceptualización de precios, promoción y distribución de ideas, mercancías y términos para crear intercambios que satisfagan objetivos individuales y organizacionales, según la American Marketing Association.

Louis E. Boone y David L. Kurtz (s.f) la consideran como el desarrollo de una eficiente distribución de mercancías y servicios a determinados sectores del público consumidor.

William Stanton (s.f) la define como un sistema global de actividades de negocios proyectadas para planear, establecer el precio, promover y distribuir bienes y servicios que satisfaga deseos de clientes actuales y potenciales (Fischer, 2004).

#### **1.1.5.2 Investigación de mercado**

Es una recopilación de información y un análisis de la misma para llevar a cabo una mejor toma de decisiones acerca de los problemas que surjan dentro de la actividad comercial. Es un proceso sistemático de recopilación e interpretación de hechos y datos que sirven a la dirección de una empresa para la toma adecuada de decisiones y para establecer así una correcta política de mercado (Figura 2). Es necesaria para conocer al consumidor (necesidades), informar y analizar la información (recoger hechos y deducir consecuencias futuras probables a fin de valorar las ventajas e inconvenientes de las alternativas de acción), disminuir riesgos (vínculo entre la sociedad y el mercado) (Fischer, 2004).

#### Necesidad de la investigación de mercados

Muchos factores indican actualmente la necesidad de que las empresas tengan accesos a información oportuna, algunos de ellos se muestran a continuación:

- ▶ **Presión competitiva:** Para ser exitosas las compañías deben desarrollar y vender nuevos productos más rápidamente que antes. Esto requiere de investigación para observar las necesidades del consumidor y para conocer lo que están haciendo los competidores comerciales.
- ▶ **Mercados en expansión:** La actividad mercadológica se vuelve cada día más compleja y amplia, a medida que un número de empresas operan en mercados nacionales e internacionales.
- ▶ **Costo de los errores:** El marketing es caro. Si un esfuerzo de esa actividad fracasa, la compañía puede sufrir un gran daño. Antes de iniciar un programa de marketing, una empresa debe analizar el mercado, la competencia y posibles clientes.
- ▶ **Expectativas crecientes por parte de los consumidores:** Las encuestas han sugerido que solo 1 de 10 clientes inconformes se queja. Las compañías necesitan de la investigación

para identificar rápidamente los problemas y resolverlos antes de que se conviertan en un negocio perdido (Stanton, 2001).

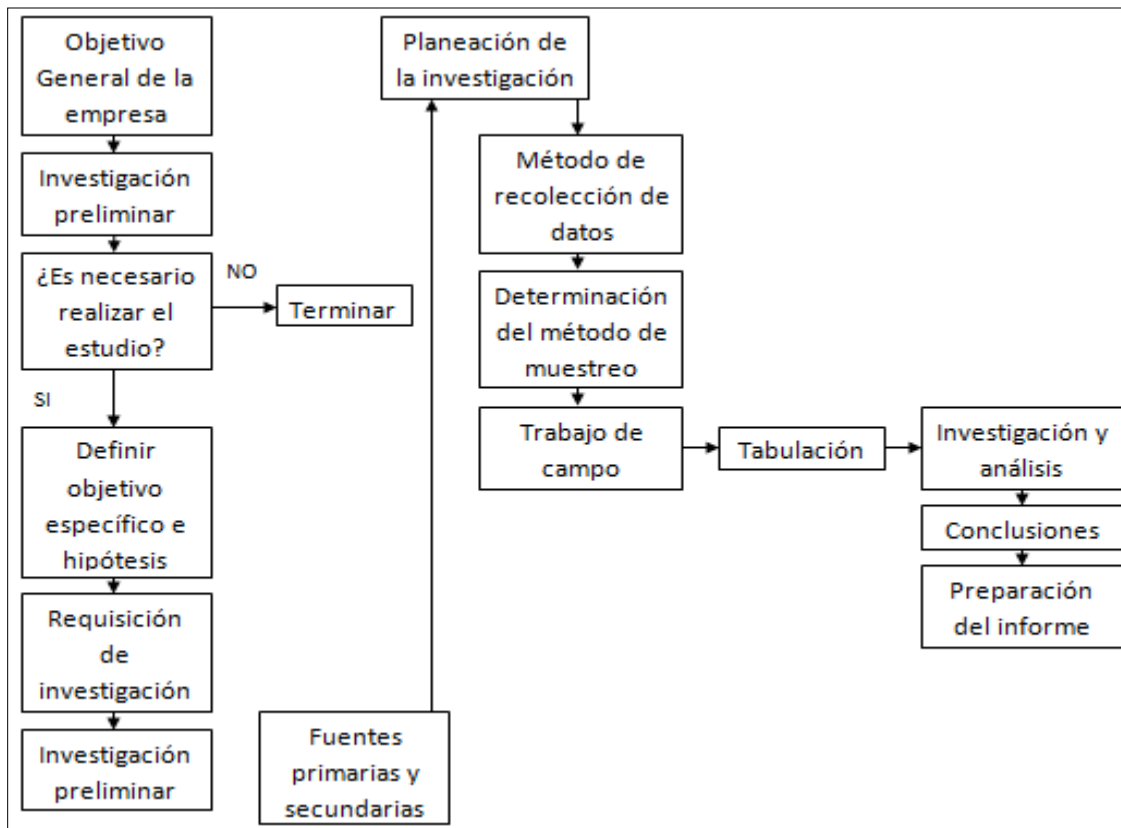


Figura 2 Metodología de la investigación de mercado (Stanton, 2001)

### Análisis de la demanda

El análisis de la demanda es esencialmente una extensión de la demanda presente. Los parámetros que indican el tamaño del mercado, su velocidad y grado de crecimiento, entre otros, deben depurarse y perfeccionarse antes de efectuar proyecciones. Entre los métodos que más se utilizan son:

- ▶ Encuestas de extensión de compras: Conocer que piensan los consumidores potenciales de un producto, así como la reacción del consumidor con respecto a variables como el precio, créditos, calidad del bien etc.
- ▶ Opinión de expertos: Consultar a personas bien informadas es de gran utilidad.
- ▶ Pruebas de mercado: Introducir un producto y promover su venta en cierta área limitada o dirigida a un grupo específico de compradores.
- ▶ Análisis estadístico de series de tiempo: Proyecciones de tendencias.
- ▶ Modelos econométricos: Resumen en pocas variables los elementos que determinan la demanda y se estima la demanda futura. (Hernández, 2009).

### 1.1.5.3 Aplicación de las 4P's (Producto, Precio, Plaza y Promoción)

#### Producto

Conjunto de atributos tangibles e intangibles conjugados de manera identificable (Figura 3). Un producto puede ser un bien, un servicio, un lugar, una persona o una idea.

Así pues, en esencia, el público compra mucho más que una simple serie de atributos físicos cuando adquiere un producto. Está comprando la satisfacción de sus necesidades en forma de los beneficios que espera recibir del producto (Stanton, 2001).

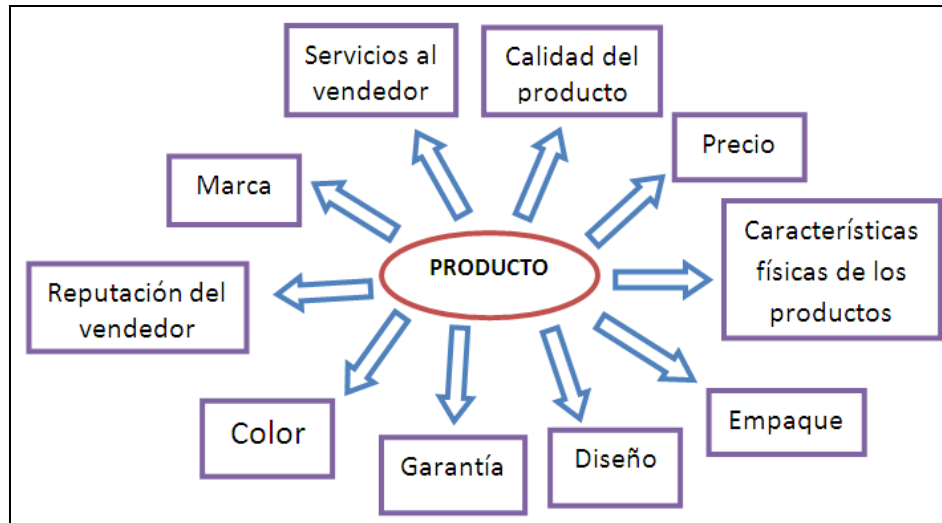


Figura 3 Atributos tangibles e intangibles del producto (Stanton, 2001).

Este aspecto se refiere al diseño del producto que satisfaga las necesidades del grupo para el que fue creado. También es muy importante darle al producto un nombre adecuado y un envase que, aparte de protegerlo lo diferencien de los demás (Fischer, 2004).

#### Precio

Es la cantidad de dinero y/o otros artículos con la utilidad necesaria para satisfacer una necesidad que se requiere para adquirir un producto. Es un factor significativo en la economía, mente del consumidor y en las empresas individuales. Este influye en los sueldos, alquiler y utilidades y es un regulador básico del sistema económico porque incide en las cantidades pagadas por los factores de producción, mano de obra, terrenos, capital y empresarios.

La mayoría de los consumidores son de alguna manera sensibles al precio, pero también están interesados en otros factores tales como la imagen de la marca, la ubicación de la tienda, el servicio, la calidad y el valor. El precio de un producto constituye un determinante esencial de la demanda del mercado y afecta directamente la posición competitiva de la empresa y su participación en el mercado (Stanton, 2001).

Se pueden seguir tres tácticas básicas de fijación de precios al introducir un nuevo producto:

- ▶ Fijación de precios de penetración: Entrar en el mercado con un precio bajo que captará la mayor parte posible del mismo. Una vez que el producto está bien establecido, se puede elevar su precio al nivel de la competencia o incluso más alto.

- ▶ Fijación de precios para ajustarse a la competencia: Introducir un producto al mismo nivel que el de sus competidores.
- ▶ Precio alzado: Fijar relativamente alto el precio de un nuevo producto. Esto ocurre a menudo cuando el producto es el primero en el mercado. A medida que los competidores entran en el mercado, generalmente se reduce el precio para ajustarse a los precios más bajos de éstos o para dificultar más que otra competencia entre en el mercado.

### Plaza

Es necesario establecer las bases para que el producto pueda llegar del fabricante al consumidor; estos intercambios se dan entre mayoristas y detallistas. Es importante el manejo de materiales, transporte y almacenaje, con el fin de proporcionar el producto óptimo al mejor precio, en el mejor lugar y al menor tiempo (Fischer, 2004).

Dentro de la mezcla del marketing, la función de plaza o distribución, consiste en hacer llegar el producto a su mercado meta. La actividad más importante para lograr esto es arreglar su venta (y la transferencia de la propiedad) del fabricante al consumidor final. Otras actividades (o funciones) comunes son promover el producto, almacenarlo y correr parte del riesgo financiero durante el proceso de distribución (Stanton, 2001).

Canal de distribución: está formado por personas y compañías que intervienen en la transferencia de la propiedad de un producto a medida que éste pasa del fabricante al consumidor final o al usuario industrial.

- ▶ Distribución directa: Significa vender directamente al cliente.
- ▶ Distribución indirecta: Incluye comerciantes al menudeo, mayoristas, empresas de abastecimiento industrial, representantes del fabricante y agentes. El margen de utilidades sobre cada artículo es mucho menor cuando vende a través de estos intermediarios; pero esto puede compensarse porque llega a muchos más clientes (Stanton, 2001).

### *Distribución de los bienes de consumo:*

Productor - Consumidor: El canal más breve y simple para distribuir bienes de consumo, no incluye intermediarios.

Productor - Detallista- Consumidor: Muchos grandes detallistas compran directamente a los fabricantes y productores.

Productor - Mayorista- Detallista- Consumidor: Éste es el único canal tradicional para los bienes de consumo, es la única alternativa factible desde el punto de vista económico para miles de detallistas y fabricantes.

Productor - Agente- Detallista-Consumidor: En vez de utilizar mayoristas, muchos productores prefieren servirse de agentes intermediarios para llegar al mercado detallista.



Productor - Agente- Mayorista-Detallista- Consumidor: A fin de llegar a detallistas pequeños, los fabricantes a veces recurren a agentes intermediarios, quienes a su vez utilizan a mayoristas que venden a las grandes cadenas de tiendas o a las tiendas pequeñas (Stanton, 2001).

### Promoción

Esta función consiste en dar a conocer el producto al consumidor y persuadirlo para que adquiera productos que satisfagan sus necesidades. No sólo se promocionan los productos a través de los medios masivos de comunicación, sino también mediante folletos, regalos, muestras, etc. Para alcanzar los objetivos es necesario combinar estrategias de promoción, como las relativas a las ventas, publicidad, relaciones públicas (Fischer, 2004).

Hay 5 formas de promoción:

1. Venta personal: Es la presentación directa de un producto que el representante de una compañía hace a un comprador potencial. En todas las industrias, se invierte más dinero en ella que en cualquier otra clase de promoción.
2. Publicidad: Es una comunicación masiva e impersonal que paga un patrocinador y en la cual éste está claramente identificado. Las formas más conocidas son los anuncios que aparecen en medios electrónicos (televisión y radio) y en los impresos (periódicos y revistas).
3. Promoción de ventas: Es una actividad estimuladora de la demanda cuya finalidad es complementar la publicidad y facilitar la venta personal. La paga el patrocinador y a menudo consiste en el incentivo temporal que estimula la compra.
4. Relaciones públicas: Abarcan una amplia gama de actividades comunicativas que contribuyen a crear actitudes y opiniones positivas respecto a una organización y sus productos. No incluyen un mensaje específico de ventas.
5. Propaganda: Es una forma especial de relaciones públicas que incluye noticias o reportajes sobre una organización o sus productos. Comunica un mensaje impersonal que llega a una audiencia masiva a través de los medios (Stanton, 2001).

#### **1.1.6 Evaluación sensorial**

##### **1.1.6.1 Definición**

Conjunto de técnicas de medición y evaluación de determinadas propiedades organolépticas de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos (vista, olfato, gusto, oído y tacto); como resultado de dicho examen se obtienen datos cuantificables y objetivables (Sancho, 1999).

En el desarrollo de nuevos productos un análisis sensorial es un instrumento eficaz e indispensable para la aceptabilidad y el control de calidad de un alimento ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor, más aún cuando debe ser protegido por un nombre comercial los requisitos son mayores, ya que debe poseer las características que justifican su reputación como producto comercial.

La evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar “normalizado” con el objeto de disminuir la subjetividad que pueden dar la evaluación mediante los sentidos. Se emplea en:

- ▶ El control de calidad de ciertos productos alimenticios.
- ▶ La comparación de un nuevo producto que sale al mercado.
- ▶ La tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto.
- ▶ Modificaciones a los procesos de fabricación.
- ▶ Optimización de formulaciones para el desarrollo de productos (Anzaldúa, 1994).

#### **1.1.6.2 Pruebas descriptivas**

Su objetivo es identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen a uno o varios productos. Son pruebas críticas que definen las propiedades de un producto. Dentro de estas pruebas se encuentran (Pedrero, 1989):

- ▶ Prueba de perfil de sabor
- ▶ Prueba de perfil por dilución
- ▶ Prueba de perfil de textura
- ▶ Prueba de análisis descriptivo cuantitativo
- ▶ Prueba de análisis descriptivo comparativo

El análisis sensorial descriptivo representa la metodología más sofisticada en comparación con los métodos de discriminación y de aceptabilidad. Los resultados comprenden una descripción completa de los productos y proveen la base para determinar las características sensoriales que son importantes para la aceptabilidad; asimismo, podrán relacionar variables de proceso (o de formulación) con cambios puntuales en las características sensoriales.

Una de las aplicaciones es la monitorización de la competencia; es importante saber en qué aspectos difieren los productos propios de los de la competencia. Esta información puede ser usada para anticipar cambios e identificar dónde están las debilidades del producto elaborado y constituye una herramienta primaria para introducir cambios.

El análisis descriptivo se utiliza en el área del desarrollo de nuevos productos para establecer cómo es el que se desea, determinar en qué difieren los productos de ensayo del ideal y proveer información precisa sobre el producto final. Esto último es importante para la promoción y control de calidad (Hough, 2005).

#### **1.1.6.3 Pruebas discriminativas**

Su objetivo es determinar si existe diferencia perceptible entre dos o más muestras, comparándolas entre sí. El procedimiento de comparación se efectúa considerando ciertos parámetros especiales. Dentro de estas pruebas se encuentran (Pedrero, 1989):

- ▶ Las pruebas de discriminación pueden ser clasificadas de muy diversos modos, pero en la práctica las podemos dividir en dos grupos principales: las pruebas de diferencia global y las pruebas para diferenciar atributos. Las pruebas de diferencia global son pruebas, como

la del triángulo y la dúo- trío, diseñadas para demostrar si los evaluadores pueden detectar alguna diferencia entre las muestras. Responden a la pregunta: ¿existe alguna diferencia sensorial entre las muestras?

- ▶ Las pruebas para diferenciar atributos son aquellas en las que se evalúa si se encuentran diferencias en una característica (o en unas pocas) en particular. Responden a la pregunta: ¿cómo difiere el atributo X entre las muestras? Por ejemplo: “Ordene estas tres muestras por dulzor”; y todos los otros atributos son ignorados.
- ▶ En este grupo están las pruebas de comparación por pares y todos los tipos de pruebas de comparación múltiple (Hough, 2005).

#### 1.1.6.4 Pruebas hedónicas

Su objetivo es evaluar de acuerdo con un criterio personal – subjetivo, si la muestra presentada es aceptable o rechazable para su consumo. Incluye pruebas como (Pedrero, 1989):

- ▶ Prueba de aceptación
- ▶ Prueba de preferencia
- ▶ Prueba de nivel de agrado

En el caso del desarrollo de un producto alimenticio es muy importante realizar este tipo de evaluación ya que como su nombre lo dice, se va a evaluar la aceptación o no del producto. En función del planteamiento inicial deberá hacerse una selección del grupo de consumidores, del modelo de ensayo y de la forma de evaluar los datos obtenidos y se deben tomar en cuenta una serie de aspectos importantes:

- ▶ La población elegida para la evaluación puede ser elegida al azar o bien seleccionada por aspectos concretos como, edad, sexo, capacidad económica, hábitos sociales o pueden corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente el procedimiento de la misma y responder a ella. Es necesario contar con un mínimo de 30 jueces.
- ▶ Se deben plantear preguntas sencillas, siempre cuidando en extremo la formulación de las mismas, ya que en estos casos puede condicionar la respuesta, sobre todo si se llama la atención sobre aspectos que normalmente no son claramente diferenciados por el consumidor.
- ▶ Es muy importante el orden de presentación de las muestras, ya que los individuos responden de una manera diferente solo por la posición que guarda una muestra con respecto a otra. Finalmente, para obtener la certeza de que las muestras se están evaluando de manera constante, es necesario indicar al juez que pruebe las muestras siempre en el mismo orden, de izquierda a derecha. La codificación de cada muestra no debe proporcionar al catador ninguna información sobre la identidad de las muestras o el tratamiento que ha sufrido. Por este motivo se utilizan símbolos o números al azar.
- ▶ Todo el material que se emplee en la degustación de alimentos o productos debe estar exento de olores y sabores que se pueden transmitir al producto o ser percibidos por el catador.
- ▶ El análisis de datos es de suma importancia, se recomienda utilizar la *t* de Student y al tratarse de 3 o más muestras es necesario aplicar análisis de varianza.

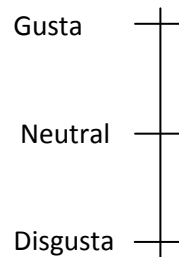
Se utiliza una escala estructurada en la cual los panelistas tienen definiciones bastante precisas y claras de cada punto de la evaluación; en la escala no estructurada solamente se cuenta con puntos extremos y se le da plena libertad a los panelistas para indicar dónde radica su juicio (Pedrero, 1989).

### Escala Hedónica

Estructurada:

- \_\_\_\_\_ gusta muchísimo
- \_\_\_\_\_ gusta mucho
- \_\_\_\_\_ gusta moderadamente
- \_\_\_\_\_ gusta poco
- \_\_\_\_\_ me es indiferente
- \_\_\_\_\_ disgusta un poco
- \_\_\_\_\_ disgusta moderadamente
- \_\_\_\_\_ disgusta mucho
- \_\_\_\_\_ disgusta muchísimo

No Estructurada:



Finalmente esta prueba es la ideal para la evaluación de un producto, en este caso la mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta de chocolate, no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los jueces- consumidores y principalmente permite detectar el nivel de agrado del producto para una población en particular (Pedrero, 1989).

## **1.2 Alimentos funcionales**

Alimento Funcional: Con apariencia similar a la de un alimento convencional que se consume como parte de la dieta, y que además de la función nutritiva básica se ha demostrado que presenta propiedades fisiológicas o que disminuyen el riesgo de contraer ciertas enfermedades. De forma general, se puede decir que un alimento funcional es aquél que confiere al consumidor una determinada propiedad beneficiosa para la salud, independientemente de sus propiedades nutritivas por sí mismo. Son alimentos convencionales a los que se les ha añadido, incrementado su contenido o eliminado un determinado componente. Debe presentarse como un alimento propiamente dicho y sus efectos deben observarse cuando el alimento se consume dentro de una dieta equilibrada diaria, es decir, dentro del modelo alimentario habitual. El término, en cualquier caso, es una denominación genérica que representa más un concepto que un grupo bien definido de alimentos.

Ingrediente funcional: Se define como aquél que aporta un valor añadido al alimento y tiene una acción fisiológica comprobada en el organismo. Podrá ser un macronutriente que posea algún efecto fisiológico específico (ácidos grasos omega-3) o un micronutriente esencial cuya concentración aporte cantidades significativas por ración estándar de alimento. También puede ser un componente alimentario que, aunque presente algún valor nutricional, no sea esencial (oligosacáridos), o bien que carezca de valor nutricional (microorganismo o fitoquímicos). La dieta provee de todos estos compuestos aunque en cantidades variables, muchas veces suficientes, otras inapreciables o difíciles de cuantificar.

Alimento nutraceutico: cualquier sustancia que puede ser considerada como un alimento o parte de un alimento y produce beneficios medicinales o saludables, incluyendo la prevención y el tratamiento de enfermedades.

Alimento enriquecido: supone el incremento de las concentraciones o la restauración de un componente o ingrediente del alimento. El objetivo es que se alcancen concentraciones más elevadas de las que normalmente tiene y que suponen un beneficio para la salud del consumidor o se reestablecen aquellos nutrientes que se han perdido durante el tratamiento tecnológico del alimento.

Producto nutraceutico: elaborado a partir de un alimento, se vende en forma de cápsula, gragea u otra presentación farmacéutica y se ha demostrado que tiene propiedades beneficiosas y que protege contra enfermedades (Aranceta, 2010).

### **1.3 Materias primas**

#### **1.3.1 Harina de amaranto**

##### **1.3.1.1 Definición**

El amaranto es un cereal de cultivo anual. La palabra amaranto significa inmarcesible, que no se marchita; y viene del griego *Amaranton: a* (sin) y *marainein* (marchitar, palidecer). Los indígenas llamaban al amaranto *huautli* o *huauquilitl*, y los conquistadores lo denominaron “bledo”.

La familia *Amaranthacea* comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies de plantas herbáceas anuales o perennes, de las cuales tres son las principales productoras de grano: el *A. hypochondriacus* y el *A. cruentus*, cultivados en México y en Guatemala, y el *A. caudatus*, que se siembra en Perú (Hernández, 1998).

Haciendo una analogía con respecto a otros cereales convencionales, se puede definir a la harina de amaranto como el producto de la molienda del grano reventado del amaranto de las especies *A. hypochondriacus* y el *A. cruentus*.

##### **1.3.1.2 Funcionalidad**

Considerado el “mejor alimento de origen vegetal para consumo humano” por la Academia Nacional de Ciencias de E.E.U.U. Posee aproximadamente un 16% de proteína, un porcentaje un poco más alto que el de los cereales tradicionales por lo cual es capaz de erradicar el cáncer de colon (Murray, 2004).

Tiene los aminoácidos que el cuerpo necesita, un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana que ayuda a la memoria, a la inteligencia y alto aprendizaje (Ventureira, 2011). Es un alimento muy nutritivo y de alto valor calórico, carbohidratos, fibras y sales minerales. Sobre un valor proteico ideal de 100, el amaranto posee 75 (FAO-OMS).

El componente principal en la semilla del amaranto es el almidón, representa entre 50 y 60% de su peso seco. El diámetro del gránulo de almidón oscila entre 1 y 3 micrones, lo que facilita su digestión y lo convierte en 100% digestivo (Orsini, 2010).

Es útil en estados psicológicos alterados y en situaciones de miedo, sirve como fibra dietética y laxante, no contiene colesterol (Menegassi *et al*, 2011). Es bueno para la memoria, ya que equilibra el calcio, el fósforo y el magnesio y mantiene el cerebro en buen estado, ayuda a combatir la osteoporosis y anemia (Wei & Lee, 2002).

### **1.3.2 Arándano deshidratado**

#### **1.3.2.1 Definición**

El arándano (*Vaccinium spp.*) es un frutal perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia de las *Ericáceas* y constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas por el Hemisferio Norte, básicamente por Norteamérica, Europa Central y Eurasia, encontrándose también en América del Sur, y unas pocas especies en África y Madagascar (García, 2009).

#### **1.3.2.2 Funcionalidad**

Fruto libre de grasas y sodio, libre de colesterol y rico en fibras, refrescante, tónico, astringente, diurético y con vitamina C según la Food and Drugs Administration (FDA). Tiene la posición número uno frente a todos los frutos y vegetales por su capacidad antioxidante (Chu, 2005).

La fibra es un componente muy abundante en estos frutos, por lo que su consumo habitual puede resultar beneficioso para tratar el estreñimiento y la atonía intestinal. También son una buena fuente de potasio, hierro, calcio, taninos de acción astringente y de diversos ácidos orgánicos. Además, tienen un bajo valor calórico por su escaso aporte de hidratos de carbono. En el campo farmacológico es utilizado como un potente diurético.

Otra de las características de estos frutos es su abundancia en pigmentos naturales, antocianos (antocianinas) y carotenoides, de acción antioxidante: neutralizan la acción de los radicales libres, que son nocivos para el organismo y principales causantes del envejecimiento (Caillet, 2011). Estas propiedades pueden dar lugar a efectos fisiológicos muy diversos, antiinflamatorios y de acción antibacteriana, entre otros.

Además, incluyen un importante aporte de otros antioxidantes como la vitamina C, que potencia el sistema inmunológico o de defensas del organismo y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso del cáncer. Según un reciente estudio realizado en Norteamérica con 28 de las frutas y verduras más consumidas a nivel mundial, el arándano, como se puede ver en la Figura 4, sobresale en cuanto a contenido en antioxidantes (García, 2009).

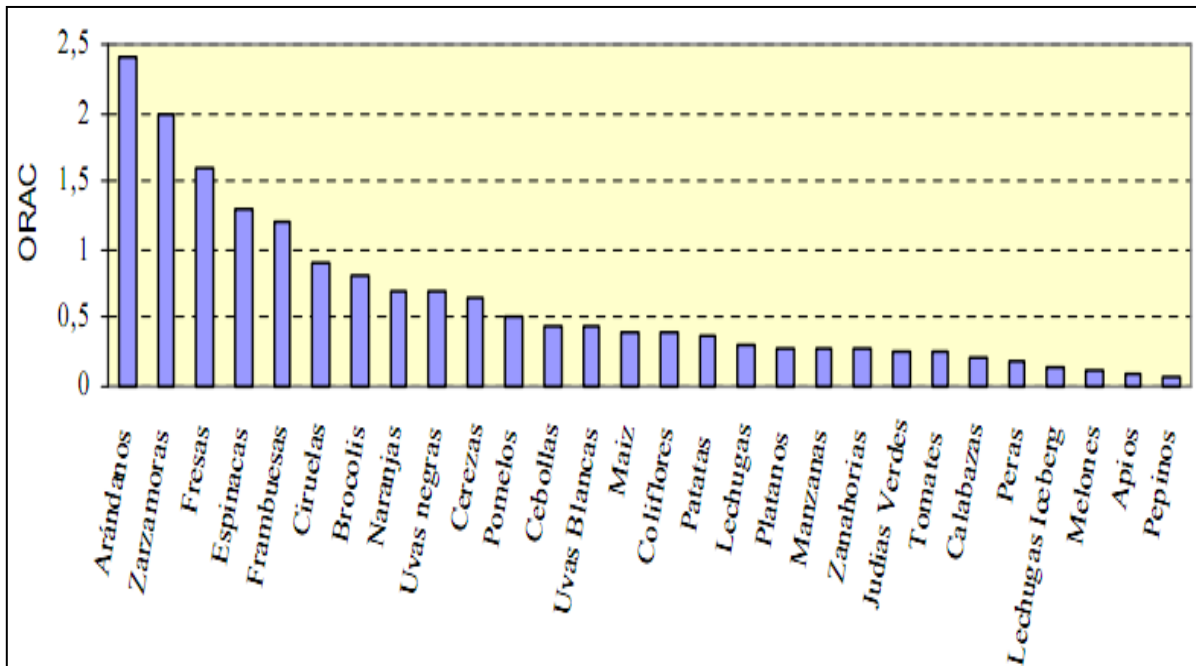


Figura 4. Contenido en antioxidantes para las frutas y verduras más consumidas a nivel mundial. ORAC: micromol equivalente Trolox/100 g. (Fuente: USDA Lab. At Tufts University)

Además tiene efectos positivos en afecciones del corazón (Heim, Tagliaferro, & Bobilya, 2002; Rice-Evans, 2001 citado por Caillet *et al*, 2011). Y en cuadros donde se observan deterioros de origen neuronal, previene cuadros de anemia, cataratas, glaucoma, infecciones urinarias y combate bacterias como la *Escherichia coli* (Mantley & Buslig, 1998 citado por Caillet *et al*, 2011).

### 1.3.3 Aditivos alimenticios

#### 1.3.3.1 Definición

Definido un aditivo por Madrid (1992) como una sustancia añadida intencionalmente a un alimento básico o a una mezcla de alimentos con la intención de modificar sus propiedades. La importancia del uso de aditivos radica en que son necesarios debido a que permiten la utilización de fuentes de suministro diversas o incluso inciertas, que pueden procesarse tan eficientemente como sea posible y que el producto final pueda mantenerse almacenado largo tiempo.

#### 1.3.3.2 Funcionalidad

Las funciones de un aditivo en un alimento son: mejorar el valor nutricional, conservar, proteger, ayudar en la producción y modificar la percepción del consumidor.

#### Agente Leudante

Bicarbonato de Sodio (*sodium bicarbonate*) ( $\text{NaHCO}_3$ ; sosa de panadería, bicarbonato de sosa, carbonato ácido de sodio, hidrogeno carbonato de sodio): Base, levadura química que libera dióxido de carbono cuando se calienta o cuando se mezcla con un ácido, como el ácido fumárico, la glucono-delta-lactona, el fosfato monocálcico, el tartrato ácido de potasio o el fosfato ácido de

aluminio y sodio. Se utiliza principalmente en panadería como agente leudante, pero también en bebidas para hacerlas efervescentes.

### *Conservadores*

Cloruro de Sodio (*sodium chloride*) (NaCl, sal): Sólido blanco, cristalino que es probablemente el conservador más antiguo. Se ha utilizado para el curado de carnes y pescados.

Inhibe el crecimiento de los microorganismos por deshidratación de las células de los animales y plantas (deshidratación osmótica), reduciendo la solubilidad del oxígeno e inhibiendo ciertas enzimas.

Sorbato de potasio (*potassium sorbate*) (E202; C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>KO<sub>2</sub>): Sal potásica del Ácido Sórbico. Disuelta en agua toma la forma ácida, con propiedades antibacterianas y antifúngicas. El sorbato potásico se utiliza como conservador en el pan, productos lácteos, cárnicos, margarina, pasteles rellenos en conserva, aderezos para ensaladas y embutidos. Hace la malla del gluten más fuerte y le da al pan mayor volumen, mejor simetría y mejor textura. Retarda la “regresión” y enranciamiento del pan o la migración de la humedad a la superficie del pan (Hughes, 1994).

### *Edulcorante*

Sacarosa (*sucrose*) (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>; azúcar de caña): Disacárido, presente en los tejidos de las plantas, que se hidroliza a glucosa y fructosa en soluciones ácidas calientes. Para su empleo alimentario se prepara a partir de la caña de azúcar *Saccharum officinarum*, planta cultivada extensamente en las regiones tropicales y subtropicales, y a partir de la remolacha azucarera, *Beta vulgaris*, planta que crece en las regiones templadas. La sacarosa se ha utilizado como conservador y edulcorante, y ha sido uno de los aditivos alimentarios más comunes, usado incluso en cervezas, vinos, licores, productos infantiles, galletas, repostería, productos de panificación, productos lácteos, frutas enlatadas, helados, mermeladas, etc.

### *Estabilizantes, emulsificantes, espesantes.*

Lecitina (*lecithin*) (E322): Emulsionante, agente desmoldeador, estabilizante y sinérgico de los antioxidantes, presente en la naturaleza en la yema de los huevos y en las semillas, preparada a partir de los desechos de semillas de soja una vez extraído el aceite. Es una mezcla compleja de compuestos químicos consistente principalmente en fosfolípidos. Es uno de los aditivos alimentarios más utilizados, y se emplea para mejorar la vida de anaquel, textura, aroma y sabor de los productos de panadería y repostería, helados, margarinas, para estabilizar mayonesas y salsas, y para ayudar a la disolución de las bebidas en polvo y las mezclas preparadas para repostería. También como desmoldeador para pan y derivados.

Jarabe de maíz (*corn syrup*): Mezcla viscosa y dulce de glucosa, maltosa y dextrinas, obtenida por un tratamiento ácido y enzimático (amilasas) al almidón de maíz. Se utiliza como edulcorante y espesante en una amplia variedad de alimentos procesados.

Maltodextrina (*maltodextrin*): Modificador de la textura obtenida a partir de la hidrólisis parcial del almidón. Se emplea como agente de volumen en los alimentos bajos en calorías y como inhibidor de la cristalización en alimentos infantiles, productos de panadería y pastelería (Hughes, 1994).



### *Fibras como sustituto de grasa*

Son aquellos polisacáridos estructurales que no son aprovechados metabólicamente por los organismos monogástricos, incluido el del hombre, pero que cumplen una función muy importante en el bienestar del individuo.

Está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, hemicelulosa, gomas y pectinas. Estos polímeros son exclusivos de los vegetales. La fibra cruda es la que se consigna generalmente en las tablas de composición de los alimentos y se determina analíticamente sometiendo los productos a un tratamiento en caliente con ácido clorhídrico y posteriormente con hidróxido de sodio. La fibra dietética representa el contenido total de los polisacáridos antes mencionados, por lo tanto, la fibra cruda normalmente es menor que la dietética (Badui, 1990).

La fibra se clasifica de acuerdo a sus propiedades físicas: la fibra soluble (pectinas, gomas, mucilagos, algunas hemicelulosas) y la fibra insoluble (lignina, celulosa, algunas hemicelulosas). La fibra soluble es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos, mientras que la insoluble acelera el tránsito intestinal e influye en el número y clase de bacterias fecales.

Su función principal es que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y por lo tanto de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino, y facilita el tránsito, la distensión intestinal y consecuentemente la defecación, es decir, su acción primaria se lleva a cabo precisamente en el colon del hombre. Esta situación provoca que se incremente la viscosidad, se reduzca el tiempo de residencia de los constituyentes del alimento en el intestino y que solo las moléculas fácilmente absorbibles atraviesen la pared intestinal. Para un mejor aprovechamiento de estas bondades, el consumo de fibra debe ir acompañado de una ingestión adecuada de agua para favorecer la producción de heces. Algunas propiedades adicionales son que ciertas fibras son hipoglucémicas, hiperglucémicas o hipocolesterolémicas (Badui, 1990).

Metilcelulosa (*methylcellulose*) (E461, cologel): Emulsionante, gelificante y espesante preparado por tratamiento de pulpa de madera con hidróxido de sodio y cloruro de metilo. Se disuelve en agua fría para formar una solución que gelifica al calentar. Se utiliza en productos de panadería como colaborador de la formación de la corteza y para ayudar a la retención de humedad, y como espesante y emulsionante en pastelería, helados y salsas para ensalada. También se utiliza en la industria farmacéutica como laxante. La Metilcelulosa también puede ser utilizada para reducir la cantidad de grasa en los alimentos a través de dos mecanismos: a) aportando propiedades similares a las de las grasas, de manera que la concentración de éstas pueda ser reducida, y b) reduciendo la adsorción de grasa en los alimentos sometidos a fritura (Fennema, 2000).

Fibra de cacao: Las cáscaras de cacao son un producto de desecho de la industria del chocolate, siendo una fuente subutilizada de la fibra dietética. La cáscara de cacao es rica en fibra dietética insoluble, así como cantidades atractivas de compuestos antioxidantes. Cuando es sometida a un tratamiento enzimático, se obtiene un producto que contiene más del 40% de fibra soluble de cacao. En particular, esta fibra puede añadir un color y sabor a cacao, ayuda a reducir el déficit de ingesta de fibra.

La fibra contiene altas cantidades de polisacáridos pécticos ramificados, que puede ser utilizado para evitar la hipercolesterolemia asociada con un alto índice aterogénico. Como parte de la dieta, esta fibra ha llevado a una reducción en la ingesta de alimentos y como consecuencia una reducción del peso corporal, atribuido a un efecto saciante. Por esta razón, se considera de interés tanto para la sustitución de la grasa (la reducción del contenido de calorías) y el enriquecimiento de fibra en productos de panadería dulce y confitería ya que proporciona el sabor y color del cacao (Martínez, 2011; Do *et al*, 2011).

#### 1.4. Proceso de elaboración de la mantecada

##### 1.4.1 Definición

Las mantecadas son productos batidos, leudados químicamente, y cuya fuente de grasa es aceite, esta proporción de grasa se encuentra entre 15 y 25 %, respecto al peso total de todos los ingredientes (Cuadro 1) (Charley, 1987, García, 1999 citados por Beltrán, 2004).

De acuerdo a la NMX-F-521-1992 se clasifica a la mantecada como un pan de dulce dentro de la categoría de panquelería y es definido como el producto elaborado con harina en cualquiera de sus tipos, azúcares, agua potable, sal yodada, adicionada o no de grasas y/o aceites comestibles, con ó sin levadura o leudante químico, ingredientes opcionales y aditivos alimentarios permitidos por la Secretaría de Salud, y con cuyos ingredientes se elabora un batido con una viscosidad tal que únicamente permite hornearse en molde.

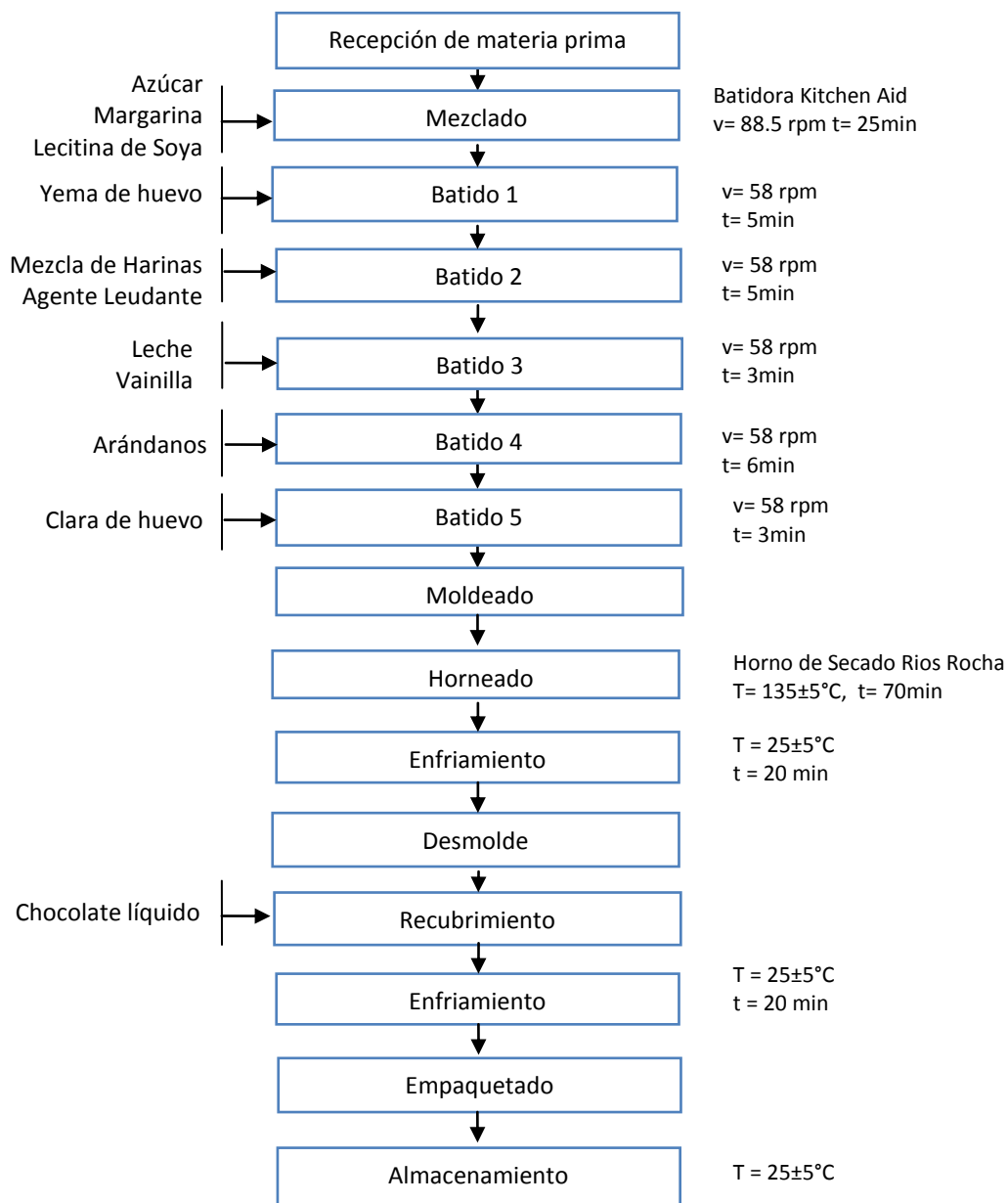
##### 1.4.2 Lista de Materias Primas y Aditivos

Ingrediente/ Aditivo
Harina de trigo
Harina de amaranto
Margarina
Azúcar
Yema de huevo
Clara de huevo
Leche
Agente leudante
Vainilla
Arándano
Lecitina de soya
Acido sórbico

Cuadro 1 Ingredientes de la mantecada

### 1.4.3 Diagrama de proceso

En el siguiente diagrama se muestra cada etapa para la fabricación de las mantecadas.



### 1.4.4 Descripción del diagrama de proceso

Recepción de la materia prima: Esta es la primera parte del diagrama de proceso, en donde se reúnen los aditivos o ingredientes que se utilizarán para la elaboración del producto.

**Mezclado:** En esta operación la base es cremar la margarina o la grasa con el azúcar. Se coloca la margarina en un tazón grande junto con el azúcar y con ayuda de la Batidora Kitchen Aid a una velocidad de 88.5 rpm durante 25min se bate hasta lograr una crema y que el azúcar se disuelva. Durante esta parte del proceso, también se agrega la lecitina de soya que ayuda a la formación de la emulsión.

**Batido 1:** Una vez que se obtiene la crema (mezcla margarina- azúcar) se agregan las yemas previamente separadas de las claras, las cuales ayudan a la formación de la emulsión junto con la lecitina de soya que se agrega durante el mezclado.

**Batido 2:** En esta parte del proceso se agregan las materias primas secas, que en este caso son las harinas de trigo y de amaranto, con el tamaño de partícula correspondiente para harinas finas utilizadas en panificación (Malla 30= 0.0282 - 0.01805 in), de la misma manera se agrega el agente leudante que ayudará al esponjamiento y volumen del producto final.

**Batido 3:** Para hidratar la mezcla y obtener una masa fluida, en este punto del proceso se agregan la leche y la vainilla y se continua batiendo.

**Batido 4:** En este punto del proceso se agregan los arándanos cortados previamente en pequeños trozos, que contribuyen al desarrollo de un alimento funcional.

**Batido 5:** En este último batido se agregan las claras de huevo de manera envolvente, incorporando aire a la mezcla, para obtener un producto final con la textura y volumen deseados.

**Moldeado:** Debido a la consistencia fluida de la mezcla obtenida ésta se deposita en un molde para poder hornearla y tener la forma deseada en el producto final.

**Horneado:** En esta fase del proceso de elaboración de productos de panificación (mantecada) se suele emplear una fuente de calor que en la mayoría de los casos se trata de un horno. Las diferencias de temperatura alcanzadas entre la miga interior y la corteza pueden alcanzar los 100 °C, por lo que conviene asegurarse que el interior alcanza esta temperatura para poder garantizar la erradicación de los posibles organismos patógenos que hayan quedado en la masa.

**Enfriamiento:** Una vez que se ha llevado a cabo el horneado del producto, se realiza un enfriamiento del mismo que se hace a temperatura ambiente.

**Desmolde:** El producto final se saca del molde y se obtiene la forma deseada.

**Recubrimiento:** Al producto final obtenido (mantecada) se le cubre con una capa de chocolate líquido elaborado previamente y se deja endurecer a temperatura ambiente.

**Enfriamiento:** Se realiza a temperatura ambiente para que la cubierta de chocolate endurezca y se adhiera a la mantecada.

**Empaquetado:** El producto final se cubre con materiales que lo protejan de las condiciones externas o del medio ambiente y conserven sus propiedades organolépticas.

Almacenamiento: El producto final se conserva en condiciones óptimas para su consumo posterior.

## 1.5 Proceso de elaboración del chocolate

### 1.5.1 Definición

Se define como el producto homogéneo elaborado a partir de la mezcla de dos o más de los siguientes ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, cocoa, adicionado de azúcares u otros edulcorantes, así como de otros ingredientes opcionales, tales como productos lácteos y aditivos para alimentos, encontrándose dentro de éste diferentes variedades (Cuadro 2) (NOM-186-SSA1/SCFI-2002).

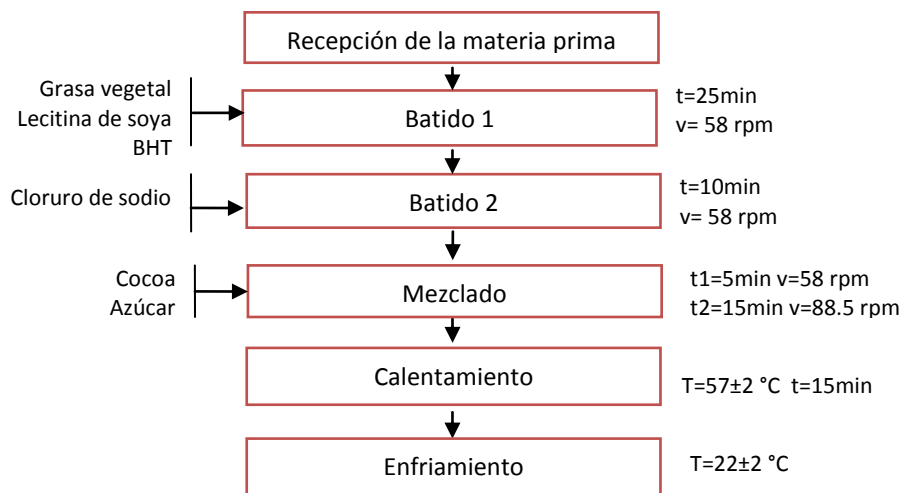
El chocolate ha mostrado efectos benéficos respecto a la disminución de la reactividad de las plaquetas, el aumento de la vasodilatación de las arterias, mejora de la capacidad antioxidante y la protección contra la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), y mejora la sensibilidad a la insulina y la presión sanguínea. El chocolate también contiene grasa en forma de manteca de cacao, que se compone de una mezcla de ácido esteárico (35%), palmítico (25%) y oleico (35%), y una pequeña cantidad de ácido linoleico. El alto contenido de ácidos grasos saturados (SFA) ha expresado su preocupación por el consumo de chocolate y el colesterol LDL (Kurlandsky & Stote, 2006).

### 1.5.2 Lista de materias primas y aditivos

Ingrediente/Aditivo
Sacarosa
Grasa Vegetal
Cocoa
Lecitina de soya
Cloruro de Sodio
Butilhidroxitolueno (BHT)

Cuadro 2 Ingredientes del chocolate

### 1.5.3 Diagrama de proceso



#### **1.5.4 Descripción del diagrama de proceso**

Recepción de la materia prima: Esta es la primera parte del diagrama de proceso, en donde se reúnen los aditivos o ingredientes que se utilizarán para la elaboración del producto.

Batido 1: En esta operación unitaria se prepara una mezcla, incorporando la grasa vegetal, lecitina de soya y el antioxidante, dicho proceso se realiza en la Batidora Kitchen Aid a 58 rpm.

Batido 2: En esta fase del proceso se agrega el cloruro de sodio a la mezcla, el cual intensificará el sabor de la cubierta de chocolate, el batido se realiza a las mismas condiciones que el Batido 1.

Mezclado: Durante esta operación se hace un mezclado de polvos (cocoa, azúcar y fibra de cocoa) que se incorporarán a la mezcla que se encuentra en forma de pasta. El primer tiempo es para la mezcla de polvos y el segundo para la mezcla de los polvos con la pasta obtenida previamente.

Calentamiento (atemperado): Tiene por objetivo disminuir el tamaño de las partículas del chocolate, de tal forma que al final sea suave al paladar evitando así la sensación de arenosidad. Se le otorga la suavidad y una mejor calidad al chocolate dándole características reconocidas en él. Se realiza a una temperatura superior al punto de fusión de la manteca de cacao que, por lo tanto, se mantiene líquida.

Enfriamiento: La etapa final en la elaboración del chocolate es el enfriamiento del chocolate fundido y la cristalización de la manteca de cacao. Las diferentes formas cristalinas de la manteca de cacao varían en su dureza y en su temperatura de fusión. Para el chocolate se necesitan cristales que sean lo suficientemente duros como para que el producto forme tabletas o barras consistentes o en este caso coberturas firmes, pero que se partan con facilidad. También es necesario que el punto de fusión de los cristales sea ligeramente superior a la temperatura ambiente, pero inferior a la temperatura del interior del cuerpo, para que el chocolate se funda en la boca. El último requisito es que los cristales sean pequeños; si los cristales tuvieran un tamaño mayor que el de las demás partículas sólidas, el chocolate presentaría una textura arenosa y resultaría imposible obtener tabletas o barras con una textura suave y un aspecto brillante. La forma concreta en la que cristaliza la manteca de cacao tiene lugar a una temperatura entre 18° y 25°C, es por esto que la operación se realiza a una  $T = 22 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### **1.6 Métodos para determinar vida útil**

#### **1.6.1 Definición**

La vida útil de un alimento representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables. Entre las muchas variables que deben considerarse en la vida útil de un alimento están: la naturaleza del alimento, su composición, las materias primas usadas, el proceso a que fue sometido, el envase elegido para protegerlo, las condiciones de almacenamiento y distribución y la manipulación que tendrá en manos de los usuarios. Es bien conocido que estas condiciones pueden influenciar negativamente los atributos de calidad de los alimentos. Para el empresario que necesita cumplir con aspectos reglamentarios y legales de etiquetado, es de interés contar con métodos prácticos y confiables para estimar la vida útil de sus

productos. De la definición de vida útil surge que lo primordial es el aspecto sanitario. Ningún fabricante puede tolerar que sus clientes se intoxiquen, ya sea por una proliferación microbiana elevada o por la presencia de un algún compuesto químico tóxico generado durante un almacenamiento demasiado prolongado.

Pasadas las barreras sanitarias y nutricionales, la barrera restante depende en definitiva de las propiedades sensoriales del producto. Se puede discutir que es importante tener en cuenta los cambios físicos o químicos, pero éstos repercuten directamente sobre la calidad sensorial.

Se buscarán mecanismos que retarden o bloqueen estas reacciones químicas, pero en definitiva lo que se quiere evitar es que aparezca un defecto sensorial que impacte negativamente al usuario (Hough, 2005).

### **1.6.2 Pruebas aceleradas**

Un estudio de vida útil (VU) consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, de acuerdo con una frecuencia establecida, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante o hasta alcanzar los límites prefijados. Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo que se deben programar controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial.

El objetivo básico de los ensayos acelerados es realizar estudios a temperaturas elevadas para luego poder predecir el deterioro a temperaturas de almacenamiento menores.

En las pruebas aceleradas hay que seleccionar tanto las temperaturas de ensayo del producto, como la temperatura de almacenamiento del control (testigo). Las Temperaturas de ensayo recomendadas son: 25, 30, 35, 40 y 45°C, preferentemente manteniendo el control a -18°C.

#### Determinación del tiempo máximo de almacenamiento para el estudio

Un estudio de vida útil con pruebas aceleradas se realiza hasta lograr un deterioro apreciable en las muestras (o sea, hasta conseguir un rechazo por parte del consumidor). Por ese motivo es muy importante definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a trabajar. Normalmente en las empresas se conoce un tiempo estimado de deterioro de las muestras, en condiciones normales de almacenamiento; sin embargo, cuando se plantean estudios acelerados de vida útil, esta información no siempre se conoce previamente. Por lo tanto, es interesante hacer algún tipo de ensayo preliminar, en las condiciones de ensayo seleccionadas, que permita fijar dentro de márgenes amplios, el tiempo en el que la muestra sufre un deterioro importante.

#### Determinación de los descriptores críticos

Un descriptor crítico es aquella característica que limita la VU del producto, ya sea por disminución durante la vida comercial (contenido en vitaminas, funcionalidad de un aditivo, carácter crujiente, olor típico, etc.) o por aumento del mismo (pardeamiento, carga microbiana, olor o sabor extraño, sabor rancio, etc.). Hay que plantear un conjunto de análisis que pueden incluir análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y de aceptabilidad (con consumidores).

## Selección del diseño experimental

Existen dos tipos de diseños aplicables a los estudios de VU: el diseño básico y el diseño escalonado.

### ▶ Diseño básico

Consiste en almacenar un lote de muestra en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados. En cada muestreo se realizan todos los análisis correspondientes. La ventaja de emplear un diseño básico es que se trabaja con un único lote de producción.

Las desventajas del diseño básico son que hay que reunir al panel de evaluadores y a los consumidores varias veces (en cada tiempo de muestreo), lo que implica mayor trabajo y mayor costo. Los evaluadores sensoriales van intuyendo el objetivo del estudio y hay un error de expectativa. Si se citan siempre a los mismos consumidores, éstos también pueden percatarse de los objetivos del estudio. Se debe recordar la precaución de asegurar que el testigo se mantenga inalterado a lo largo del estudio; de no ser así, hay que cambiarlo por testigo nuevo cada día de ensayo.

### ▶ Diseño escalonado

Consiste en almacenar diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de forma de obtener en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día analizarlas. La ventaja de emplear el diseño escalonado es que todos los ensayos se realizan en un solo día (se reúne al panel de evaluadores y se reclutan los consumidores una sola vez) y además no se necesita almacenar un control.

La desventaja del diseño escalonado es que al trabajar con varios lotes de producción es difícil definir cuál se toma como testigo (Hough, 2005).

## **1.6.3 Aplicación de la cinética a la predicción de la vida útil**

### Principios

El estudio sistemático de los mecanismos degradativos puede aportar métodos satisfactorios para determinar la vida útil. Consiste en utilizar un diseño más elaborado basado en los principios de la cinética química y determinar la dependencia de la temperatura real de diversos atributos de calidad. Este método inicialmente es más costoso, pero permite hacer predicciones más exactas, formulaciones más eficaces de productos y la capacidad para optimizar el proceso.

### Función de la calidad del alimento – orden de reacción

La reducción de la calidad puede representarse por una pérdida cuantificable de un atributo de calidad deseable A (nutriente o aroma característico) o por la formación del atributo indeseable B (pérdida del aroma o de la coloración), se expresan con las ecuaciones 1 y 2:



$$\frac{-dA}{dt} = kA^n \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\frac{-dB}{dt} = k'AB^{n'} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde

k y k' = Constantes de velocidad de reacción

n y n' = órdenes de reacción.

La mayoría de los datos de vida útil para un cambio de un atributo de calidad, si se basan en una reacción química característica o en el crecimiento microbiano, siguen una cinética de orden cero o de primer orden (Figura 5 y 6) (Hough, 2005).

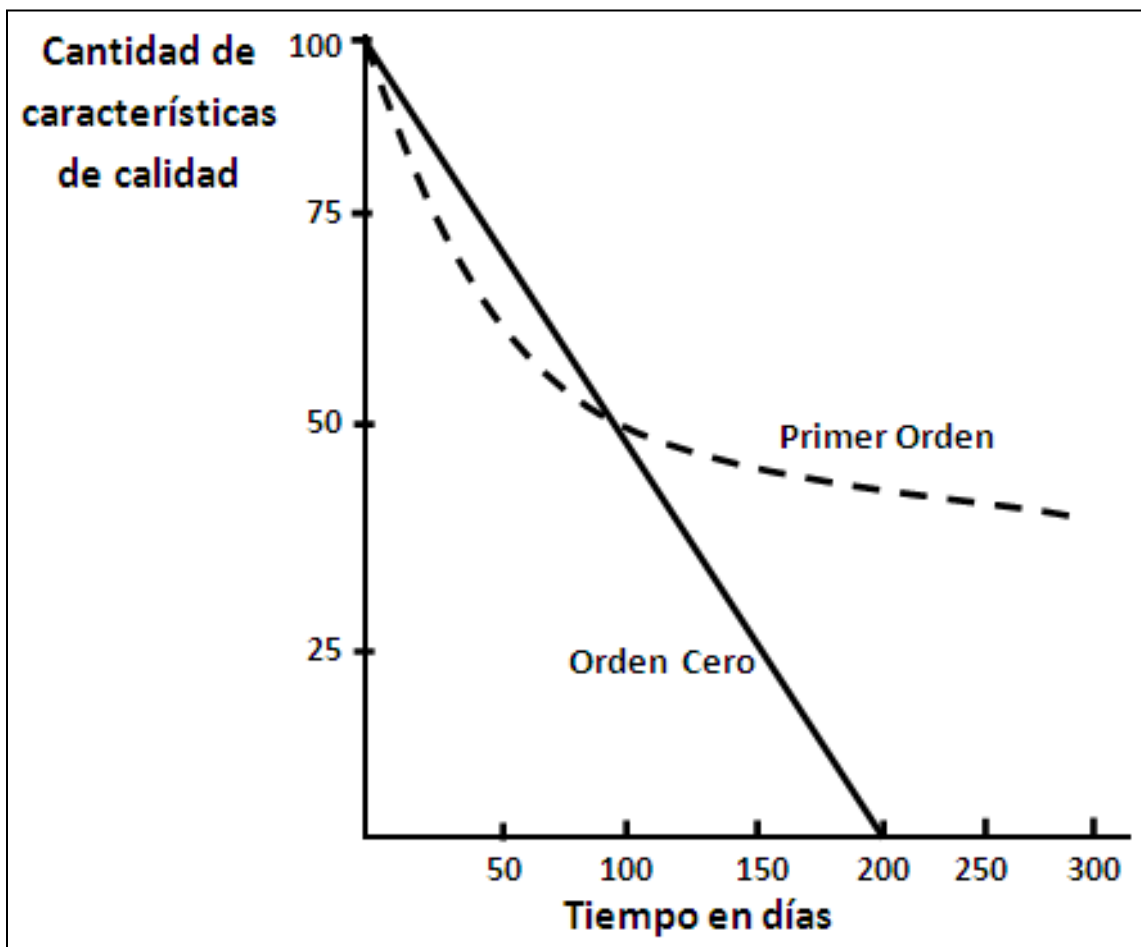


Figura 5 Cambio de calidad frente al tiempo mostrando el efecto del orden de reacción sobre la velocidad de cambio (Fennema, 2000).

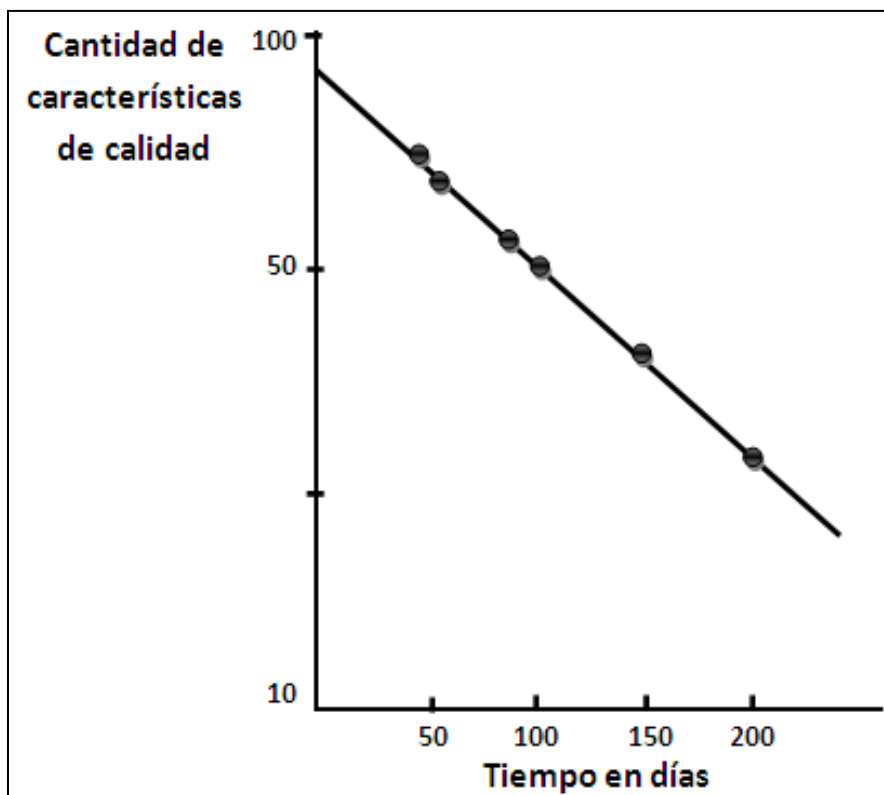


Figura 6 Representación semilogarítmica para una reacción de primer orden de pérdida de calidad frente al tiempo (Fennema, 2000).

#### Efectos de la temperatura – procedimiento de Arrhenius

Las ecuaciones cinéticas de vida útil son específicas para el alimento estudiado y las condiciones ambientales empleadas. La temperatura es el único factor normalmente incorporado al modelo de vida útil, ya que afecta intensamente a las velocidades de reacción y no es afectada por el tipo de material de empaquetado del alimento. La ecuación de Arrhenius (Ecuación 3) se utiliza para las velocidades de las reacciones alterativas de los alimentos (Figura 7).

$$K = A \exp\left(-\frac{Ea}{RT}\right) \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

K = Constante de la velocidad de reacción.

A = Atributo cuantificable.

Ea= Energía de activación ( J/mol), (cal/mol)

T= Temperatura absoluta (K)

R= Constante universal de los gases (1.9872cal/molK o 8.3144 J/molK)

Si dos reacciones críticas ocurren en un alimento y tiene diferentes velocidades y energías de activación, es posible que una predomine por encima de alguna temperatura crítica (Tc) y la otra por debajo de esta temperatura. (Hough, 2005).

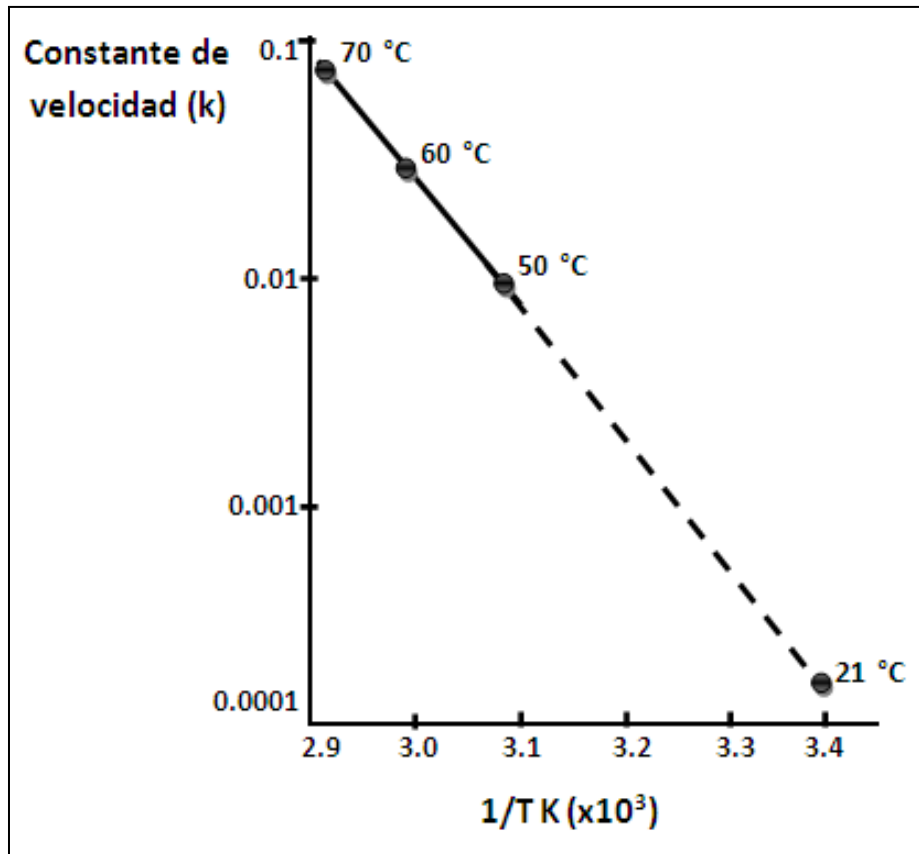


Figura 7 Predicción de la vida útil por extrapolación de altas y bajas temperaturas en una representación gráfica de Arrhenius (Fennema, 2000).

Los factores que causan desviaciones del comportamiento de Arrhenius son:

- ▶ Actividad de agua ( $A_w$ )
- ▶ Humedad
- ▶ Cambio de estado físico
- ▶ Cambio en la reacción crítica con un cambio de temperatura
- ▶ Cambio en el pH
- ▶ Reducción del oxígeno disuelto
- ▶ Efectos de la historia de temperaturas (Fennema, 2000)

#### Estimación de la energía de activación

El objetivo básico de los ensayos acelerados es realizar estudios a temperaturas elevadas para luego poder predecir el deterioro a temperaturas de almacenamiento menores. Para poder extrapolar los resultados obtenidos a temperaturas elevadas a temperaturas más bajas, será necesario aplicar la ecuación de Arrhenius cuyo parámetro clave es la energía de activación.

#### Variación en la velocidad de reacción cada 10°C: Q10

La variación de la velocidad de reacción cada 10°C es una alternativa a la ecuación de Arrhenius utilizada en las estimaciones de vida útil de alimentos, para determinar el tiempo en el cual un producto conserva las características aceptables para el consumidor. Esta variación se define de la siguiente forma:

$$Q_{10} = \frac{\text{velocidad a } (T + 10C)}{\text{velocidad a } T} = e^{\frac{Ea}{R} \left( \frac{10}{T(T+10)} \right)} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:  $T$  es una temperatura relacionada con el intervalo de almacenamiento del alimento y  $Ea$  es la energía de activación ( J/mol o cal/mol) (Hough, 2005).

## 1.7 Envase de mantecadas

### 1.7.1 Definición

Se define como cualquier recipiente que contiene alimentos para su entrega como un producto único, que los cubre total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas. Un envase puede contener varias unidades o tipos de alimentos cuando se ofrece al consumidor (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991).

El envase es el recipiente que contiene el producto individual (en unidades de venta al menudeo) con el propósito de conjuntarlo, protegerlo, conservarlo y transportarlo. Además, al paso del tiempo, también cumple con las funciones de dosificar y exhibir al producto (Lerma, 2010).

### 1.7.2 Tipos y materiales

*Polipropileno y poliestireno, como materiales de empaque en panificación:*

El polipropileno (PP) es un material de alta memoria, al doblarse éste tiende a recobrar la forma original. En película es un material altamente transparente, con gran resistencia a la punción y a la tensión, pero con baja resistencia al rasgado.

El polipropileno tiene barrera a la humedad, buena barrera contra gases y aromas, lo que permite una mayor vida de anaquel en los productos de panificación. No cambia sus características de protección en climas extremos, tiene estabilidad dimensional, baja electrostática, deslizamiento adecuado y rasgado uniforme, puede sellarse térmicamente y es inocuo.

Otro material de empaque es el poliestireno (PS) el cual se utiliza para fabricar artículos rígidos a partir de láminas del material por un proceso de termo formado, este material, presenta barrera a gases o humedad, es ampliamente utilizado en la elaboración de estuches ya que su alta transparencia lo hace muy atractivo. El PS es un material duro, aunque frágil, resistente a la tensión, de buena estabilidad dimensional y aislamiento eléctrico, además de ser inocuo.

Dentro de los materiales de empaque más utilizados para la comercialización de los productos de panificación están las bolsas de PP y las cajas rígidas de PS. Un pan empacado con una película plástica suele almacenarse dentro un período de hasta siete días, mientras se oferta al consumidor, a este tiempo de almacenamiento se le llama vida de anaquel. Éste es un período en el cual las características del pan aún son atractivas para el consumidor (Sicre, 2004).

### *Papel y cartoncillo, materiales alternativos en el empaque.*

El papel ha sido hasta el momento un material de envase y embalaje muy utilizado durante muchos años en diversos sistemas desde envases primarios hasta componentes de embalajes. El papel es generalmente elaborado a partir de fibras de celulosa vegetales (madera, algodón, lino, etc.). La distinción entre papel y cartoncillo está dada en función del espesor, en general todos los materiales con un grosor igual o mayor a 0.012" (0.305mm) es considerado cartón, aunque pueden existir excepciones. El empaque representativo de este tipo de materiales son las cajas, existiendo diferentes tipos de éstas dependiendo de su uso; por ejemplo, las cajas plegadizas elaboradas de diferentes tipos de cartón (*Couche* promocional, *Cromekote* calidad, *Eurokote* calidad, cartoncillo gris, *Kraft*, *Couche* reverso madera, cartulina *Vellum* y cartulina blanca o de color) cuya característica primordial es que cuenten con una flexibilidad suficiente para que no se quiebren cuando estos materiales son plegados en sus líneas de doblez, existen diferentes grosores y calidades del cartón. Este tipo de cajas son empleadas primordialmente como envases primarios, aunque también son ampliamente usados como envases secundarios.

Las cajas de cartón corrugado, por otro lado empleadas para embalaje, están compuestas por dos tipos de elementos: el *liner* y el *medium* (material de flauta), por su costo y eficiencia es el material de embalaje más usado, ya que además pueden lograrse buenas impresiones sobre sus caras, dependiendo de los materiales utilizados, pudiendo fungir un papel de exhibidor (Rodríguez, 2007).

#### **1.7.3 Características de Diseño**

- ▶ Presentación, digna, respetable, estéticamente agradable, de acuerdo con la cultura y el sector de la población al que se destina el producto.
- ▶ Nombre o marca eficaz desde el punto de vista del Marketing, es decir, que sea memorizable, distinto del de otros productos similares o análogos.
- ▶ Una descripción breve, clara y sencilla del uso o consumo del producto que contiene.
- ▶ Que sea un elemento de exhibición y/o publicidad del producto. El envase debe actuar como el "vendedor silencioso" y como la superficie publicitaria más económica y eficaz del mundo.
- ▶ El envase no debe ser frágil ni rompible y debe resistir la fuerza de compresión, según el producto, no debe ser perforable ni dejar desprender el aroma de su contenido, debe ser impermeable a los gases húmedos o secos.
- ▶ Debe ser manejable fácilmente con seguridad y eficacia.
- ▶ Debe informar sobre el precio del mismo, cantidad contenida, fecha límite de consumo y debe contener por medio de códigos barrados o etiquetas bidimensionales toda la información útil para la cadena comercial.
- ▶ Debe aportar información marcada de su adecuación con la legislación medioambiental.
- ▶ El diseño estructural del envase debe ser conforme al criterio de ocupar el mínimo espacio cúbico posible, manteniendo su capacidad de contenido deseada por logísticas de economía, marketing y de servicio en su comercialización.
- ▶ Es el factor más decisivo en la publicidad.
- ▶ Debe portar una etiqueta que contenga la información mínima impresa establecida por la legislación.
- ▶ Un envase debe proteger lo que vende y vender lo que protege.
- ▶ Debe ser compatible con el producto (Sicre, 2004).

## 1.8 Etiquetado

### 1.8.1 Definición

De acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008 se considera etiqueta a cualquier rótulo, marbete, descripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve adherida o sobrepuesta al envase del producto pre-ensado o cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje.

### 1.8.2 Normatividad

Las etiquetas o envases impresos de los productos preensados, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento, deben cumplir con lo siguiente (NOM-247-SSA1-2008):

1. Requisitos generales.
  - ▶ Los productos destinados a ser comercializados en el mercado nacional, deben ostentar una etiqueta con la información a que se refiere esta Norma en idioma español, independientemente de que también pueda estar en otros idiomas, cuidando que los caracteres.
  - ▶ Debe aparecer en la superficie principal de exhibición del envase del producto cuando menos, la denominación del producto pre-ensado.
  - ▶ Cuando en las etiquetas se declaren u ostenten en forma escrita, gráfica o descriptiva que los productos, su uso, aplicación, ingredientes o cualquier otra característica están recomendados, respaldados o aceptados por centros de investigación, asociaciones, organizaciones, entre otros. Se deberá contar con el sustento técnico respectivo, el que estará a disposición de la Secretaría en el momento en el que lo solicite. Dichas declaraciones deben sujetarse a lo siguiente: la leyenda debe describir claramente la característica referida, estar precedida por el símbolo o nombre del organismo y figurar con caracteres claros y fácilmente legibles.
2. Nombre o denominación del producto pre-ensado
  - ▶ El nombre o denominación del producto pre-ensado debe corresponder con la establecida en los ordenamientos legales específicos, en ausencia de éstos, puede indicarse el nombre de uso común, o bien, emplearse una descripción de acuerdo con las características básicas de la composición y naturaleza del producto.
3. Declaración de ingredientes.
  - ▶ En la etiqueta de los productos preensados cuya comercialización se haga en forma individual, debe figurar una lista de ingredientes, la cual puede eximirse cuando se trate de productos de un solo ingrediente.
  - ▶ La lista de ingredientes debe ir encabezada o precedida por el término "ingredientes:"
  - ▶ Los ingredientes deben enumerarse por orden cuantitativo decreciente (m/m).
  - ▶ Se debe declarar un ingrediente compuesto cuando constituya más del 25 por ciento y debe ir acompañado de una lista entre paréntesis de sus ingredientes constitutivos por orden cuantitativo decreciente (m/m).
  - ▶ Debe ser incluido en la lista de ingredientes todo aditivo que haya sido empleado en los ingredientes y que se transfiera a otro producto en cantidad notable o suficiente para desempeñar en él una función tecnológica.

4. Nombre y domicilio fiscal.
  - ▶ Debe indicarse el nombre, la denominación o razón social y el domicilio fiscal del responsable del producto, este último debe incluir de manera enunciativa más no limitativa: calle, número, código postal, ciudad y estado.
5. País de origen
  - ▶ Debe incorporarse la leyenda que identifique el país de origen del producto, por ejemplo: “Hecho en...”, “Producto de...”, “Fabricado en...”, o leyenda equivalente, seguida de país de origen.
6. Identificación de la clave del lote.
  - ▶ Cada envase debe llevar grabada o marcada de cualquier modo, la identificación del lote al que pertenece, con una indicación que pueda ser en clave que permita su rastreabilidad.
  - ▶ Cuando se indique con el formato de fecha, anteponerse la palabra “Lote” o su abreviatura “L”.
  - ▶ Si la identificación del lote corresponde a la fecha de caducidad, anteponer las leyendas “Lote” y “Fecha de caducidad” o sus abreviaturas “L y Fech. Cad.” o “L y Cad.”.
7. Fecha de caducidad o de consumo preferente
  - ▶ El fabricante debe declararla en el envase o etiqueta, la cual debe consistir por lo menos de: el día y el mes para los productos de duración máxima de tres meses; el mes y el año para productos de duración superior a tres meses.
8. Etiquetado Nutricional
  - ▶ La declaración nutricional en la etiqueta de los productos es obligatoria y debe incluir como mínimo lo siguiente:

Contenido energético: _____ KJ (Kcal) Proteínas: _____ g Grasas: _____ g. de los cuales _____g de grasa saturada Carbohidratos: _____ g. de los cuales _____ g azúcares Fibra: _____g Sodio: _____g o mg Información adicional: _____g, mg, µg o %IDR	}	Presentación de la información por 100g por 100ml, por porción o por envase.
---	---	--

9. Cálculo de nutrimentos
 

Energía, la cantidad de energía declarada deberá calcularse utilizando los siguientes factores de conversión:

  - a) Carbohidratos 4 kcal/g 17 kJ
  - b) Proteínas 4 kcal/g 17 kJ
  - c) Grasas 9 kcal/g 37 kJ
  - d) Alcohol 7 kcal/g 29 kJ
  - e) Ácidos orgánicos 3 kcal/g 13 kJ
  - f) En los casos de polialcoholes o polidextrosas para el cálculo de contenido energético se deben utilizar los siguientes factores de conversión:
    - ▶ Polialcoholes 2,4 kcal/g 10 kJ
    - ▶ Polidextrosas 1 kcal/g 4 kJ

## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

### 2.1 Planteamiento del problema y definición de objetivos

#### PROBLEMA

Desarrollo de una mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate.

#### OBJETIVOS

##### Objetivo General:

Desarrollar una mantecada funcional a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate, sustituyendo la grasa por fibras solubles para la aceptación del consumidor con problemas de sobrepeso.

##### Objetivo Particular 1:

Realizar un estudio de mercado mediante un análisis al consumidor determinando la factibilidad del desarrollo de una mantecada funcional baja en grasa entre personas con sobrepeso.

##### Objetivo Particular 2:

Evaluar el efecto de un sustituto de grasa (metilcelulosa-maltodextrina) a diferentes concentraciones sobre las propiedades sensoriales de la mantecada obteniendo el mejor prototipo.

##### Objetivo Particular 3:

Evaluar el efecto de un sustituto de grasa (fibra de cocoa) variando su concentración sobre las propiedades sensoriales de la cobertura obteniendo el mejor prototipo.

##### Objetivo Particular 4:

Caracterizar la mantecada seleccionada, determinando la composición química y las propiedades texturales, microbiológicas y sensoriales para la aceptación por parte del consumidor y la calidad sanitaria del producto.

##### Objetivo Particular 5:

Desarrollar la mercadotecnia de la mantecada funcional baja en grasa con base en las características de la misma para su comercialización.

##### Objetivo Particular 6:

Determinar la vida útil de una mantecada funcional baja en grasa mediante pruebas aceleradas estimando un tiempo de consumo.



## 2.2 Cuadro Metodológico

## 2.3 Descripción de la metodología experimental

### 2.3.1 Actividades Preliminares

1. ***Elaborar la harina de amaranto a partir del grano (*Amaranthus spp*) mediante un proceso de molienda.***

Se realizó la molienda del grano de amaranto reventado marca Arantto® previamente adquirido en tiendas de autoservicio (Superama®). Se llevó a cabo la molienda de 10kg de dicho cereal en un molino de martillos rotatorios marca Burrows®. Posteriormente se realizó el tamizado en una tamizadora de ensayo marca Ro-Tap modelo RX-29 para su posterior análisis granulométrico (Pabón, 2009).

2. ***Caracterizar la estufa para panificación.***

Se evaluó cada sección (4 cuadrantes) de las tres rejillas de la Estufa de Secado Ríos-Rocha modelo E-48, en tres temperaturas diferentes durante un tiempo constante con la finalidad de determinar si la temperatura se alcanzaba y mantenía en el tiempo determinado, para asegurar un adecuado horneado de las mantecadas.

3. ***Determinar la cantidad de gluten presente en la harina de trigo.***

Se determinó el porcentaje de gluten húmedo y gluten seco de acuerdo a lo establecido en la NOM-086-SSA1-1994, tanto a la harina de trigo marca Selecta® y Tres Estrellas® como al gluten vital; con el fin de seleccionar la harina más adecuada para productos de panificación en función del % de gluten húmedo.

4. ***Determinar la proporción de las harinas trigo-amaranto en función de las características del producto horneado.***

Se elaboraron tres corridas experimentales de mantecadas variando la proporción de harina de trigo / harina de amaranto: 50%/50%, 60%/40% y 70%/30% con respecto al porcentaje de harina dentro de la formulación general y siguiendo el diagrama de proceso indicado en el numeral 1.4.3.

Se realizó un análisis sensorial a 40 personas (jueces afectivos) de las tres muestras de mantecadas con la finalidad de seleccionar la mantecada que reuniera el mayor número de atributos y la mayor preferencia por parte de los encuestados. El formato de la encuesta es el que se muestra en la Figura 8:

**INSTRUCCIONES:**

1. Frente a ti se encuentra una charola con un set de muestras diferentes.
2. Prueba las muestras de izquierda a derecha.
3. Coloque una marca ( ✓ ) a la muestra de mayor agrado y una ( ✗ ) a la de menor agrado.

CARACTERÍSTICA A EVALUAR:	Mantecada 459	Mantecada 234	Mantecada 709
Sabor			
Color de la corteza			
Color de la miga			
Olor			
Forma			
Volumen			
Dureza			
Esponjosidad			
Adhesividad (se pega en dientes y paladar)			
Cohesividad (si la miga no se desprende )			
Compacidad (al presionar con los dedos)			
Elasticidad (al dejar de presionar con los dedos)			

4. Ordene las muestras de 3 (mayor presencia) a 1 (menor presencia).

CARACTERÍSTICA A EVALUAR:	Mantecada 459	Mantecada 234	Mantecada 709
Terrosidad (sabor a tierra)			
Sabor a Tostado /Quemado			
Grasosidad			
Resequedad			
Harinosidad			

5. De acuerdo a las tres muestras seleccione solo una en función de lo siguiente:

LA QUE...	Mantecada 459	Mantecada 234	Mantecada 709
Fue de menor agrado.			
Fue de mayor agrado.			
Consumiría en su dieta.			

Figura 8 Encuesta de análisis sensorial

Se realizó el análisis correspondiente a los datos obtenidos (análisis de ordenamiento por rangos).

**5. Elaborar las mantecadas testigo (con grasa).**

Se elaboraron las mantecadas testigo con la formulación seleccionada y empleando el diagrama de proceso (numeral 1.4.3) para llevar a cabo los análisis químicos y sensoriales correspondientes.

**6. Evaluar la composición química (humedad, grasa y fibra) y propiedades sensoriales (sabor, olor, color, textura, apariencia) de la mantecada testigo.**

Se determinaron la humedad de la mantecada testigo por tres métodos diferentes: Método de Dean & Stark (Osborne & Voogt, 1986), termobalanza digital y termobalanza convencional (NMX-F-428-1982); con la finalidad de asegurar la confiabilidad de los datos obtenidos. Los equipos empleados fueron: termobalanza digital OHAUS Modelo MB45 y termobalanza convencional.

Se determinó el porcentaje de grasa de la mantecada testigo mediante la extracción etérea (Soxhlet) indicada en la NOM-086-SSA1-1994.

Se le determinó a la muestra previamente seca y desengrasada el porcentaje de fibra cruda mediante la técnica de Kennedy (NMX-F-090-1964). Se empleó un digestor de fibra marca Labconco.

Se realizó un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) de la mantecada testigo a 10 jueces, la encuesta es la que se presenta a continuación en la figura 9:

HOJA DE RESPUESTAS						
<b>NOMBRE</b> _____						
<b>INSTRUCCIONES:</b> Evalúa la siguiente muestra de <b>MANTECADA FUNCIONAL</b> y asigna un valor a cada uno de sus atributos según la intensidad tomando en cuenta los siguientes criterios:						
<b>Valor</b>						
0	Cuando hay una ausencia					
1	Cuando es muy débil					
2	Cuando es débil					
3	Cuando es moderado					
4	Cuando es fuerte					
5	Cuando es muy fuerte					
ATRIBUTO	VALOR					
Esponjoso	0	1	2	3	4	5
Grasoso	0	1	2	3	4	5
Suave	0	1	2	3	4	5
Seco	0	1	2	3	4	5
Harinoso	0	1	2	3	4	5
Pegajoso	0	1	2	3	4	5
Desmenuzable	0	1	2	3	4	5
Dulce	0	1	2	3	4	5
Compacta	0	1	2	3	4	5
Resabio	0	1	2	3	4	5

Figura 9 Encuesta para QDA de las mantecadas

**7. Elaborar el chocolate testigo para cobertura (con grasa).**

Se elaboró el chocolate testigo con la formulación presentada en el numeral 1.5.2 y siguiendo el diagrama de proceso del numeral 1.5.3, para llevar a cabo posteriormente los análisis químicos y sensoriales correspondientes.

**8. Evaluar la composición química (humedad, grasa y fibra) y propiedades sensoriales (sabor, olor, color, textura, apariencia) del chocolate testigo.**

Se determinó la humedad del chocolate testigo por 2 métodos diferentes: Método de estufa (NOM-247-SSA1-2008), termobalanza digital (NMX-F-428-1982); con la finalidad de asegurar la confiabilidad de los datos obtenidos. Los equipos empleados fueron: Estufa de secado marca MAPSA modelo HDP-334 y termobalanza digital OHAUS Modelo MB45.

Se determinó el porcentaje de grasa del chocolate testigo mediante la extracción etérea (Soxhlet) indicada en la NOM-086-SSA1-1994.

Se le determinó a la muestra previamente desengrasada el porcentaje de fibra cruda mediante la técnica de Kennedy (NMX-F-090-1964). Se empleó un digestor para fibra marca Labconco.

Se realizó un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) del chocolate testigo a 10 jueces, la encuesta es la que se presenta a continuación en la figura 10:

HOJA DE RESPUESTAS						
NOMBRE: _____						
<b>INSTRUCCIONES:</b>						
Evalúa la siguiente muestra de <b>CUBIERTA DE CHOCOLATE</b> y asigna un valor a cada uno de sus atributos según la intensidad tomando en cuenta los siguientes criterios:						
Valor						
0	Cuando hay una ausencia					
1	Cuando es muy débil					
2	Cuando es débil					
3	Cuando es moderado					
4	Cuando es fuerte					
5	Cuando es muy fuerte					
ATRIBUTO	VALOR					
Amargo	0	1	2	3	4	5
Grasoso	0	1	2	3	4	5
Cremoso	0	1	2	3	4	5
Tostado	0	1	2	3	4	5
Dulce	0	1	2	3	4	5
Granuloso	0	1	2	3	4	5
Suave	0	1	2	3	4	5
Harinoso	0	1	2	3	4	5

Figura 10 Encuesta para el QDA del chocolate

### **2.3.2 Actividades del Objetivo Particular 1**

#### **1. *Desarrollo del estudio de mercado***

El estudio de mercado tiene como finalidad cuantificar el número de individuos, empresas y otras entidades económicas generadoras de una demanda que justifique la puesta en marcha de un determinado programa de producción de bienes o servicios, sus especificaciones y el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar por ellos.

Sirve de base para decidir si se lleva o no adelante la idea inicial de inversión; pero además, proporciona información indispensable para investigaciones posteriores del proyecto, como los estudios para determinar su tamaño, localización e integración económica. También permite identificar los elementos que se deben tomar en cuenta no sólo en la evaluación del proyecto de inversión, sino en la estrategia de construcción y operación de la unidad económica que se analiza (Kotler, 1996).

Se realizó una encuesta con la finalidad de conocer la situación de los productos de panificación en especial las mantecadas y el chocolate en México; se realizaron las encuestas en puntos estratégicos como lo son: Cuautitlán Izcalli, Coacalco y Naucalpan, con el fin de saber que tanto conocimiento se tiene de las mantecadas y el chocolate y si estos son consumidos o no.

La encuesta estaba planteada de manera sencilla con el fin de obtener información sobre la situación de las mantecadas y el chocolate en México enfocada al desarrollo de una mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate como es el caso del consumo, la frecuencia y las causas por las cuales estos son consumidos con regularidad; esta respuesta fue de suma importancia ya que permitió conocer el precio y la disponibilidad en el mercado.

Se realizó para un grupo aproximadamente de 30 personas, 10 de ellas se aplicaron en Cuautitlán Izcalli, 10 en Naucalpan y las últimas 10 en Coacalco.

El formato del estudio de mercado es el que se muestra en la Figura 11:

## ESTUDIO DE MERCADO

### DATOS PERSONALES

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

1. ¿Padece usted de problemas de colesterol?  
Si No
2. ¿Consume usted mantecadas?  
Si No  
Por qué?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Qué marca de mantecadas prefiere?  
Bimbo Tía Rosa  
Sin marca (panaderías) No tengo marca preferida
4. ¿Al momento de comprar una mantecada, qué es lo primero que toma en cuenta?  
La marca El sabor  
El color El tamaño  
El precio Otros \_\_\_\_\_
5. ¿A cuál de estos lugares suele acudir para comprar mantecadas?  
Superama WalMart  
Comercial Mexicana Tiendas Naturistas  
Tienditas Panaderías  
OXXO, Seven Eleven, Extra
6. ¿Con qué frecuencia consume usted mantecadas?  
Diario Semanal Mensual Otros \_\_\_\_\_
7. ¿Consume productos bajos en grasa?  
Si No  
¿Por qué?  
\_\_\_\_\_
8. ¿Con que frecuencia?  
Diario Semanal Mensual Otros \_\_\_\_\_
9. ¿Con qué frecuencia consume chocolate?  
Diario Semanal Mensual Otros \_\_\_\_\_
10. ¿Consumiría chocolate bajo en grasa?  
Si No  
¿Por qué?  
\_\_\_\_\_
11. ¿Estaría dispuesta a comprar una mantecada a base de harina de **amaranto** con trozos de arándano cubierta con chocolate (Baja en grasa)?  
Sí No Tal vez
12. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una mantecada de **amaranto** y arándano cubierta con chocolate (baja en grasa)?  
Entre \$5 y \$7 Entre \$7 y \$9  
Entre \$9 y \$11 Entre \$11 y \$13  
Más de \$13

Figura 11 Formato del estudio de mercado

### 2.3.3 Actividades del Objetivo Particular 2

#### 1. Realizar las corridas experimentales.

Para evaluar el sustituto de grasa Metilcelulosa-Maltodextrina se realizaron las 9 corridas experimentales de acuerdo al análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 3, se sustituyó con dicha mezcla en una concentración de 2, 4 o 6% sobre el porcentaje de grasa vegetal de la formulación general de la mantecada.

Secuencia	Número de Corrida	% Fibra
1	7	6
2	2	2
3	5	4
4	8	6
5	1	2
6	9	6
7	3	2
8	6	4
9	4	4

Cuadro 3 Corridas Experimentales de la mantecada

#### 2. Realizar un análisis sensorial (pruebas afectivas) para determinar el prototipo de mayor preferencia por parte de los consumidores.

El análisis sensorial se aplicó a 40 personas (jueces afectivos) de las tres muestras de mantecadas con la finalidad de seleccionar la mantecada que sea de mayor preferencia por parte de los encuestados. El formato de la encuesta es el que se muestra en la Figura 12:

HOJA DE RESPUESTAS			
Instrucciones: Indique con el número 1 la muestra de mantecada que sea de su menor preferencia y con el número 3 la que sea de su mayor preferencia en cuanto a su textura y apariencia.			
Muestras	972	310	682
Preferencia	___	___	___
Observaciones:	_____		
	_____		
	_____		
	Gracias.		

Figura 12 Encuesta de pruebas de preferencia de la mantecada

#### 3. Realizar un análisis sensorial (pruebas descriptivas: QDA) para determinar las propiedades organolépticas de la mantecada seleccionada.

El análisis descriptivo cuantitativo (QDA) de la mantecada prototipo se aplicó a 10 jueces, la encuesta fue la misma que se empleó para la mantecada testigo.



#### **4. Determinar % humedad, % grasa y % fibra al prototipo seleccionado.**

Se determinó la humedad de la mantecada prototipo por termobalanza convencional (NMX-F-428-1982).

El porcentaje de grasa de la mantecada testigo se determinó mediante la extracción etérea (Soxhlet) indicada en la NOM-086-SSA1-1994.

De la muestra previamente seca y desengrasada se obtuvo el porcentaje de fibra cruda mediante la técnica de Kennedy (NMX-F-090-1978) empelando un digestor de fibra marca Labconco.

### **2.3.4 Actividades del Objetivo Particular 3**

#### **1. Realizar las corridas experimentales.**

Para evaluar el sustituto de grasa, fibra de cocoa, se realizaron las 9 corridas experimentales de acuerdo al análisis de varianza que se muestra en el cuadro 4:

Secuencia	Número de Corrida	% Fibra
1	7	14
2	2	10
3	5	12
4	8	14
5	1	10
6	9	14
7	3	10
8	6	12
9	4	12

**Cuadro 4 Corridas Experimentales para el chocolate.**

Se sustituyó con la fibra de cocoa en una concentración de 10, 12 o 14% sobre el porcentaje de grasa vegetal de la formulación general del chocolate.

#### **2. Llevar a cabo un análisis sensorial (pruebas afectivas) para determinar el prototipo de mayor preferencia por parte de los consumidores.**

El análisis sensorial se aplicó a 40 personas (jueces afectivos) de las tres muestras de chocolate con la finalidad de seleccionar el prototipo que sea de mayor preferencia por parte de los encuestados. El formato de la encuesta es el que se muestra a continuación en la Figura 13:

HOJA DE RESPUESTAS			
Instrucciones: Indique con el número 1 la muestra de chocolate que sea de su menor preferencia y con el número 3 la que sea de su mayor preferencia en cuanto a su textura.			
Muestras	972	310	682
Preferencia	_____	_____	_____
Observaciones: _____			
_____			
_____			
			Gracias.

Figura 13 Encuesta para pruebas de preferencia del chocolate

**3. Realizar un análisis sensorial (pruebas descriptivas: QDA) para determinar las propiedades organolépticas del chocolate seleccionado.**

El análisis descriptivo cuantitativo (QDA) del chocolate prototipo se aplicó a 10 jueces, la encuesta fue la misma que se empleó para el chocolate testigo.

**4. Determinar % humedad, % grasa y % fibra al prototipo seleccionado.**

La humedad del chocolate prototipo se determinó por el Método de Estufa (NOM-247-SSA1-2008), el equipo empleado fue: Estufa de secado marca MAPSA modelo HDP-334.

Se determinó el porcentaje de grasa del chocolate prototipo mediante la extracción etérea (Soxhlet) indicada en la NOM-086-SSA1-1994.

De la muestra previamente desengrasada se obtuvo el porcentaje de fibra cruda mediante la técnica de Kennedy (NMX-F-090-1978) empleando un digestor para fibra marca Labconco.

**2.3.5 Actividades del Objetivo Particular 4**

**1. Elaborar la mantecada cubierta con chocolate con los prototipos seleccionados.**

Una vez seleccionados el prototipo de mantecada y chocolate bajo en grasa en base a la evaluación sensorial se elaboró el producto final utilizando las formulaciones planteadas. Dichos productos se elaboraron siguiendo los diagramas de proceso que se muestran en los numerales 1.4.3 y 1.5.3.

**2. Análisis Químicos**

Se realizó la caracterización de la mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate empezando por un análisis químico, con el cual se determinó la composición química que permitió diseñar la tabla nutrimental del producto final.

*% Humedad por Termobalanza Convencional (NMX-F-428-1982)*

### Equipo

- Termobalanza convencional

\*NOTA: Se realizaron 3 repeticiones.

*% Grasa por el Método de Soxhlet (NOM-086-SSA1-1994)*

### Equipos

- Extractor Soxhlet
- Parrilla de calentamiento

### Cálculos

El cálculo se realiza mediante la Ecuación 5:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{PG-PB}}{\text{PM}} * 100 \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

PG = Peso del matraz con grasa seca (g)

PB = Peso del matraz con cuerpos de ebullición a peso constante (g)

PM = Peso de la muestra en (g)

\*NOTA: Se realizaron 2 repeticiones.

*% Proteína por el Método de Biuret (Nielsen, 1998; A.O.A.C. 32.2.03, 2000)*

### Equipo

- Espectrofotómetro Thermo Electron Corporation modelo Genesys 10uv.

Nota: Se realizó una curva patrón con albumina bovina sérica y se empleó una longitud de onda de 540nm. (Ver Anexo 9)

*Fibra Cruda por el método de Kennedy (NMX-F-090-S-1978).*

### Equipo

- Aparato de digestión para fibra cruda (marca Labconco) con placas calientes y de reflujo constante para vasos de precipitado de 600 ml. La placa caliente debe calentar de tal modo que 200 ml de agua a 25°C alcancen su ebullición con agitación en 15 minutos.

### Cálculos

El cálculo se realiza utilizando la Ecuación 6:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(\text{Ps-Pp}) - (\text{Pc-Pcp})}{\text{M}} * 100 \quad (\text{Ec. 6})$$

En donde:

Ps = masa del residuo seco a 130°C (g).

Pp = masa de papel filtro (g).  
Pcp = masa de las cenizas del papel (g).  
M = masa de la muestra (g).  
Pc = masa de las cenizas (g).

\*NOTA: Se realizaron 2 repeticiones.

*% Carbohidratos por el Método de Fenol-Ácido Sulfúrico (Dubois, 1956).*

#### Equipo

- Espectrofotómetro Thermo Electron Corporation modelo Genesys 10uv
- Centrifuga IEC modelo 2K

#### Notas:

- Para la cuantificación total de los carbohidratos se tomó en cuenta los 2 carbohidratos predominantes en cuanto a cantidad: sacarosa y dextrosa (almidón). Por lo cual se realizó una curva patrón para cada uno de los sacáridos mencionados.
- Para la extracción de la sacarosa del producto final se realizó mediante la extracción de azúcares libres con etanol acuoso (Southgate, 1991) (Ver Anexo 10).
- Para la obtención de la dextrosa (D-glucosa) se realizó una hidrólisis ácida del almidón presente en el sobrenadante obtenido en la extracción mencionada anteriormente (Southgate, 1991) (Ver Anexo 10).

*% Cenizas por el Método General (NMX-F-066-S-1978).*

#### Equipo:

- Mufla marca Blue M modelo M25A-2A

#### Cálculos

El cálculo se llevo a cabo utilizando la Ecuación 7:

$$\%Cenizas = \frac{C_2 - C_1}{M} * 100 \quad (Ec. 7)$$

En donde:

- C<sub>1</sub> = Masa de crisol vacío (g).
- C<sub>2</sub> = Masa del crisol con las cenizas (g).
- M = Masa de la muestra (g).

### **3. Análisis fisicoquímicos**

*Actividad de agua (Aw) por el Método Higrométrico.*

#### Equipo

- Higrómetro Testo 650.

\*NOTA: Se realizaron 3 repeticiones.

#### 4. Pruebas Físicas

Determinación de dureza mediante el uso del penetrómetro (Casas & Ramírez, 1998)

##### Equipo

- Penetrómetro Universal Marca Precision.
- Aguja de aluminio:
  - Ángulo ( $\Phi$ )=5.8°
  - Radio (r)= 0.05cm
  - Generatriz (g)= 0.49cm
  - Altura parte cónica (l)= 0.487cm
  - Área parte cónica (a)= 0.0769cm<sup>2</sup>
  - Peso (m)= 2.5g

Se utilizaron las Ecuaciones 8, 9 y 10:

$$D = \frac{F}{A} = \frac{mT ag}{A} \quad (\text{Ec. 8})$$

D= Dureza (N/m<sup>2</sup>)

F= Fuerza (N)

A= Área total del dispositivo que penetró (m<sup>2</sup>)

mT= Peso del cono, varilla y pesos agregados (kg)

ag= Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$$\text{Área total (m}^2\text{)} = \text{Área lateral} + \text{Área de la parte cónica} \quad (\text{Ec. 9})$$

$$\text{Área lateral (cm}^2\text{)} = (2\pi * r)(L-l) \quad (\text{Ec. 10})$$

Área de la parte cónica = 7.69E-6 m<sup>2</sup>

r= Radio del cono a la profundidad de penetración (m)

L= Profundidad de penetración (m)

l= Altura (m)

#### 5. Determinar el rendimiento de la mantecada

El rendimiento del pan se determinó mediante la Ecuación 11 (Quaglia, 1991):

$$\text{Rendimiento en peso} = \frac{\text{Peso del pan obtenido}}{\text{Peso de la harina empleada}} * 100 \quad (\text{Ec. 11})$$

#### 6. Análisis Microbiológicos

Se realizaron los análisis microbiológicos correspondientes a la mantecada y al chocolate por separado para determinar la calidad sanitaria de los mismos y asegurar que su consumo no dañe la salud de aquel que lo ingiera. Los análisis que se llevaron a cabo son los siguientes:

*Conteo de Mesófilos aerobios en placa (NOM-247-SSA1-2008).*

### Equipos

- Incubadora con termostato que evite variaciones de  $\pm 1.0$  °C, provista con termómetro calibrado.
- Contador de colonias con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente amplificador.
- Baño de agua con o sin circulación mecánica, provista con termómetro calibrado con divisiones de hasta 1.0 °C y que mantenga la temperatura a  $45 \pm 1.0$  °C.

### Cálculos

Después de contabilizar las colonias en las placas seleccionadas (entre 25-250 colonias), multiplicar por la inversa de la dilución para obtener el número de UFC por mililitro o gramo de la muestra.

*Conteo de Coliformes Totales (NOM-247-SSA1-2008 y NOM-186-SSA1/SCFI-2002).*

### Equipos

- Incubadora con termostato que evite variaciones de  $\pm 1.0$  °C, provista con termómetro calibrado.
- Contador de colonias con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente amplificador.
- Potenciómetro con una escala mínima de 0.1 unidades de pH a 25 °C.

### Cálculo

- Placas que contienen entre 15 y 150 colonias características.  
Separar las placas que contienen el número antes mencionado de colonias características en dos diluciones consecutivas. Contar las colonias presentes. Calcular el número de coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente.  
Placas que contienen menos de 15 colonias características.  
Si cada una de las placas tiene menos de 15 colonias características, reportar el número obtenido seguido de la dilución correspondiente.
- Placas con colonias no características.  
Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un coliforme por 1/d por gramo, en donde d es el factor de dilución.

*Determinación de Salmonella (NOM-247-SSA1-2008 y NOM-186-SSA1/SCFI-2002).*

### Equipo

- Incubadora con termostato para evitar variaciones mayores de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  y termómetro
- Autoclave con termómetro o manómetro, probado con termómetro de máximas
- Potenciómetro

### **7. Realizar un análisis sensorial (pruebas hedónicas) dirigido a los consumidores para determinar las propiedades organolépticas de la mantecada cubierta con chocolate.**

Se realizaron pruebas de aceptación del producto a un número de 96 jueces, con la finalidad de determinar si el producto final es aceptado o no por parte del consumidor.

### **2.3.6 Actividades del Objetivo Particular 5**

En este objetivo se desarrolló la mercadotecnia de la mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta de chocolate para su posible posicionamiento en el mercado.

*Desarrollo de empaque:*

#### **1. Conocer las características de los materiales y las nuevas tendencias.**

En esta actividad fue importante conocer las características de los materiales que se utilizaron en la elaboración de los empaques, que permitieron alargar la vida de anaquel del producto y protegerlo contra las condiciones externas durante su almacenamiento, dentro de estas características se pueden encontrar las de resistencia mecánica y las de barrera.

#### **2. Definir especificaciones de envasado (funcionalidad del envase, estrategia de marketing y marca).**

Con base en las características del producto final y las propiedades organolépticas del mismo se determinaron los requerimientos en términos de resistencia mecánica y de barrera, se desarrolló la estrategia de marketing tomando en cuenta la publicidad del producto, la marca asignada que distinguiera al producto de los productos de la competencia, los costos de producción del mismo, el material seleccionado y las tecnologías empleadas.

#### **3. Elaboración del envase muestra.**

Tomando en cuenta lo antes mencionado (Actividades 1 y 2) se llevó a cabo la fabricación del envase muestra que sirvió para proteger al producto y facilitar su posicionamiento en el mercado. El desarrollo del envase muestra se realizó con el apoyo de los compañeros de diseño gráfico y comunicación visual.

#### **4. Seleccionar canales de distribución.**

Para la colocación del producto en el mercado se seleccionaron los canales de distribución que son la vía por el que los productos llegan a su destino final de consumo.

*Desarrollo de la promoción*

Se llevaron a cabo las actividades correspondientes para informar, persuadir o recordar al público objetivo acerca de los productos que se comercializan.

## Costos de producción

### **1. Elaboración de un presupuesto.**

En base a los costos de materia prima, producción, envase, mercadotecnia se realizó un presupuesto del costo del producto final.

### **2. Calcular costo de la inversión**

Se calculó el capital necesario para el desarrollo de la mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate, tomando en cuenta los aspectos de marketing, envase, producción.

### **3. Calcular el costo del producto**

En base a los costos de materia prima, producción, envase, mercadotecnia, se realizó el cálculo del costo del producto final con el cual se posicionará en el mercado, a este costo se le agregó el porcentaje de la utilidad.

## **2.3.7 Actividades del Objetivo Particular 6**

### **1. Realizar el escalamiento de producción de nivel laboratorio a nivel piloto**

Se llevó a cabo un escalamiento mediante el empleo de los criterios de semejanza involucrados en el proceso de elaboración de las mantecadas y el chocolate, dichos criterios fueron: el geométrico y el térmico, con la finalidad de mantener las mismas condiciones (dimensiones y relación tiempo-temperatura) de nivel laboratorio a nivel piloto.

### **2. Someter al producto a condiciones de aceleración variando la temperatura del medio en la incubadora de convección marca Precision Scientific modelo 4.**

- a) Se seleccionaron los descriptores críticos que limiten la vida útil del producto (mantecada funcional baja en grasa). Los parámetros seleccionados fueron: dureza y actividad de agua.
- b) Se trabajó con un diseño básico para poder determinar hasta qué punto hay un cambio significativo a través del tiempo. El tiempo de prueba planteado fue de 28 días máximo, y se tomaron muestras cada 2-3 días para los análisis correspondientes.
- c) Se fijó las temperaturas de ensayo para llevar a cabo la prueba. Las temperaturas de ensayo recomendadas para productos de panificación son: 25 a 45°C (Labuza, 1982).

### **3. Evaluar las propiedades del producto mediante un análisis de dureza y de actividad de agua para detectar algún cambio durante la prueba, y de esta forma determinar el tiempo de vida útil del producto.**

Se realizó la determinación de dureza con un penetrómetro marca Presicion y la determinación de actividad de agua con un higrómetro marca Testo 650 a cada una de las



muestras con el fin de conocer su dureza y pérdida de humedad poder compararla con la del día cero (control).

**4. Realizar y analizar la cinética de reacción de las variables seleccionadas.**

La pérdida de calidad del alimento se representa mediante la Ecuación 1.

En donde  $A$  es la variable de calidad bajo estudio (dureza y actividad de agua),  $t$  el tiempo,  $k$  constante dependiente de la temperatura y  $n$  es el orden de reacción, que define si la tasa de cambio de  $A$  en el tiempo depende o no de la cantidad de  $A$  presente. Si la ecuación se refiere a pérdidas lleva un signo negativo, pero si por el contrario expresa la aparición de productos no deseados es positiva (Labuza, 1982).

Se determinaron las constantes de velocidad de reacción ( $k$ ) de cada uno de los parámetros (dureza y actividad de agua) para calcular la energía de activación (mediante la ecuación de Arrhenius) para cada parámetro.

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Resultados de Actividades Preliminares

#### 1. *Elaborar la harina de amaranto a partir del grano (Amaranthus spp) mediante un proceso de molienda.*

A la harina obtenida del proceso de molienda en el molino de martillos rotatorios se le realizó un análisis granulométrico (Pabón, 2009).

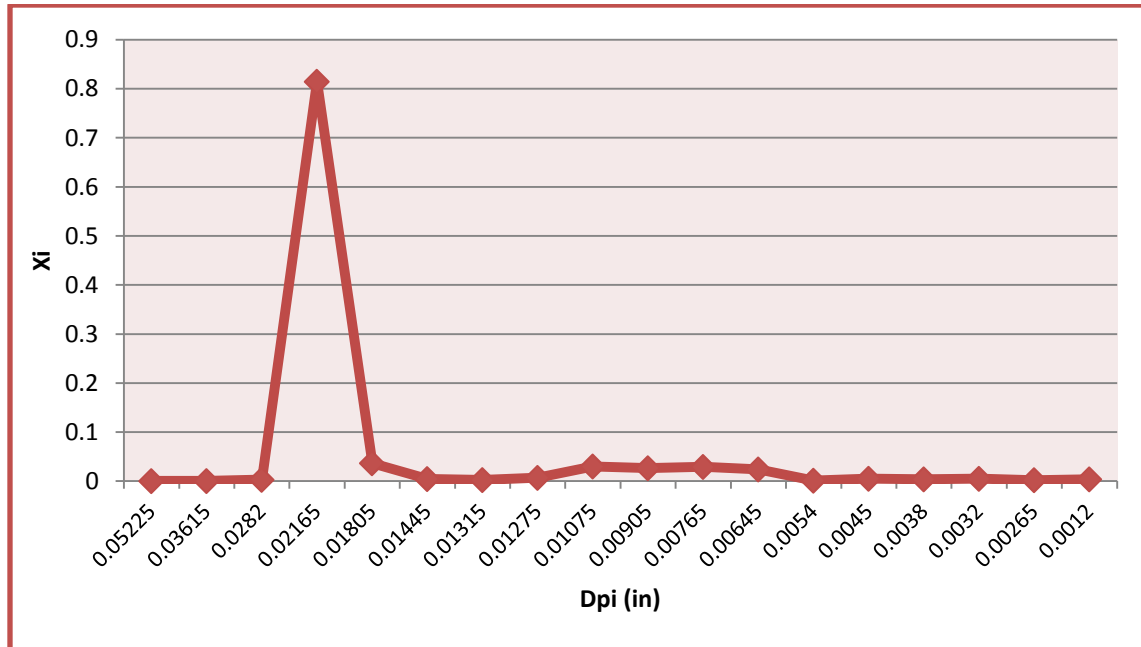


Figura 14 Análisis granulométrico de la harina de amaranto

En la Figura 14 se puede apreciar que el 81.32% de la harina de amaranto fue retenida en la malla 30 lo que indica que el diámetro promedio de las partículas de harina de amaranto utilizado está entre los 0.0282 y 0.01805 in.

El ancho del pico obtenido indica la homogeneidad de las partículas en la harina, en este caso, el pico es angosto el cual indica que su clase es homogénea y tiende a los finos, lo que brinda una harina con fácil manejo y de mejor calidad ya que al ser en su mayoría una harina fina no presenta basura o excesos no deseables en ella.

La harina con partículas finas absorbe con facilidad gran cantidad de agua a diferencia de las partículas de mayor tamaño, debido a que aumenta la superficie de contacto; lo cual repercute en la obtención de productos con características deseables al consumidor y propiedades lo suficientemente estables para evitar la rápida degradación del alimento. El tamaño de partícula influye en propiedades como la expansión del producto incluso después del horneado, así como en la humedad final y porcentaje de gelatinización del almidón, el cual, se puede deber a que los componentes del almidón (amilosa y amilopectina) se encuentran con una mayor exposición a las altas temperaturas empleadas y esto ocasiona un mayor porcentaje de expansión.

## 2. Caracterización de la estufa.

Se realizó la caracterización de la estufa de secado, primeramente se establecieron las secciones como se muestra en la figura 15.

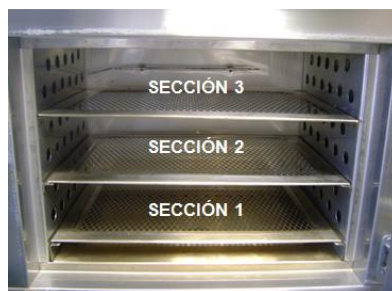


Figura 15 Secciones de la estufa

Se propusieron tres temperaturas (50°C, 75°C y 100°C) además del tiempo que permanecería el termómetro dentro de la estufa (10min), en el caso de la temperatura de 100°C fueron 20min. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en el cuadro 5:

SECCIÓN 1			SECCIÓN 2			SECCIÓN 3		
Tiempo (min)	Temperatura establecida (°C)	Temperatura alcanzada (°C)	Tiempo (min)	Temperatura establecida (°C)	Temperatura alcanzada (°C)	Tiempo (min)	Temperatura establecida (°C)	Temperatura alcanzada (°C)
10	50	64	10	50	50	10	50	54
10	75	77	10	75	72	10	75	74
20	100	110	20	100	102	20	100	103

Cuadro 5 Temperaturas seleccionadas.

Se seleccionó la sección 2 y 3 ya que éstos controlan mejor la temperatura y de esta manera se evitará que pasen posteriores reacciones negativas mientras se lleva a cabo el horneado de la mantecada. Las rejillas de cada sección se dividieron en 4 secciones como lo muestra la figura 16, para verificar la homogeneidad de la temperatura.

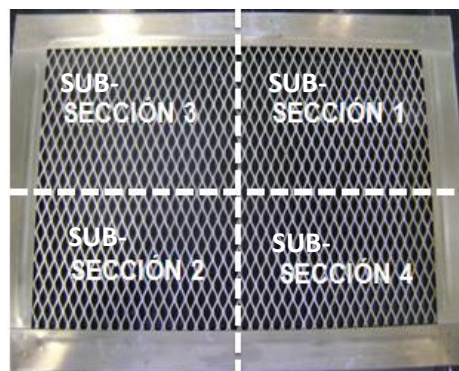


Figura 16 Subsecciones en la estufa

En cada subsección de cada sección se colocó un termómetro. Se fijaron tres temperaturas (50°C, 75°C y 100°C) en un tiempo de 10 min y 20 min para la temperatura de 100°C. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 6:

SECCIÓN 2						SECCIÓN 3					
Tiempo (min)	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Temp. Fija	Tiempo (min)	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Temp. Fija
10	50°C	55°C	50°C	52°C	<b>50°C</b>	10	57°C	55°C	60°C	59°C	<b>50°C</b>
Temperatura promedio: 53°C						Temperatura promedio: 57.75°C					
10	75°C	73°C	72°C	70°C	<b>75°C</b>	10	80°C	76°C	75°C	79°C	<b>75°C</b>
Temperatura promedio: 72.5°C						Temperatura promedio: 77.5°C					
20	98°C	93°C	98°C	99°C	<b>100°C</b>	20	110°C	100°C	97°C	98°C	<b>100°C</b>
Temperatura promedio: 97°C						Temperatura promedio: 101.25°C					

Cuadro 6 Temperaturas fijadas

Se eligió la sección 2 porque en ésta se controla mejor la temperatura, ya que como se puede observar no rebasa de manera significativa las temperaturas establecidas.

CONDICIONES FINALES DE LA SELECCIÓN		
TIEMPO (min)	TEMPERATURA PROMEDIO ALCANZADA (°C)	TEMPERATURA FIJA (°C)
<b>10</b>	53	50
<b>10</b>	72.5	75
<b>10</b>	97	100

Cuadro 7 Selecciones finales de la sección 2

En el cuadro 7 se muestran las condiciones de temperatura de la sección 2, la cual fue seleccionada para hornear las mantecadas.

### 3. Determinar la cantidad de gluten presente en la harina de trigo.

*Determinación de gluten húmedo*

	GLUTEN VITAL	HARINA DE TRIGO "SELECTA"	HARINA DE TRIGO "TRES ESTRELLAS"
<b>Peso del gluten (g)</b>	40.32	6.78	8.57
<b>% Gluten Húmedo</b>	161.28%	27.12%	34.28%

Cuadro 8 Determinación de gluten húmedo

De acuerdo al cuadro 8 se puede observar que la harina de trigo marca Selecta® presenta un 27.12% de gluten húmedo y la harina de trigo marca Tres Estrellas® contiene 34.28% de gluten húmedo. En función con lo especificado en la norma de harina de trigo (NMX-F-007-1982) se concluye que por el porcentaje de gluten húmedo que reporta la harina de trigo Selecta no es apta para productos de panificación, en cambio la harina de trigo "Tres Estrellas" si es adecuada para la elaboración de mantecadas, debido a que las harinas de Grado I (para panificación) deben reportar 31.3% mínimo de gluten húmedo.

El valor de gluten húmedo obtenido para el Gluten Vital (aditivo tentativo para enriquecer la mezcla de harinas posteriormente) fue de 161.28%, esto quiere decir que 61.28% del peso de la muestra resulta ser la cantidad de agua que retiene dicha glucoproteína.

#### *Determinación de gluten seco*

	GLUTEN VITAL	HARINA DE TRIGO "SELECTA"	HARINA DE TRIGO "TRES ESTRELLAS"
<b>Peso del gluten (g)</b>	22.3905	2.3194	3.3874
<b>% Gluten Seco</b>	89.562%	9.2776%	13.5496%

**Cuadro 9 Determinación de gluten seco**

En el cuadro 9 se pueden observar los valores de gluten seco que se obtuvieron de la harina de trigo marca "Selecta", la harina de trigo marca "Tres Estrellas" y el gluten vital, estos valores nos indican la cantidad de gluten que tiene cada una de las muestras previamente mencionadas. Del total del gluten presente en el gluten vital solo el 89.562% corresponde a gluten. La harina de trigo marca "Tres Estrellas" presenta un mayor porcentaje de gluten con respecto a la harina de trigo marca "Selecta"; por lo tanto para la experimentación se utilizó la harina "Tres Estrellas".

Debido a que al contener un mayor porcentaje de gluten contribuye a la formación de la red tridimensional donde se retendrá el dióxido de carbono durante el horneado que favorece al esponjamiento de la mantecada (Fennema, 2000).

#### **4. Determinar la proporción de las harinas trigo-amaranto en función de las características del producto horneado.**

<b>PROPORCIÓN DE HARINAS (%)</b>			
<b>Ingrediente/ Aditivo</b>	<b>50/50</b>	<b>60/40</b>	<b>70/30</b>
<b>Harina de trigo</b>	9.05	10.86	12.67
<b>Harina de amaranto</b>	9.05	7.24	5.43

**Cuadro 10 Proporción de harinas para la elaboración de mantecadas**

Se realizaron las tres formulaciones previas a la mostrada en el cuadro 10, al no obtener los resultados deseados en esponjamiento, volumen y propiedades organolépticas se determinó que para la mezcla se requiere mayor cantidad de agente leudante para el leudado de la masa y por consiguiente un mayor esponjamiento durante el horneado. El producto horneado presentó un ligero sabor salado en la corteza, por lo tanto se decidió eliminar la sal de la formulación. El jarabe de maíz también fue reducido para aumentar la fluidez de la masa.

A partir de estas modificaciones en los porcentajes de los ingredientes en la formulación, se elaboraron nuevamente las mantecadas lo que permitió tomar las siguientes decisiones:

- ▶ Se eliminó el jarabe del maíz por el mal sabor del mismo (muy intenso a complejo B) y para obtener una masa con mayor fluidez.
- ▶ Se redujo la cantidad de agente leudante, ya que las mantecadas presentaban un sabor amargo y una dureza en la corteza de las mismas.
- ▶ Se aumentó la cantidad de arándano para que fuera más abundante en el producto.
- ▶ Se aumentó la cantidad de leche para obtener una masa con una fluidez adecuada.

- ▶ Se aumentó la cantidad de grasa para que el producto estuviera dentro del rango de grasa reportado en la bibliografía (15-25%) para este tipo de productos.
- ▶ Se elaboró el producto con la harina de trigo “Tres Estrellas” debido a su cantidad de gluten húmedo.
- ▶ No se adicionó gluten vital debido a las pruebas realizadas y al no haber obtenido los resultados esperados.

*Prueba de preferencia de la mantecada*

Análisis de ordenamiento por rangos

- ▶ Nivel de significancia 1%
- ▶ Muestras 3 (ver Cuadro 11)
- ▶ Jueces 40
- ▶ Diferencia de sumatoria 27

MANTECADA	PROPORCIÓN DE HARINAS
A	50% Trigo / 50% Amaranto
B	60% Trigo / 40% Amaranto
C	70% Trigo / 30% Amaranto

Cuadro 11 Proporción de harina en cada una de las muestras

Siguiendo la metodología propuesta por Pedrero (1996) y mediante la información de las tablas que se encuentran en el Anexo 1 se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

PARÁMETRO EVALUADO	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
Sabor	A-C
Color de Corteza	A-C
Color de la Miga	A-C
Olor	No existe
Forma	A-C y B-C
Volumen	No existe
Dureza	No existe
Esponjosidad	No existe
Adhesividad	A-C
Cohesividad	A-C
Compacidad	A-C
Elasticidad	A-C

Cuadro 12 Muestras entre las que existe diferencia significativa

En el cuadro 12 se puede observar que en cuanto al olor, volumen, dureza y esponjosidad no existe diferencia significativa entre las 3 muestras, sin embargo la diferencia significativa que predomina es la existente entre la mantecada A y C .

De acuerdo a la figura 17 se puede concluir que la mantecada C resultó ser la preferida por los jueces afectivos en cada uno de los parámetros evaluados (sabor, color de la corteza y miga, olor, forma, volumen, dureza, esponjosidad, adhesividad, cohesividad, compacidad y elasticidad). Aunque cabe mencionar que en función del análisis estadístico realizado el olor, el volumen, la dureza y esponjosidad no presentaron una diferencia significativa entre las muestras con un nivel de significancia del 1%, es decir, que la proporción de harinas de trigo y amaranto no tienen un efecto perceptible significativo en los parámetros estudiados.

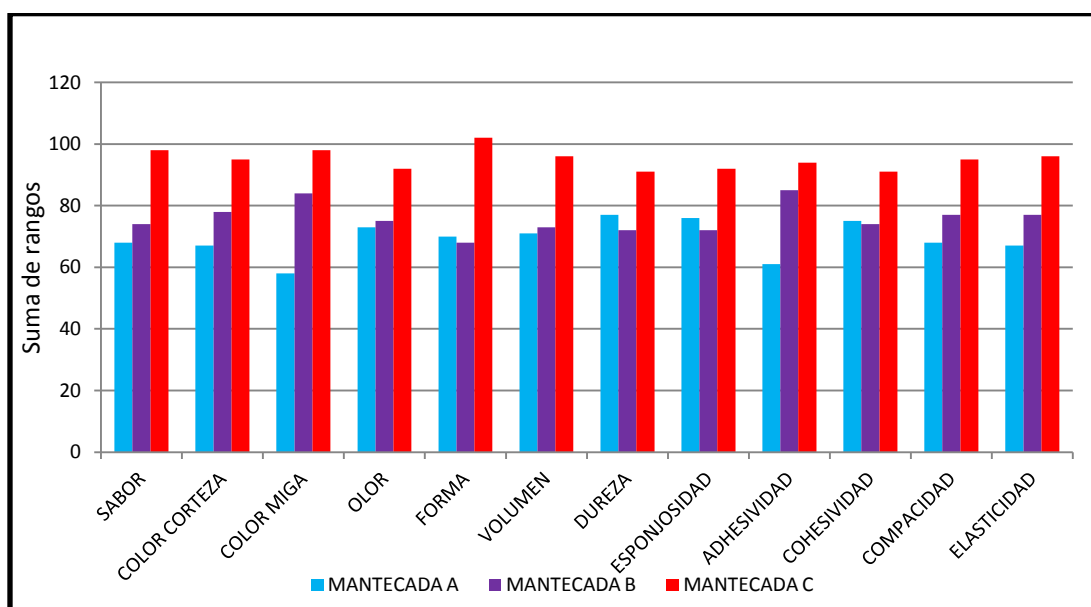


Figura 17 Preferencia de las mantecadas

### Prueba de ordenación de la mantecada

#### Análisis de ordenamiento por rangos

- ▶ Nivel de significancia 5%
- ▶ Muestras 3 (ver Cuadro 13)
- ▶ Jueces 40
- ▶ Diferencia de sumatoria 21

MANTECADA	PROPORCIÓN DE HARINAS
A	50% Trigo / 50% Amaranto
B	60% Trigo / 40% Amaranto
C	70% Trigo / 30% Amaranto

Cuadro 13 Proporción de harinas en las muestras evaluadas

Siguiendo la metodología propuesta por Pedrero (1996) y mediante la información de las tablas que se encuentran en el Anexo 2 se resume que las muestras B y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.05$ ), pero no lo son con respecto a la muestra A.

PARÁMETRO EVALUADO	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
Terrosidad	No existe
Sabor a Tostado	A-C y B-C
Grasosidad	No existe
Resequedad	B-C
Harinosidad	B-C

Cuadro 14 Muestras entre las que existe diferencia significativa

En el cuadro 14 se puede observar que al realizar la prueba de ordenación de la mantecada en los parámetros de terrosidad y grasosidad no existe una diferencia significativa entre las 3 muestras y al igual que en las tablas que se muestran en el Anexo 2 se puede observar que en cuanto a la resequedad y harinosidad, la diferencia significativa está presente en la mantecada B y C.

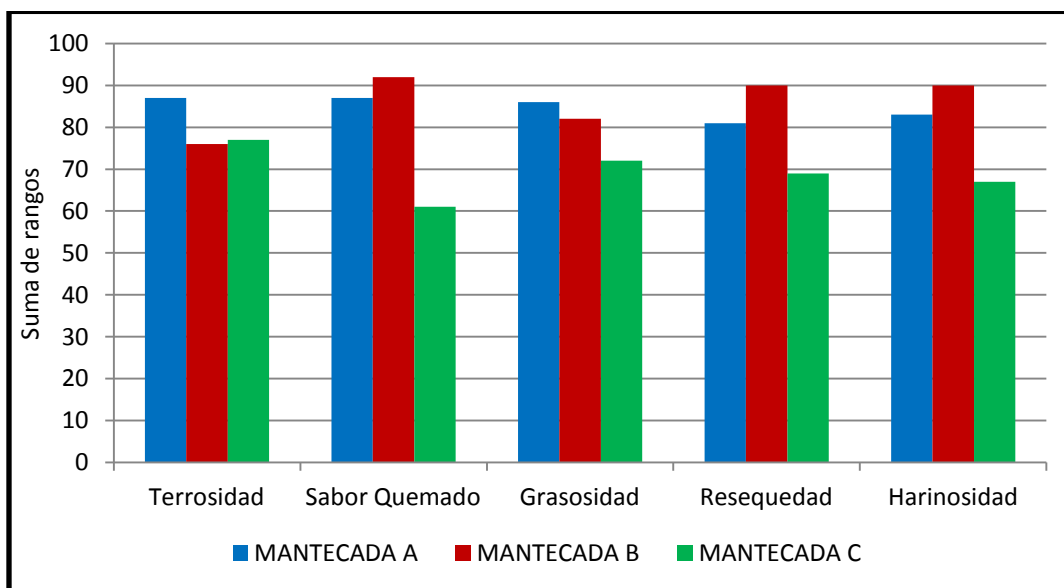


Figura 18 Prueba de ordenación de las mantecadas

De acuerdo a la figura 18 se puede señalar que la mantecada C presenta en general los valores más bajos en los parámetros evaluados en esta prueba: terrosidad, sabor a quemado/tostado, grasosidad, resequedad y harinosidad.

Aunque cabe destacar que de acuerdo al análisis estadístico en cuanto al sabor a tierra (terrosidad) y la textura grasosa (grasosidad) no se encontró una diferencia significativa entre las muestras evaluadas (con un nivel de significancia del 5%); esto no representa problema alguno ya que el sabor a tierra es proporcionado por el amaranto y la textura grasosa es una característica propia del producto (mantecada). Pero referente a los parámetros restantes: sabor a quemado, resequedad y harinosidad resulta beneficioso que no sean tan percibidos en la mantecada C debido a que estos parámetros se consideran negativos en productos de panificación.



### Nivel de preferencia de la mantecada

	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
<b>Menor Agrado</b>	47.5	40	12.5
<b>Mayor Agrado</b>	17.5	15	67.5
<b>Consumiría en su dieta</b>	10	20	70

Cuadro 15 Nivel de preferencia de la mantecada (%)

De acuerdo al cuadro 15 y con base en las pruebas de nivel de preferencia se puede observar que la mantecada que tiene un mayor agrado ante los jueces afectivos es la mantecada C de la misma manera es la mantecada que los jueces afectivos prefieren consumir en su dieta; por el contrario la mantecada que presenta un menor agrado es la mantecada A.

Por lo tanto la proporción de harinas seleccionada es la que se presenta en la mantecada C, que corresponde al 70% de harina de trigo y 30% de harina de amaranto, ya que esta mantecada es la que presenta las características organolépticas deseadas y el mayor agrado por parte de los jueces afectivos.

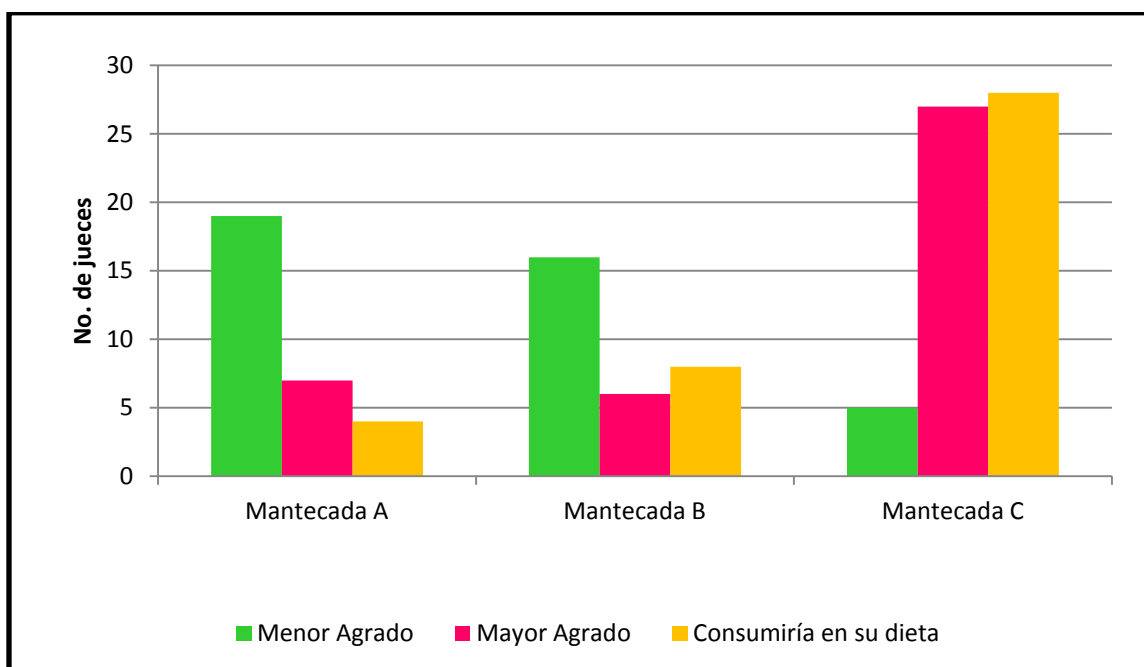


Figura 19 Nivel de preferencia de mantecadas

De acuerdo a la figura 19 se puede observar que la mantecada C es la que agrado en mayor número con respecto a las mantecadas B y A y sería consumida en la dieta por gran parte de los jueces afectivos.

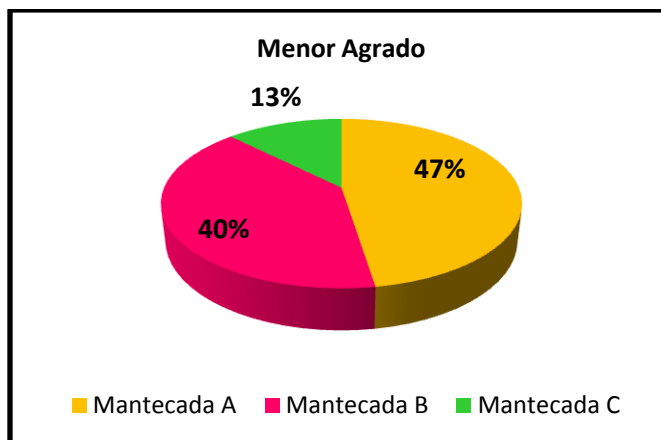


Figura 20 Mantecada de Menor agrado

En la figura 20 se observa que al 47% de los jueces afectivos no les agradó en general la mantecada A, la cual fue elaborada con una proporción de harinas de 50% trigo y 50% amaranto.

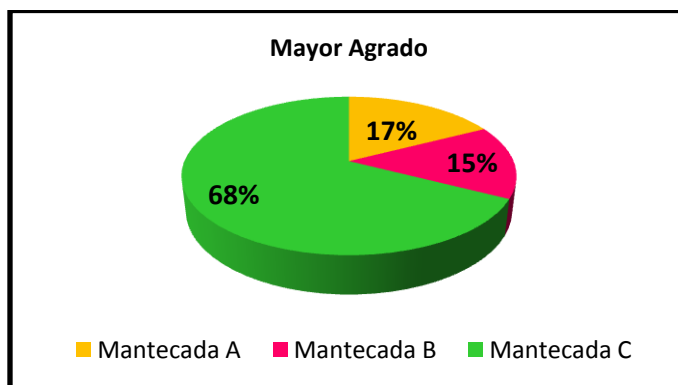


Figura 21 Mantecada de mayor agrado

De acuerdo a la figura 21 se puede observar que el 68% de los jueces afectivos confirmaron que la mantecada que más les agradó fue la denominada con la letra C (elaborada con 70% de harina de trigo y 30% de harina de amaranto).

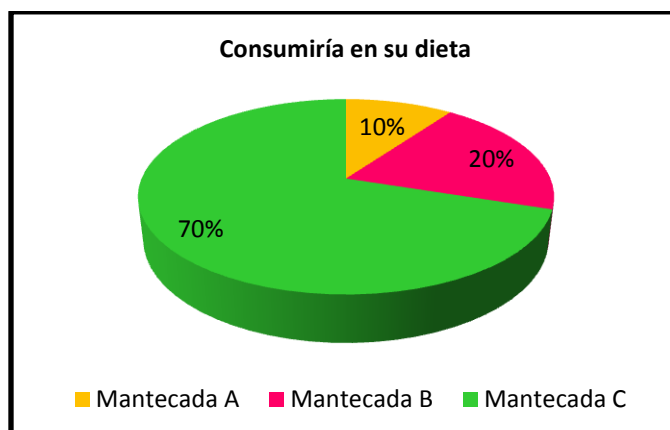


Figura 22 Mantecada que consumiría en su dieta

Se puede concluir en función de la figura 22 que el 70% de los jueces encuestados consumirían la mantecada C (70%Trigo/30%Amaranto) dentro de su dieta.

**5. Evaluar la composición química (humedad, grasa y fibra) y propiedades sensoriales (sabor, olor, color, textura, apariencia) de la mantecada testigo.**

DETERMINACIÓN	TÉCNICA	RESULTADO	S.D.	C.V. (%)
Humedad	Termobalanza convencional (NMX-F-428-1982)	<b>12.5%</b>	0.7071	5.65
Grasa	Soxhlet (NOM-086-SSA1-1994)	<b>19.2399%</b>	0.0095	0.0498
Fibra Cruda	Kennedy (NMX-F-090-1978)	<b>0.3958%</b>	0.00002	0.0051

**Cuadro 16 Composición química de la mantecada testigo**

En el cuadro 16 se pueden observar los datos de humedad, grasa y fibra cruda presentes en la mantecada. La determinación de humedad se realizó por 3 métodos diferentes como se puede observar en el Anexo 3 debido a la discrepancia que había entre los datos obtenidos por el método de Dean & Stark (Osborne & Voogt, 1986), ya que en este método se obtenía un coeficiente de variación del 15.73%. Sin embargo los datos obtenidos por cada uno de los métodos, 13.83% (Dean & Stark), 12.5% (Termobalanza convencional) y 12.22% (Termobalanza Digital); se encuentran dentro del dato reportado en la literatura (7-14%), por lo tanto la humedad de la mantecada testigo es la adecuada para este tipo de productos (Beltrán, 2006). El método planteado como el más adecuado fue la Termobalanza Digital, ya que el valor obtenido a través de esta técnica es un valor intermedio con respecto a los restantes.

El dato obtenido de la determinación de grasa por el método de Soxhlet, permitió corroborar la reducción del porcentaje de grasa empleando la mezcla Metilcelulosa-Maltodextrina en la mantecada. Este dato (19.2399%) se encuentra dentro del rango reportado en la literatura que corresponde al 15-25% (Charley, 1987, García, 1999 citados por Beltrán, 2006).

En el mismo cuadro se puede observar que en la determinación de fibra por el método de Kennedy, el dato obtenido (0.3958%) está dentro de lo reportado en la literatura que corresponde al 0-1% (Miguel, 2009) y aumentará al momento de reducir la grasa del pan y sustituirla por metilcelulosa y maltodextrina. A nivel del estómago las fibras solubles, como consecuencia de su viscosidad, enlentecen el vaciamiento gástrico y aumentan su distensión prolongando la sensación de saciedad. En el intestino delgado la fibra soluble, nuevamente por la formación de soluciones viscosas, retarda el tiempo de tránsito; también aumenta el espesor de la capa de agua que han de traspasar los solutos para alcanzar la membrana del enterocito, lo que provoca una disminución en la absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos (Cherbut, 1998 citado por Escudero & González, 2006).

*Análisis descriptivo cuantitativo (Pedrero, 1996)*

Los resultados se presentan en el Anexo 6 y el análisis correspondiente se presenta en la actividad 3 del objetivo particular 2.

**6. Evaluar la composición química (humedad, grasa y fibra) y propiedades sensoriales (sabor, olor, color, textura, apariencia) del chocolate testigo.**

DETERMINACIÓN	TÉCNICA	RESULTADO	S.D.	C.V. (%)
Humedad	Método de estufa (NOM-247-SSA1-2008)	<b>1.2232%</b>	0.0685	5.60
Grasa	Soxhlet (NOM-086-SSA1-1994)	<b>32.3188%</b>	0.3440	1.06
Fibra Cruda	Kennedy (NMX-F-090-1978)	<b>1.7665%</b>	0.00017	0.0097

**Cuadro 17 Composición química del chocolate testigo**

En el cuadro 17 se pueden observar algunos componentes químicos del chocolate testigo, teniendo como factor de control a la humedad del mismo, la cual debe ser del 2% máximo (Piano *et al*, 2002). Para realizar la obtención se plantearon dos métodos diferentes para su determinación (Método de Estufa y Termobalanza) con la finalidad de seleccionar el más adecuado para el producto. Al realizar la determinación en la termobalanza digital se obtuvo un valor mayor al encontrado en la literatura (ver Anexo 4), por lo tanto se realizó la determinación por el Método de la Estufa y se obtuvo un valor de 1.22%, dicho dato se encuentra dentro de lo reportado en la literatura por lo tanto la humedad del chocolate testigo cumple con uno de los requisitos propios del producto.

El dato obtenido de la determinación de grasa por el método de Soxhlet, fue muy importante para el desarrollo de este trabajo, ya que el propósito es desarrollar una cobertura de chocolate baja en grasa. El dato obtenido 32.31% se encuentra dentro del dato reportado en la literatura que corresponde al 22-36% (Piano *et al*, 2002).

Así mismo se observa en el cuadro 17 el dato de fibra cruda obtenido para el chocolate testigo por medio del método de Kennedy. Este dato 1.7665% se encuentra dentro de los límites de lo reportado por la literatura <3.4% (Gebhardt & Thomas, 2002). Este valor aumentará al disminuir el porcentaje de grasa y agregar la fibra de cocoa.

*Análisis descriptivo cuantitativo (Pedrero, 1996)*

Los resultados se presentan en el Anexo 8 y el análisis correspondiente se presenta en la actividad 3 del objetivo particular 3.

### **3.2 Resultados del Objetivo Particular 1**

#### *Estudio de Mercado*

Los resultados obtenidos del estudio de mercado demostraron que si hay un gran mercado consumidor de mantecadas representando el 73.33% del total de los encuestados, (Figura 24) aunque estos consumen mantecadas tradicionales y no funcionales bajas en grasa como las que se desarrollarán en este proyecto. También demuestran que hay un gran mercado de consumidores de chocolate representado por el 66.67% que estarían dispuestos a comprar chocolate bajo en grasa (Figura 32).

Los consumidores también mostraron una preferencia de compra en tienditas y tiendas de autoservicio como Wal-Mart (Figura 27), ya que son cercanas a su domicilio, presentan variedades y tienen precios accesibles, lo cual confirma que las principales ubicaciones para el posicionamiento de una mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate son los supermercados y las tienditas. En cambio tiendas como Superama, Comercial Mexicana y tiendas naturistas no tuvieron preferencia alguna.

También se detectó que la mayoría de los encuestados prefieren el sabor antes que otro tipo de parámetro en una mantecada (Figura 26). Se puede observar que la marca que prefieren consumir es Bimbo (Figura 25), colocándolo como el principal competidor si se llegará al posicionamiento en el mercado del producto final.

El aumento de la población con problemas de colesterol (Figura 23) ha dado pie a que los consumidores busquen alimentos con un aporte nutrimental mayor, con bajo contenido en grasas y alto contenido en fibra. Al preguntarle a los encuestados la preferencia por estos tipos de productos, mostraron una mayor preferencia (Figura 29).

La demanda de mantecadas es alta ya que la mayoría de los encuestados consumen mantecadas y chocolate de manera semanal o mensual (Figura 28 y 31 respectivamente). De la misma manera el consumo de productos bajos en grasa es alto ya que los encuestados responden a un consumo semanal de este tipo de productos (Figura 30).

En cuanto al precio los encuestados no están dispuestos a pagar una alta cantidad por un producto así ya que los precios de los productos competencia se encuentran dentro del rango de \$5 a \$10, por lo tanto la mayoría de las personas están dispuestas a pagar entre \$5 y \$9 por cada una de las mantecadas (Figura 34).

Finalmente los consumidores mostraron aceptación para el consumo de una mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate, debido a los beneficios que el consumo de ésta aporta a la salud, además de su alto aporte nutricional (Figura 33).

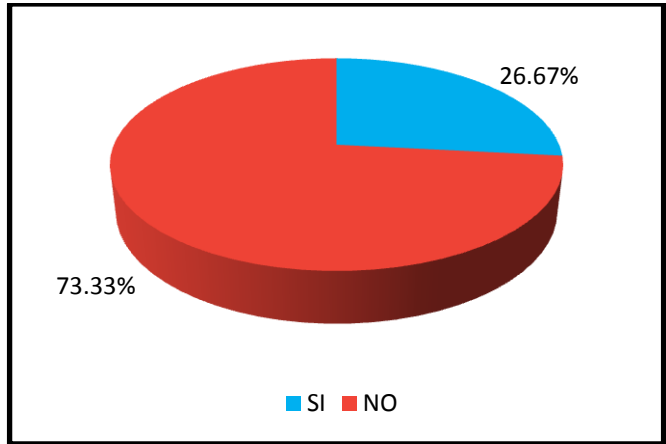


Figura 23 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Padece usted de problemas de colesterol?

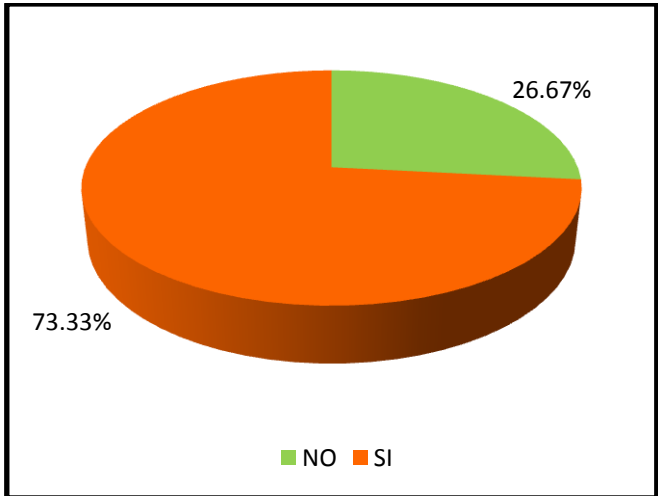


Figura 24 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Consume usted mantecadas?

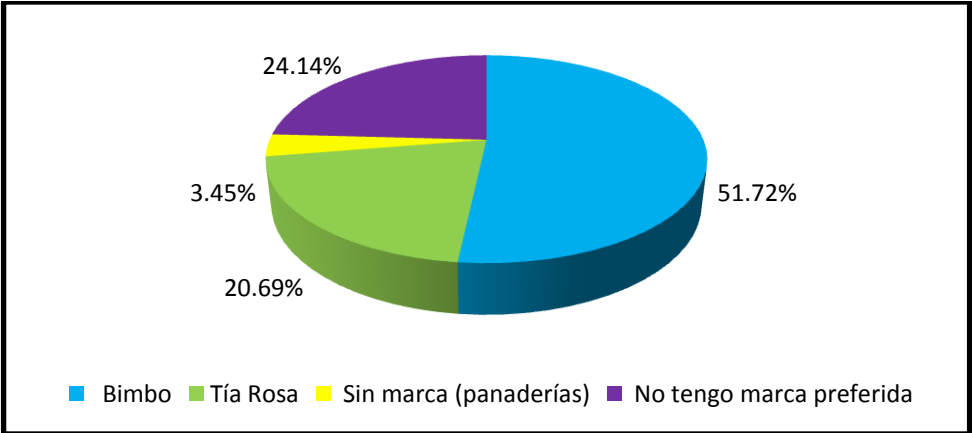


Figura 25 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Qué marca de mantecadas prefiere?

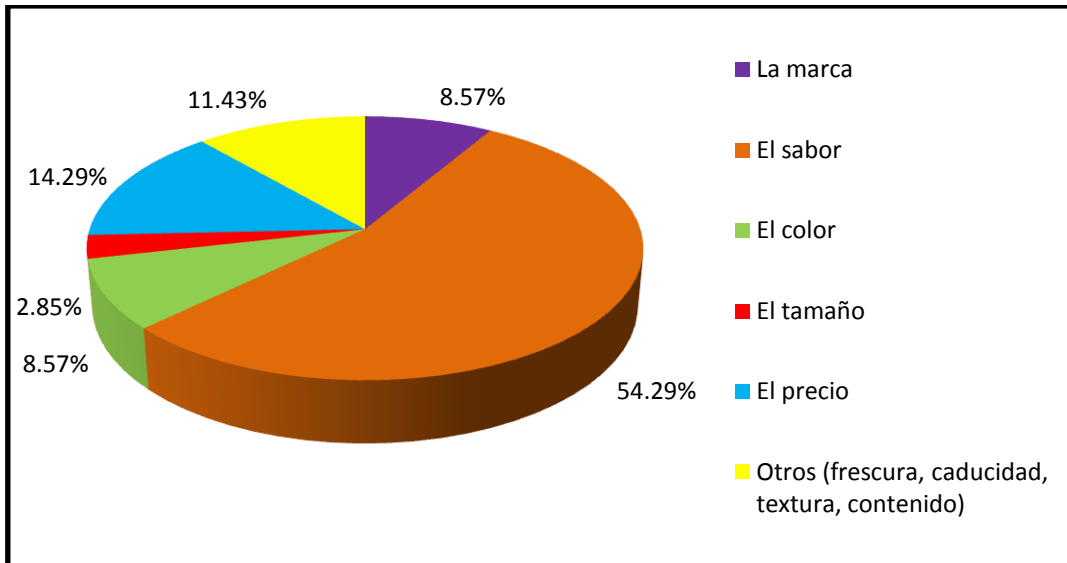


Figura 26 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Al momento de comprar una mantecada, qué es lo primero que toma en cuenta?

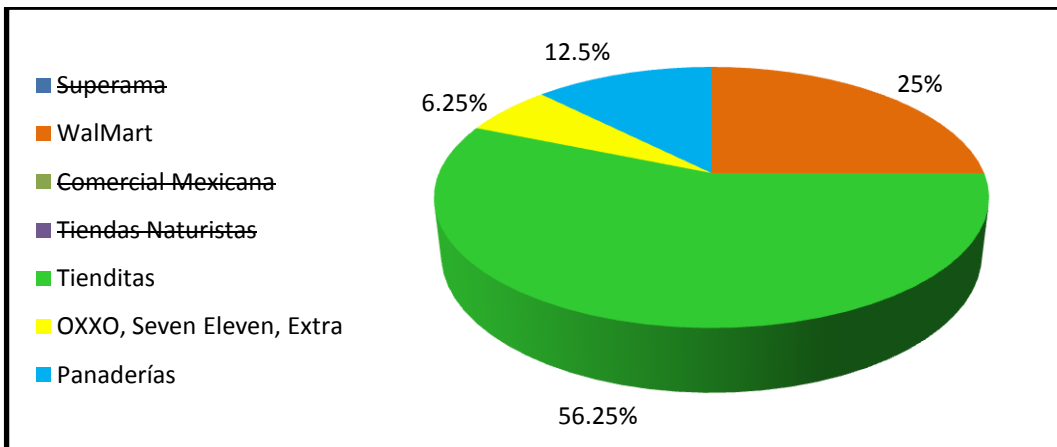


Figura 27 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿A cuál de estos lugares suele acudir para comprar mantecadas?

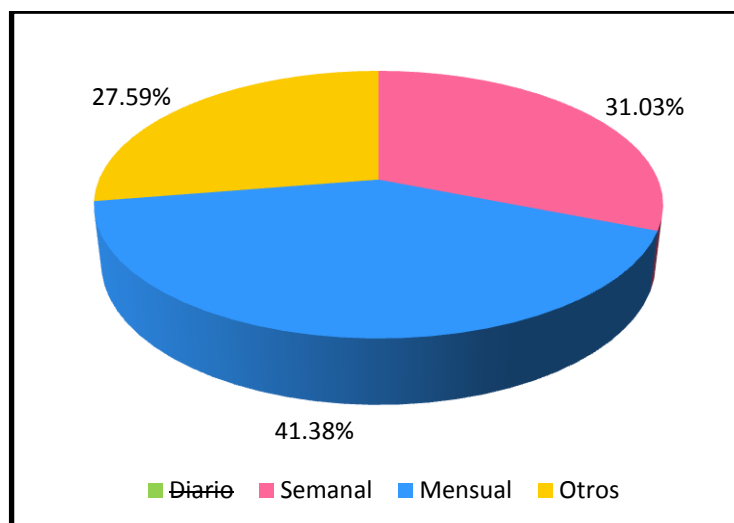


Figura 28 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Con qué frecuencia consume usted mantecadas?

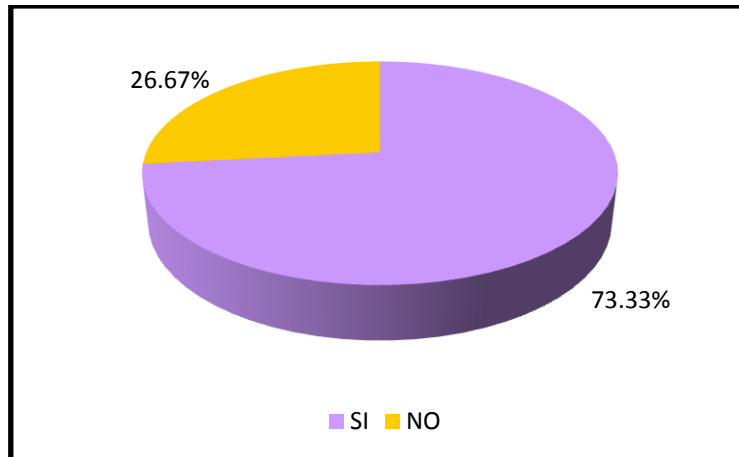


Figura 29 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Consume productos bajos en grasa?

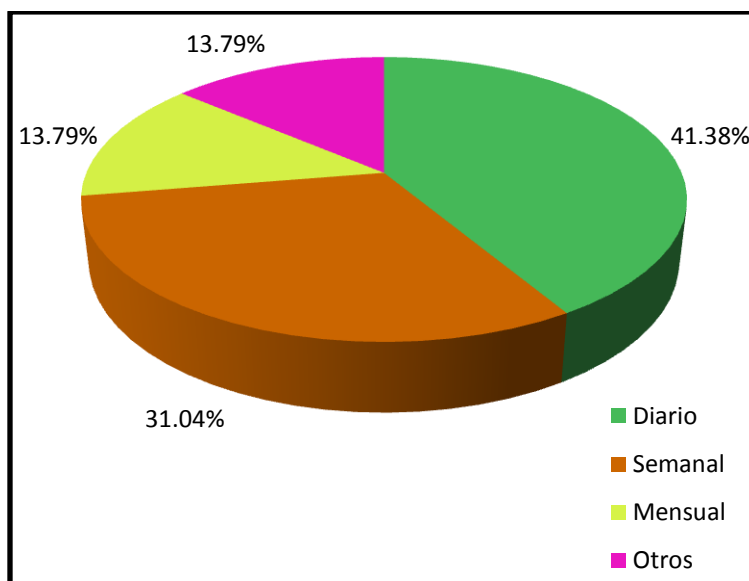


Figura 30 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Con que frecuencia?

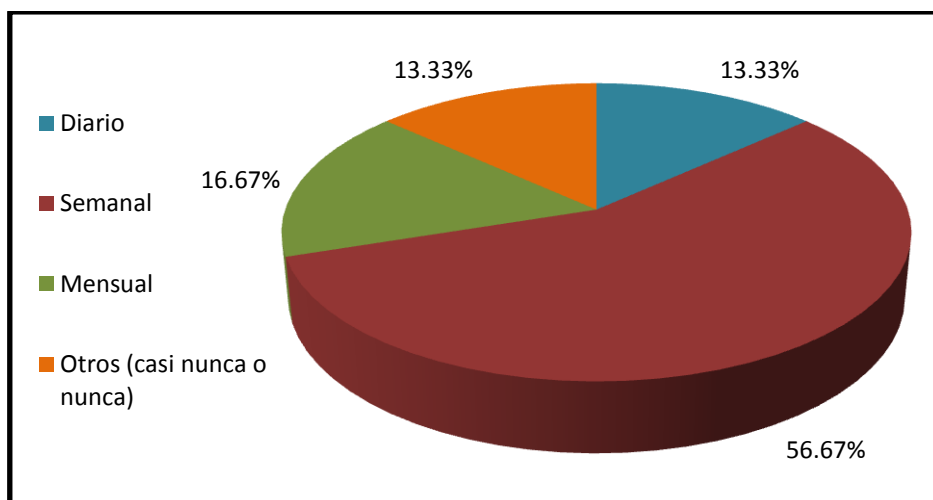


Figura 31 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Con qué frecuencia consume chocolate?



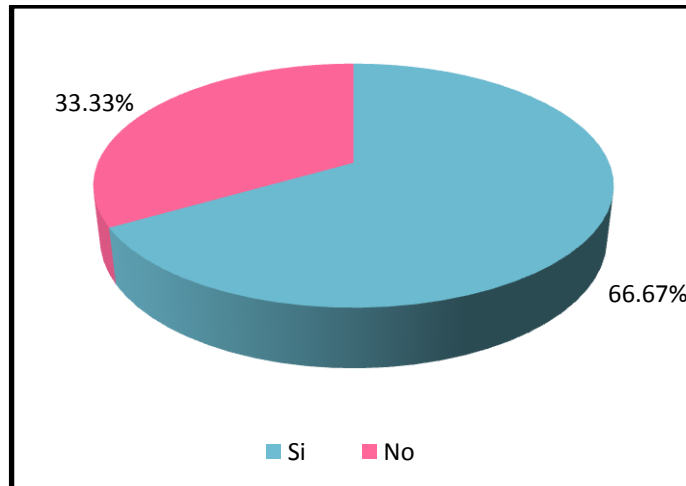


Figura 32 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Consumiría chocolate bajo en grasa?

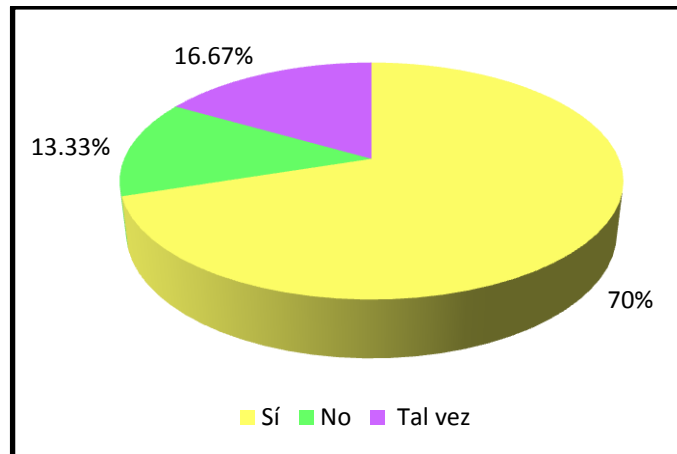


Figura 33 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Estaría dispuesta a comprar una mantecada a base de harina de amaranto con trozos de arándano cubierta con chocolate (Baja en grasa)?

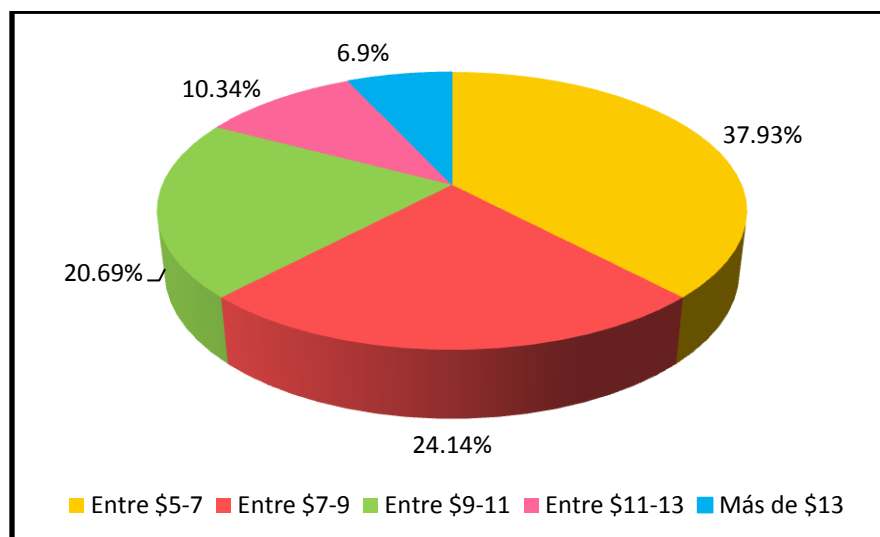


Figura 34 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una mantecada de amaranto y arándano cubierta con chocolate (baja en grasa)?

### 3.3 Resultados del Objetivo Particular 2

#### 1. Realizar las corridas experimentales.

Se realizó la primera corrida experimental empleando la formulación correspondiente al 6% de la mezcla metilcelulosa-maltodextrina.

Para la incorporación de la metilcelulosa y maltodextrina se requirió su previa hidratación en agua fría; para el caso de la metilcelulosa se empleo gran cantidad de agua ya que las protrusiones de los grupos éter a lo largo de las cadenas impiden las asociaciones intermoleculares características de la celulosa, pero para el caso de la maltodextrina se requirió poca cantidad de agua debido a que por los equivalentes de dextrosa de la maltodextrina empleada (ED=15) no presenta características higroscópicas (Fennema, 2000). Esto implicó la adición de agua a la formulación de las mantecadas, lo que provocó que el sabor y fluidez de la masa se vierán afectados. Cabe señalar que la masa obtenida tenía una apariencia similar a la masa de la mantecada testigo en cuanto apariencia grasosa, ya que este polisacárido imparte las mismas propiedades que una grasa sin aportar calorías al producto (Beltrán, 2006), pero durante el horneado se presentó un problema, ya que el tiempo de dicha operación se extendió hasta 150 min debido a que no se lograba la cocción adecuada en el interior de las mantecadas, el producto resultante fueron mantecadas con la corteza hundida y con la miga cruda; por ende la apariencia no fue la deseada.

Debido a esto se propuso un replanteamiento en la forma de adicionar la mezcla (maltodextrina-metilcelulosa) en la formulación, tomando en cuenta que la incorporación de agua a la formulación para la hidratación de dichos aditivos no estaba contemplada inicialmente, se decidió adicionarlos directamente y llevarla acabo con el agua presente dentro de la formulación (proporcionada en gran medida por la leche), por lo cual su incorporación se realizó posterior a la de la leche, debido a que varios componentes de la mezcla (sacarosa, almidón, gluten) tienen alta capacidad de hidratación al igual que la metilcelulosa y maltodextrina. De esta forma se logró primeramente la hidratación del almidón y gluten, responsables de la formación de la red tridimensional donde queda atrapado el CO<sub>2</sub> durante el horneado; y posteriormente la incorporación de la mezcla metilcelulosa-maltodextrina aumentó la viscosidad de la masa (Badui, 1990).

Establecida la forma de incorporación de los aditivos mencionados se realizaron las corridas experimentales, con los niveles de variación presentados en el cuadro 18.

Ingrediente	2%	4%	6%
Margarina	77.90	66.85	55.80
Metilcelulosa	10.00	20.05	30.11
Maltodextrina	1.05	2.04	3.03

Cuadro 18 Proporciones de grasa-sustituto de grasa de la mantecada prototipo (g/100g de harina)

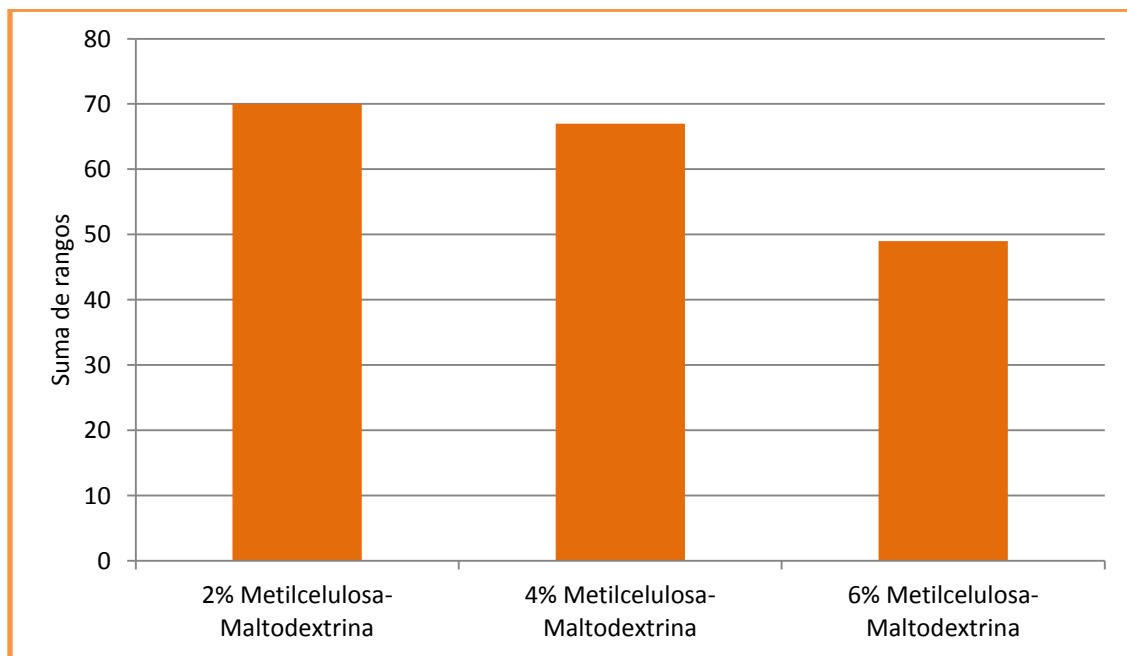
**2. Realizar un análisis sensorial (pruebas afectivas) para determinar el prototipo de mayor preferencia por parte de los consumidores.**

*Prueba de preferencia de la mantecada baja en grasa (Pedrero, 1996)*

Análisis de ordenamiento por rangos

- ▶ Nivel de significancia 5%
- ▶ Muestras 3
- ▶ Jueces 31
- ▶ Diferencia de sumatoria 19

La diferencia entre las muestras (ver Anexo 5) resultó mayor a la diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica (19) solo entre las muestras A y C, correspondientes a los niveles de variación del 2 y 6% respectivamente, por lo cual solo existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las muestras mencionadas con respecto a su sabor y textura. Esto quiere decir que la adición de Metilcelulosa-Maltodextrina únicamente representa un efecto significativo en el sabor y la textura de la mantecada a partir del 6% de dicha mezcla, ya que los jueces afectivos percibieron la misma textura entre los niveles 2 y 4%.



**Figura 35** Gráfica representativa de la prueba de preferencia de la mantecada baja en grasa

En la figura 35 se puede observar una mayor preferencia por el prototipo del 2% de metilcelulosa-maltodextrina pero debido al análisis estadístico, donde se comprueba que no hay diferencia significativa entre las muestras del 2 y 4%, se seleccionó como la mantecada prototipo aquella donde se sustituyera mayor cantidad de grasa por la mezcla mencionada, siendo ésta la de 4%; asegurando de este modo la máxima reducción posible de grasa en la mantecada cumpliendo con la preferencia del consumidor.

**3. Realizar un análisis sensorial (pruebas descriptivas: QDA) para determinar las propiedades organolépticas de la mantecada seleccionada.**

*Análisis descriptivo cuantitativo de la mantecada (QDA) (Pedrero, 1996)*

Con los resultados de las pruebas descriptivas de los 10 jueces seleccionados (ver anexo 6), se obtuvo un promedio de los valores asignados para cada atributo (cuadro 19), tanto del producto testigo como el del prototipo seleccionado, con el cual se realizó el análisis descriptivo cuantitativo (QDA).

ATRIBUTO	TESTIGO	BAJO GRASA (14%)
ESPONJOSO	2.9	3
GRASOSO	1.6	2.4
SUAVE	2.7	3.6
SECO	2	1.5
HARINOSO	0.8	0.7
PEGAJOSO	2.3	2.1
DESMENUZABLE	0.9	1.4
DULCE	3.1	3.3
COMPACTO	2.8	3.5
RESABIO	1.9	0.9

Cuadro 19 Promedio de las calificaciones de cada atributo sensorial (Escala 0 a 5)

Si se observa la figura 36 de la representación polar de los promedios de cada atributo, se puede apreciar que el perfil de la mantecada prototipo y testigo es diferente en los siguientes atributos: resabio del amaranto y textura suave, grasosa y compacta; pero realizando la comparación del valor de  $F_c$  con el valor de  $F_T$  (cuadro 20) se concluye que solo hay diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en el atributo de suavidad, ya que el valor de  $F$  calculado es mayor al valor  $F$  obtenido de tablas (Pedrero, 1996).

Debido a que el cambio observado en los parámetros mencionados es positivo, es decir, los jueces percibieron una mayor suavidad, mayor compacidad de la miga y una textura grasosa mayor (característica específicamente proporcionada por la metilcelulosa, (Fennema, 2000)) en el producto prototipo con respecto al testigo se puede concluir que no es necesaria una reformulación de la mantecada, en contra parte los atributos restantes no presentaron diferencia significativa estadísticamente ni sensorialmente, por lo cual la adición de 4% de metilcelulosa-maltodextrina no interfiere en atributos como el sabor dulce y la textura esponjosa.

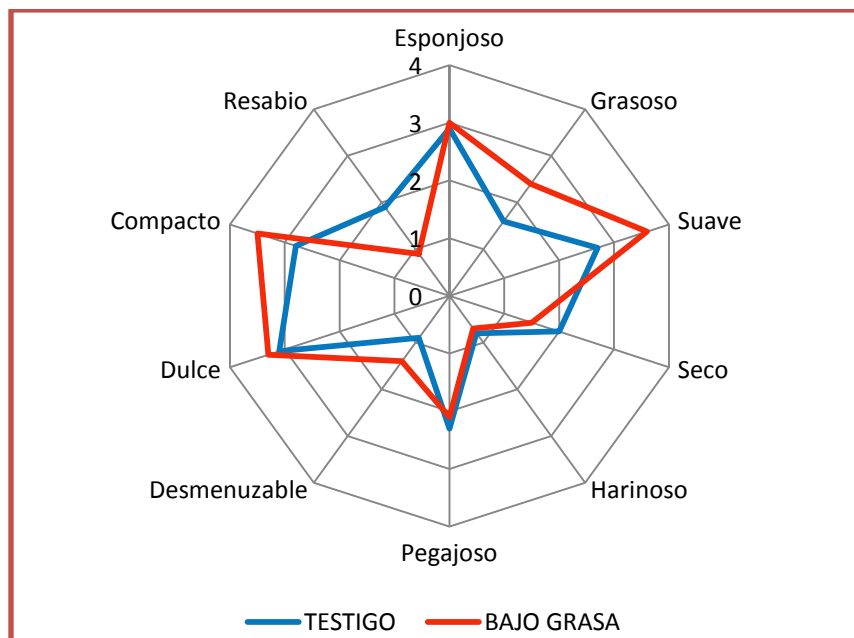


Figura 36 Representación polar del promedio de respuestas sensoriales a los atributos de la mantecada.

Atributo	F calculado	F tablas
Esponjoso	0.0697	
Grasoso	3.2727	
Suave	<b>14.8775</b>	
Seco	0.9183	
Harinoso	0.0697	5.12*
Pegajoso	0.1525	
Desmenuzable	0.6923	
Dulce	0.6428	
Compacto	2.7391	
Resabio	2.5	

Cuadro 20 Análisis de varianza para el QDA ( $p < 0.05$ ).

\*El valor de F de tablas es el mismo para todos los atributos.

#### 4. Determinar % humedad, % grasa y % fibra al prototipo seleccionado.

DETERMINACIÓN	TÉCNICA	RESULTADO	S.D.	C.V. (%)
Humedad	Termobalanza Convencional (NMX-F-428-1982)	<b>13.00%</b>	0.7071	5.4392
Grasa	Soxhlet (NOM-086-SSA1-1994)	<b>15.70%</b>	0.1253	0.7985
Fibra Cruda	Kennedy (NMX-F-090-1978)	<b>0.8726%</b>	0.0321	3.6789

Cuadro 21 Composición química de la mantecada baja en grasa.

En el cuadro 21 se presentan los valores correspondientes al porcentaje de humedad, grasa y fibra de la mantecada prototipo (4%). La humedad de la mantecada prototipo fue de 13% y la humedad de la mantecada testigo fue de 12.5%, es decir, hubo un aumento del 4% en el valor total de la humedad; este aumento en la humedad de la mantecada se le atribuye a la adición de

metilcelulosa ya que cada unidad repetida de metilcelulosa tiene 3 a 4 grupos éter, un oxígeno etéreo tiene dos pares de electrones no compartidos y puede, por tanto, unir 2 moléculas de agua a través de puentes de hidrógeno. Cada una de estas moléculas de agua puede a su vez unir otras moléculas de agua a través de puentes de hidrógeno y de esta manera la cadena de polímero queda rodeada por una capa de agua de hidratación (Tapia & Sapag-Hagar, 1995). Al someterse el producto al proceso de horneado hay una deshidratación parcial del producto por lo cual ese 4% de humedad ganada es debido a las moléculas de agua atrapadas por dicho polisacárido.

Se puede apreciar una reducción en la mantecada prototipo respecto a la mantecada testigo de aproximadamente un 18.4% con respecto al contenido lipídico total, permitiendo tener un producto con menor contenido graso pero con propiedades sensoriales similares a las de un producto de alto contenido lipídico ya que una de las propiedades de la metilcelulosa es proporcionar una textura grasa al producto y dejar un resabio oleoso en la boca (Fennema, 2000).

Referente al contenido de fibra cruda de la mantecada se puede ver un notable aumento de la mantecada prototipo (0.8726%) con respecto a la mantecada testigo (0.3958%), este aumento de más del 50% se debe a la adición de metilcelulosa que al ser un producto de la metilación de la celulosa, tiene una base (celulosa) considerada indigerible metabólicamente y que se incluye dentro del grupo de las fibras (Badui, 1990).

### 3.5 Resultados del Objetivo Particular 3

#### 1. Realizar las corridas experimentales

Se realizaron las 9 corridas experimentales de acuerdo al análisis de varianza correspondiente (ver cuadro 4). Los niveles de variación que se emplearon se presentan en el cuadro 22.

Ingrediente	10 %	12 %	14 %
Fibra de Cocola	20.54	24.65	28.75
Grasa Vegetal	48.18	44.08	39.97

Cuadro 22 Proporciones de grasa-sustituto de grasa del chocolate prototipo (g/100g Sacarosa)

Para establecer los niveles de variación de la fibra de cacao en el chocolate, se decidió iniciar con una concentración de 10% con respecto a la formulación general, posteriormente se fue aumentando la concentración cada 2% hasta alcanzar un 20%, con lo cual se estableció que el límite máximo de adición de la fibra de cacao es del 14%, debido a que al sobrepasar este porcentaje se veía reducida la grasa vegetal, la cual es necesaria para incorporar los demás ingredientes sólidos y formar la pasta de chocolate.

La adición de dicha fibra se realizó junto con la sacarosa y la cacao, esto permitió que los tres polvos se incorporaran homogéneamente con el resto de los componentes, primordialmente la grasa vegetal.

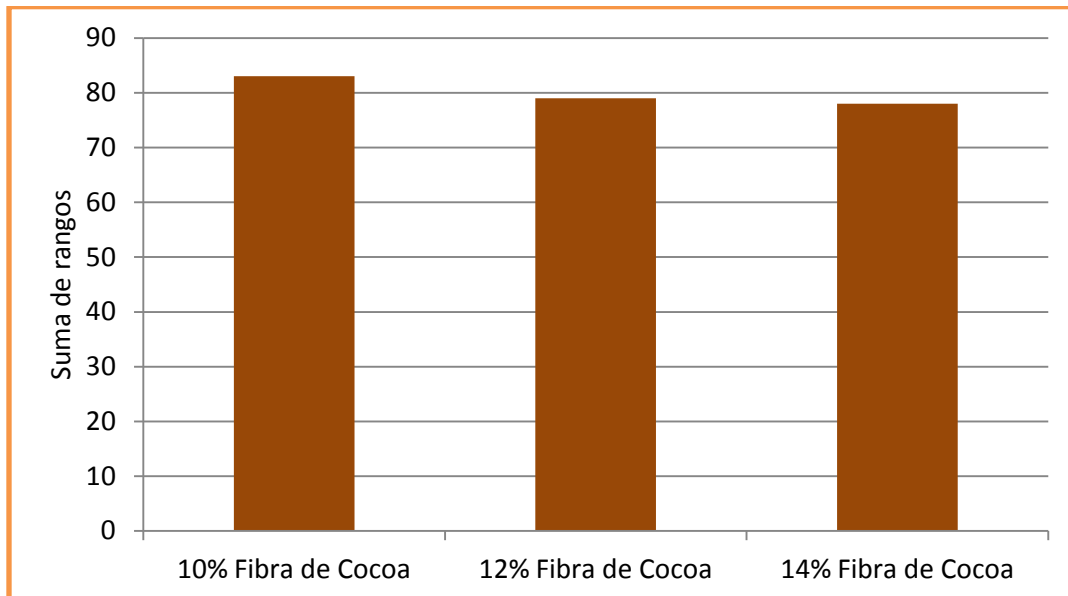
**2. Realizar un análisis sensorial (pruebas afectivas) para determinar el prototipo de mayor preferencia por parte de los consumidores.**

*Prueba de preferencia del chocolate bajo en grasa (Pedrero, 1996)*

Análisis de ordenamiento por rangos

- ▶ Nivel de significancia 5%
- ▶ Muestras 3
- ▶ Jueces 40
- ▶ Diferencia de sumatoria 21

La diferencia entre las muestras (ver Anexo 7) resultó menor a la diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica (21) por lo cual no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las muestras de chocolate con respecto a su textura. Esto quiere decir que la adición de fibra de cocoa a los niveles de variación utilizados (10, 12, 14%) no representa un efecto significativo en la textura del chocolate, ya que los jueces afectivos percibieron la misma textura en las 3 muestras.



**Figura 37** Gráfica representativa de la prueba de preferencia del chocolate bajo en grasa

En la figura 37 se puede observar una ligera preferencia por el prototipo del 10% de fibra de cocoa pero debido al análisis estadístico, donde se comprueba que no hay diferencia significativa entre las muestras, se seleccionó como el chocolate prototipo en aquel donde se sustituyera mayor cantidad de grasa por fibra de cocoa, siendo éste el de 14%, asegurando de este modo la máxima reducción de grasa en el chocolate.

**3. Realizar un análisis sensorial (pruebas descriptivas: QDA) para determinar las propiedades organolépticas del chocolate seleccionado.**

*Análisis descriptivo cuantitativo del chocolate (QDA) (Pedrero, 1996)*

Con los resultados de las pruebas descriptivas de los 10 jueces seleccionados (ver anexo 8), se obtuvo un promedio de los valores asignados para cada atributo (cuadro 23), tanto del producto

testigo como el del prototipo seleccionado, con el cual se realizó el análisis descriptivo cuantitativo (QDA).

ATRIBUTO	TESTIGO	BAJO GRASA (14%)
AMARGO	2.3	2.1
GRASOSO	2.5	1.5
CREMOSO	2.5	2.1
TOSTADO	0.6	0.9
DULCE	3.2	2.5
GRANULOSO	2.6	2.7
SUAVE	1.7	2
HARINOSO	0.8	0.6

Cuadro 23 Promedio de las calificaciones de cada atributo sensorial (Escala de 0 a 5)

Si se observa la figura 38 de la representación polar de los promedios de cada atributo, se puede decir que el perfil del chocolate prototipo y testigo es ligeramente diferente en dos atributos: textura grasosa y sabor dulce, pero realizando la comparación del valor de  $F_c$  con el valor de  $F_T$  (cuadro 24) se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en cada uno de los atributos sensoriales, ya que el valor de  $F$  calculado es menor al valor  $F$  obtenido de tablas (Pedrero, 1996).

Con lo cual se decidió no llevar a cabo una reformulación del chocolate, ya que la adición de la fibra de cocoa no provoca cambios perceptibles por parte de los consumidores, lo cual resulta beneficioso porque se reduce el porcentaje de grasa del chocolate sin afectar las características sensoriales del producto.

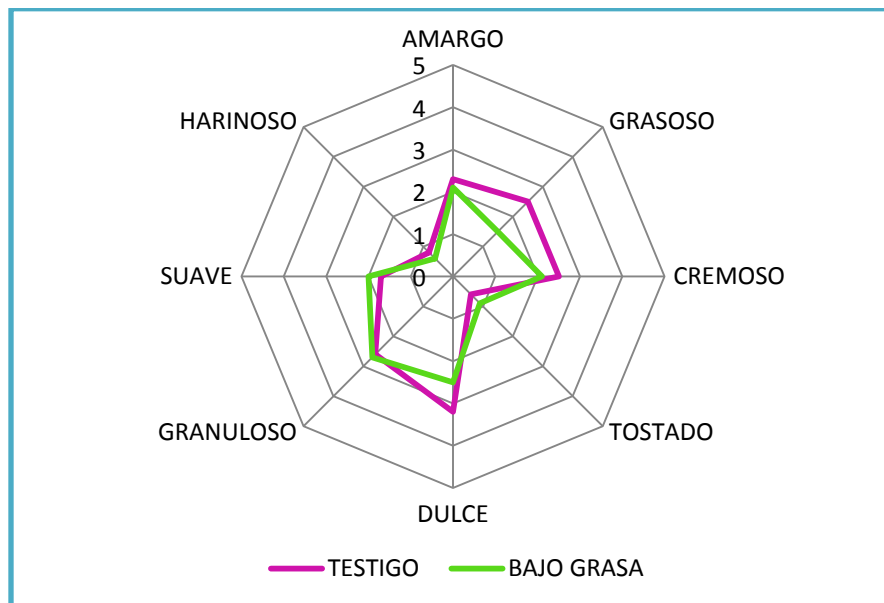


Figura 38 Representación polar del promedio de respuestas sensoriales a los atributos del chocolate.



Atributo	F calculado	F tablas
Amargo	0.2045	5.12*
Grasoso	2.8125	
Cremoso	0.3396	
Tostado	0.4029	
Dulce	2.4364	
Granuloso	0.0311	
Suave	0.5744	
Harinoso	0.3103	

Cuadro 24 Análisis de varianza para el QDA ( $p < 0.05$ )  
 \*El valor de F de tablas es el mismo para todos los atributos.

**4. Determinar % humedad, % grasa y % fibra cruda al prototipo seleccionado.**

DETERMINACIÓN	TÉCNICA	RESULTADO	S.D.	C.V. (%)
Humedad	Método de estufa (NOM-247-SSA1-2008)	<b>2.1308%</b>	0.1085	5.09
Grasa	Soxhlet (NOM-086-SSA1-1994)	<b>20.6587%</b>	0.8271	4.00
Fibra Cruda	Kennedy (NMX-F-090-1978)	<b>3.0551%</b>	0.1155	3.78

Cuadro 25 Composición química del chocolate bajo en grasa.

La humedad que presenta el chocolate prototipo fue en promedio 2.1308%, el cual está ligeramente elevado respecto al valor teórico para el chocolate (<2%) (Piano, 2002), sin embargo el chocolate testigo sí cumple con este requisito (1.2232%), por lo tanto el aumento de humedad en el chocolate se le atribuye a la única variable en el proceso, es decir, la adición de fibra de cocoa. Por este motivo se decidió determinar el porcentaje de humedad a dicha fibra a través del método de termobalanza digital de acuerdo a la norma NMX-F-428-1982 (el equipo empleado fue Termobalanza Digital OHAUS Modelo MB45), en promedio resultó tener un 10.66% de humedad (S.D.=0.3278, C.V.=3.07%), con lo cual se corrobora lo antes mencionado, la fibra de cocoa que se empleo para sustituir una parte de la grasa vegetal, aporta una ligera cantidad de humedad al producto (chocolate).

El porcentaje de grasa del chocolate prototipo (20.6587%) disminuyó un 36% con respecto al contenido lipídico del chocolate testigo (32.3188%), concluyendo que el uso de la fibra de cocoa para la sustitución de cierto porcentaje de la grasa vegetal empleada en la elaboración de chocolate resulta adecuado debido a que sus propiedades físicas y sensoriales permite su total incorporación antes del atemperado. De acuerdo a la norma NOM-086-SSA1-1994, el chocolate prototipo se puede considerar un chocolate reducido en grasa, ya que para ser considerado dentro esta clasificación su contenido de grasa es al menos un 25% menor en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar.

El contenido de fibra en el chocolate reducido en grasa (3.0551%) muestra un aumento considerable con respecto al contenido de fibra del chocolate testigo (1.7665), de aproximadamente 42%, esto se debe al origen de la fibra de cocoa, ya que proviene de la cascara del cacao que tiene alto contenido de celulosa y lignina, los cuales aportan un gran contenido de

fibra dietética y por consecuencia cierta cantidad de fibra cruda que se puede apreciar en el valor obtenido (Padrón *et al*, 2004).

### 3.5 Resultados del Objetivo Particular 4

#### 1. *Elaborar la mantecada cubierta con chocolate con los prototipos seleccionados.*

El producto final, es decir, la mantecada funcional a base de harina de amaranto con arándanos baja en grasa recubierta con una capa de chocolate bajo en grasa, se elaboró manteniendo una proporción de 70% Mantecada / 30% Cobertura de chocolate, con un peso de  $10 \pm 0.5$ g para cada mantecada cubierta con chocolate, para de este modo tener una presentación final de 80g de producto, es decir, 8 mantecadas cubiertas con chocolate por empaque.

#### 2. *Análisis Químicos*

La composición química (ver cuadro 26) de la mantecada funcional cubierta con chocolate baja en grasa se obtuvo con la finalidad de conocer la cantidad porcentual de los principales nutrientes del producto (humedad, carbohidratos, lípidos, proteínas, cenizas y fibra cruda) para poder diseñar la tabla nutrimental (ver cuadro 27 ) de acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008 (Norma Oficial Mexicana que regula a los cereales y productos de éstos), ya que dicha tabla fue necesaria para el diseño del empaque del producto.

DETERMINACIÓN	TÉCNICA	RESULTADO	S.D.	C.V. (%)
Humedad	Termobalanza Convencional (NMX-F-428-1982)	9.00%	0.7071	7.8567
Carbohidratos	Fenol-Ácido Sulfúrico (Dubois, 1956)	53.31%	0.075	0.1406
Proteínas	Biuret (Nielsen, 1998; A.O.A.C. 32.2.03, 2000)	17.83%	0.130	0.7291
Grasa	Soxhlet (NOM-086-SSA1-1994)	18.31%	0.4005	2.1874
Fibra Cruda	Kennedy (NMX-F-090-1978)	1.02%	0.0282	2.7729
Cenizas	Método General (NMX-F-066-S-1978)	0.53%	0.0424	8.004

Cuadro 26 Composición porcentual de la mantecada funcional cubierta con chocolate baja grasa

De acuerdo con la NOM-086-SSA1-1994 el tamaño de la porción para “pastelitos” es de 45g, por lo cual el producto envasado tiene 1.78 porciones ya que contiene 80g de producto (mantecada funcional baja en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate).

Presentación de la información por porción (45g).	
Contenido energético	849.05kJ (202.2 Cal)
Proteínas	8.02g
Grasas (lípidos)	8.24g
Carbohidratos	23.99g, de los cuales 13.64g azúcares
Fibra	0.46g
Cenizas	0.24g

Cuadro 27 Presentación de la información nutrimental

El consumo de este producto tiene un aporte calórico de alrededor de 202 Calorías dietéticas (1Cal=1kcal) lo cual representa el 10.10% del requerimiento promedio de energía para hombres (2000kcal) y el 11.22% del requerimiento promedio de energía para mujeres (1800kcal), considerando que el Índice de Masa Corporal (IMC) indique que el peso es apropiado (Secretaría de Salud, 2010). Para considerar un peso apropiado se debe tener un IMC de 18.5 a 24.9 kg/m<sup>2</sup>, si el valor de IMC es superior a 25 kg/m<sup>2</sup> se considera sobrepeso (Jiménez, 2007).

### **3. Análisis físicoquímicos**

Se determinó la actividad de agua del producto final obteniéndose un valor de 0.778 que de acuerdo a la literatura está por debajo de la actividad de agua requerida por la mayoría de microorganismos incluidas bacterias (>0.91), levaduras (>0.88) y hongos (>0.80), por lo cual se puede asegurar la inhibición del crecimiento de la mayoría de los microorganismos, ya que existen microorganismos como las levaduras osmófilas o bacterias halófilas que pueden crecer mínimo a una actividad de 0.60 y 0.75, respectivamente (Badui, 1990).

El valor de actividad de agua permitió el monitoreo de la pérdida de humedad durante la evaluación de la vida útil del producto final, tomándolo como el valor inicial (día cero).

### **4. Pruebas Físicas**

Se determinó la dureza de la mantecada sin la cobertura de chocolate, ya que posteriormente en el objetivo 6 sobre vida útil del producto se podrá observar que uno de los parámetros seleccionados para determinar la vida de anaquel del producto final fue la dureza de la mantecada monitoreada al paso del tiempo. El valor de la dureza fue de 85.03 N/m<sup>2</sup> que se retomó como la dureza inicial, es decir, del día cero. La dureza del producto depende en gran medida de la presencia de almidón (por parte de la harina de amaranto), de los trozos de arándanos presentes en la formulación del producto, y del contenido de grasa del producto.

La presencia de trozos deshidratados de arándanos en el producto representaron un esfuerzo adicional en el momento que la aguja del equipo penetraba la muestra para poder tomar la lectura por lo cual se evitó tomar la lectura en sitios donde se observaba presencia de arándanos pero no hay que despreciarlos ya que finalmente son parte del producto y afectan las propiedades texturales del producto.

El almidón del amaranto presenta varias propiedades funcionales en la mantecadas entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: diluye el gluten a una determinada consistencia favoreciendo la formación de la miga del pan, proporciona una excelente superficie para favorecer las uniones fuertes del gluten en la masa, favorece la formación y flexibilidad de las celdillas de gas que se producen durante el horneado, toma agua del gluten durante la gelatinización, haciendo que éste se vuelva rígido y reduciendo la expansión del mismo, previniendo el colapso de pan en el enfriado. En resumen, el almidón atribuye una gran fuerza intermolecular dentro de la estructura del pan lo que promueve cierta dureza y rigidez del producto horneado (Bernabé, 2009).

La grasa empleada en la elaboración del producto al ser disminuida aumenta la dureza del producto debido a que las grasas en general tienen gran funcionalidad en la panificación ya que no solo ayuda a la retención de gas carbónico y expansión de la masa durante las primeras etapas de

horneado sino que promueve el ablandamiento de la miga mejorando por consecuencia la textura, en este caso la dureza de la miga (Boatella *et.al*, 2001).

### **5. Determinar el rendimiento de la mantecada**

La determinación del rendimiento del pan se realizó a través de la Ecuación 11 propuesta por Quaglia (1991).

Consiste en relacionar el peso del pan obtenido y la cantidad de harina empleada. En este caso usando como base 100g de masa, se tendría un rendimiento del 386.74g. Este valor representa la cantidad de agua absorbida por la harina en la fase de amasado (rendimiento de la masa) y la cedida en las sucesivas operaciones, especialmente en el horneado. Para el cálculo de este rendimiento se debe considerar el peso del pan después de la cocción y enfriado a una temperatura inferior a 35°C tomada en el centro de la miga, y pasado seis horas después del horneado. Este valor de rendimiento tiene gran importancia porque es un factor que determina los costos de producción.

Diversos factores contribuyeron a este valor del rendimiento entre los cuales destacan la calidad del gluten de la harina de trigo, el empleo de moldes pequeños para la reducción de la superficie de evaporación y cantidad de almidón presente en la masa; ya que estos factores aumentan el rendimiento en el pan (Quaglia , 1991).

### **6. Análisis Microbiológicos**

#### **a. Mantecada baja en grasa**

De acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008 establece que los productos con características similares a pasteles, panques y pays, deben cubrir con las siguientes especificaciones microbiológicas: Mesófilos aerobios: 10000 UFC/g máximo, Coliformes totales 20 UFC/g máximo, *Salmonella spp*: Ausente/25g.

Se realizaron los correspondientes conteos microbianos para determinar la calidad sanitaria de la mantecada baja en grasa, y éstos fueron los siguientes:

- ▶ <100 UFC/g de bacterias aerobias en placa en agar tripton extracto de levadura (Medio Casoy), incubadas  $48 \pm 2$  horas a  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ .
- ▶ No se presentó desarrollo de coliformes por gramo en placa de agar rojo violeta bilis lactosa (Medio MacConkey), incubados a  $35^\circ\text{C}$  durante  $24 \pm 2$  horas.
- ▶ Ausencia de *Salmonella* en 25g de muestra.

#### **b. Chocolate bajo en grasa**

De acuerdo a la NOM-186-SSA1/SCFI-2002 establece que el chocolate, sus variedades, así como los productos elaborados con ingredientes, procedimientos o aspecto semejante; deben cubrir con

las siguientes especificaciones microbiológicas: Mesófilos Coliformes totales 10 UFC/g máximo, *Salmonella spp*: Ausente/25g.

Se realizaron los correspondientes conteos microbianos para determinar la calidad sanitaria del chocolate bajo en grasa, y éstos fueron los siguientes:

- ▶ No se presentó desarrollo de coliformes por gramo en placa de agar rojo violeta bilis lactosa (Medio MacConkey), incubados a 35°C durante 24 ± 2 horas.
- ▶ Ausencia de *Salmonella* en 25g de muestra.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos se puede considerar inocuos microbiológicamente hablando tanto a la mantecada como al chocolate, ya que ambos productos cumplen con las especificaciones sanitarias de sus respectivas normas oficiales mexicanas.

Los análisis microbiológicos fueron realizados a cada uno de los productos (mantecada y chocolate) con la finalidad de poder detectar alguna posible contaminación microbiana, así como el posible causante de dicha contaminación en cualquiera de los productos. Favorablemente la aplicación de buenas prácticas de fabricación de acuerdo a la norma NOM-251-SSA1-2009 (principalmente la higiene con la cual se trabajó durante todo el proceso de manufactura) y los tratamientos térmicos involucrados (horneado de la mantecada y atemperado del chocolate) conllevaron a la obtención de un producto con una calidad sanitaria aceptable para el consumo.

#### **7. Realizar un análisis sensorial (pruebas hedónicas) dirigido a los consumidores para determinar las propiedades organolépticas de la mantecada cubierta con chocolate.**

Los resultados obtenidos con la evaluación sensorial del producto final demostraron que las mantecadas funcionales bajas en grasa a base de harina de amaranto con arándano cubiertas con chocolate están dentro del gusto del consumidor. El análisis se llevó a cabo con 96 personas entre 18 y 50 años (rango de edad al cual el producto está dirigido), como se puede observar en la figura 39, el 65% corresponde a las mujeres, lo que nos indica que hay un mayor número de mujeres interesadas en este producto de innovación.

En la Figura 40 podemos observar que al 81% de las personas encuestadas les gustaron las mantecadas e incluso se recibieron comentarios positivos ya que lo consideraron una excelente opción que además de ser saludable presentaba un sabor agradable, muchas personas percibieron una nota grasosa independientemente de que el producto es bajo en grasa, con lo que comprobamos que la metilcelulosa cumplió su función de dar una sensación de humedad y el producto desarrollado cumple con las características de un producto similar pero menor cantidad de grasa.

La Figura 41 indica que el 72% de las personas encuestadas y que representan al consumidor están dispuestas a comprar el producto, lo que indica que dicho desarrollo es una buena opción para las personas que actualmente están interesados en el cuidado de su salud y cumple con las tendencias mundiales en alimentación (alimentos funcionales, sanos y nutritivos).

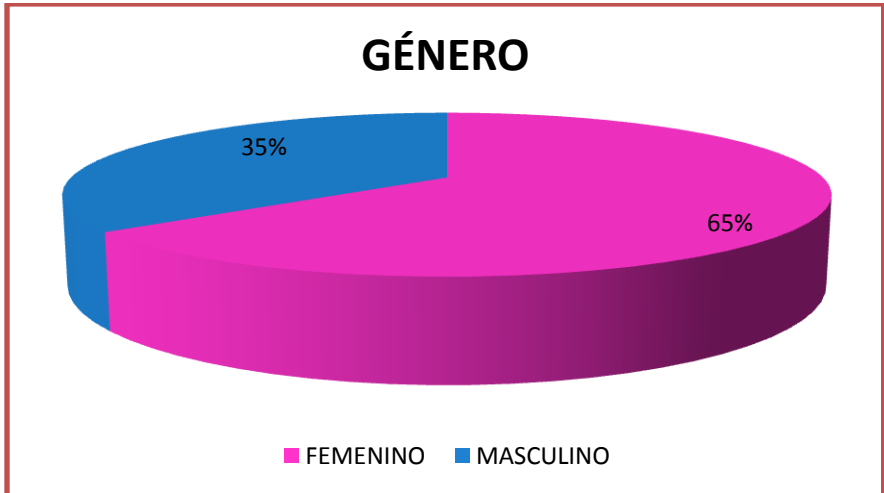


Figura 39 Porcentaje de personas del género femenino y masculino encuestados

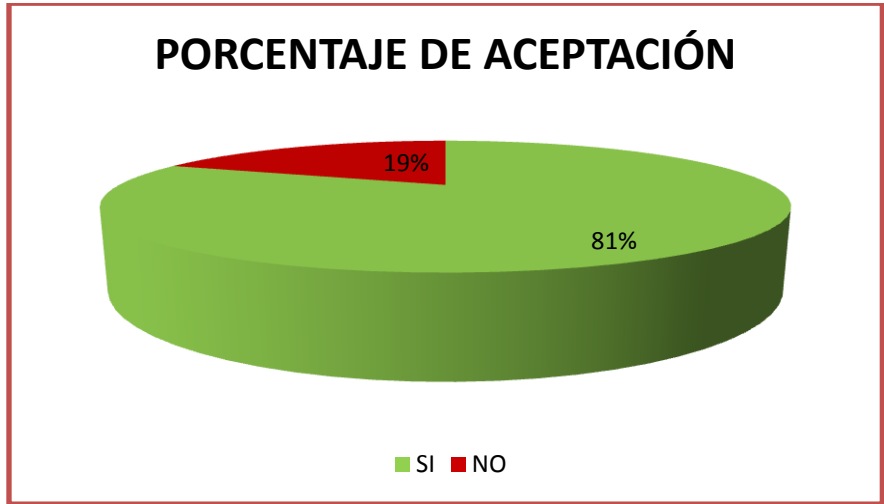


Figura 40 Resultado en porcentaje de la pregunta ¿Le gustó el producto?

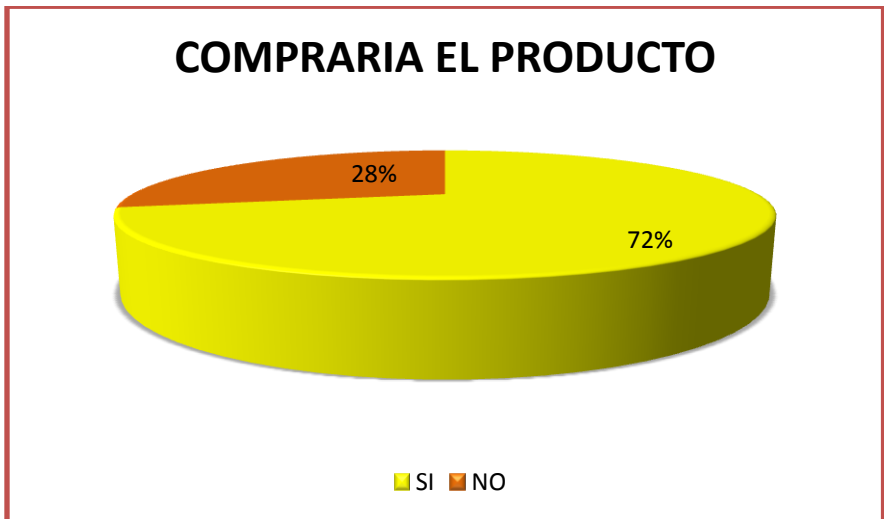


Figura 41 Porcentaje de personas encuestadas que comprarían el producto

### 3.5 Resultados del Objetivo Particular 5

1. ***Definir especificaciones de envasado (funcionalidad del envase, estrategia de marketing y marca).***

*Desarrollo del envase:*

Se llevó a cabo la elaboración de un prototipo del envase (Figura 42) que servirá para proteger al producto y facilitar su comercialización en el mercado. El diseño del envase muestra se realizó con el apoyo de alumnos de la carrera de diseño gráfico y comunicación visual.

El nombre del producto es *Cramby's*, haciendo referencia a "cranberries" (arándanos en inglés). El material del envase externo (secundario) planteado fue de cartón, y es donde se rotuló la etiqueta del producto; el envase interno (primario) a base de una película de polipropileno, permitió que el producto conserve sus características sensoriales por más tiempo y lo proteja de las condiciones ambientales.

## 2. Elaboración del envase muestra

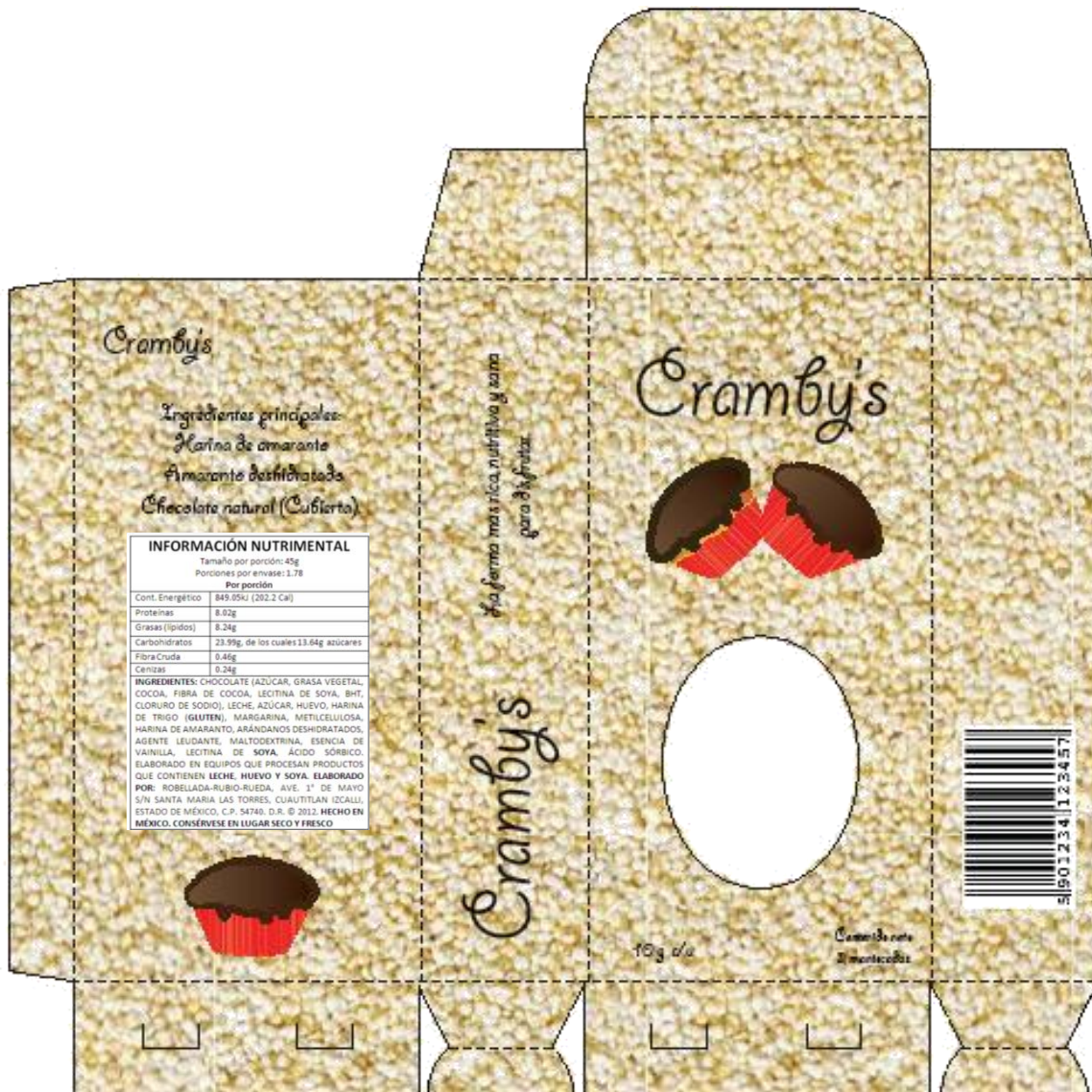


Figura 42 Diseño del empaque muestra.

### ► Envase Primario

La bolsa para contener al producto fue propuesta a base de una película de polipropileno (PP), un plástico estructural de alta memoria, que al presentarse en forma de película tiene alta transparencia, alta resistencia a la punción y baja resistencia al rasgado (Rodríguez, 2007). Lo cual favorece al producto ya que permite mantenerlo íntegro y protegido del ambiente pero ofrece una fácil apertura del mismo para el consumidor. En el cuadro 28 se pueden apreciar las características de dicho envase.



<b>Descripción:</b>	<b>Bolsa de Polipropileno Cramby's</b>
<b>Propiedades físicas</b>	<b>Unidad /medida</b>
Descripción General	Termoplástico semicristalino no polar, de dureza y rigidez elevada, tiene una excelente resistencia al impacto, y a los productos químicos corrosivos.
Densidad	0,90 y 0,91 gr/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tensión	25,5 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación	100 – 600
Cristalinidad	65%
Resistencia Térmica	100° C en el aire
Dureza Shore D	72 – 74
Reciclable	100%. Reciclable.
<b>Propiedades mecánicas</b>	<b>Unidad /medida</b>
Resistencia superficial	Buena resistencia superficial
Resistencia química	Buena resistencia química a la humedad, al calor sin deformarse y a agentes químicos
Dureza	Buena dureza superficial y estabilidad dimensional.
<b>Propiedades químicas</b>	<b>Unidad /medida</b>
Punto de Ebullición	320 °F (160°C)
Punto de Fusión	más de 160°C
<b>Dimensiones</b>	<b>Unidad /medida</b>
Ancho	130.00 mm
Largo	200.00 mm
Alto	65.00 mm

Cuadro 28 Características de la bolsa de polipropileno (Rodríguez, 2007)

Las tendencias de empaques para alimentos siguen el estilo de vida de los consumidores que, cada vez más, buscan calidad y practicidad, además de que los productos estén frescos y saludables, precisan además ser transportados con cuidado y seguridad. Los envases, interponiéndose entre el alimento y el entorno, tienen como misión fundamental reducir la incidencia de los factores externos, protegiendo la integridad del producto y evitando o retrasando la pérdida o deterioro de las características nutritivas, sensoriales y sanitarias que definen su calidad y aceptación para el consumo. El envase se configura así como un elemento fundamental del sistema de conservación de los alimentos. En general, cualquiera que sea la forma de protección a aplicar, el envase es siempre un elemento imprescindible; incluso para muchos alimentos el envase establece la tecnología de conservación.

El polipropileno al ser un material 100% reciclable se ubica dentro de las nuevas tendencias en cuanto a envases, que consisten en conservar y proteger el medio ambiente.

#### ► Envase Secundario

El envase secundario de la mantecada propuesto es una caja plegadiza debido a las grandes ventajas que trae consigo su uso. Entre las más importantes son su gran superficie de exhibición con la que cuentan, el proceso de impresión (*offset*) logra excelentes impresiones y a su bajo costo comparado con otros tipos de envases (polietileno, vidrio, aluminio, etc).

La desventaja que presenta este tipo de empaque es que solo aporta una relativa protección al producto ya que generalmente no es una barrera a gases, humedad o grasas, lo cual en este caso no tiene relevancia ya que el producto final denominado con el nombre comercial de *Cramby's* estará provisto de un empaque primario a base de polipropileno.

Existen diferentes tipos de cajas plegadizas de acuerdo a su armado, en este caso el armado que se propuso es *Reverse Tuck* con fondo *Quad Lock* (cierre cuadrado) debido a su hermeticidad y diseño (Rodríguez, 2007). Las características de diseño y dimensiones de la caja plegadiza del producto se indican en el cuadro 29.

Descripción:	Caja de Cartón Cramby's			
Pantones:	Rojo Pantone PMS 186, Amarillo Pantone PMS 1215 , Negro Pantone Black 6 2X			
Características	Estándar	Máximo	Mínimo	Unidad Medida
Material	Cartón Plegadizo	N.A.	N.A.	N.A.
Olor	Sin olor a solventes	N.A.	N.A.	N.A.
Calibre	0.406	0.412	0.400	Milímetros
Tonos	De acuerdo STD	NA	NA	NA
Código barras	Lectura Correcta	NA	NA	NA
Pegado	90%	100%	80%	Visual
Dimensiones	Estándar	Máximo	Mínimo	Unidad Medida
Frente	135.00	136.00	134.00	Milímetros
Fondo	205.00	206.00	204.00	Milímetros
Alto	70.00	71.00	69.00	Milímetros

Cuadro 29 Descripción de las características y dimensiones de la caja plegadiza para *Cramby's* (Rodríguez, 2007)

De acuerdo al armado de la caja se presentan diferentes atributos a evaluar en una caja plegadiza. Si las cajas tienen un armado en maquina, los atributos a evaluar son: rasgado, rigidez, humedad, test de Cobb (para determinar la resistencia de los papeles y cartones a la absorción del agua y del aceite), dimensiones, espesor y absorción de gota agua.

Si el armado es manual, se debe evaluar un mayor número de atributos debido al factor humano, entre los cuales destacan: sabores mezclados, pandeos, olor, dirección del hilo, fidelidad de textos, rebabas, pegado (1mm máximo de desviación en el paralelismo entre la solapa de pegue y el panel correspondiente, y ángulos en el paralelismo), defectos de impresión y apariencia, score o trazado excesivo o insuficiente, maquinabilidad (para ser trabajadas en equipos automatizados), suciedad, legibilidad del código de barras, datos del proveedor, etcétera (Rodríguez, 2007).

#### ► Etiquetado

En el Cuadro 30 se puede observar la etiqueta diseñada para colocar en el empaque que cuenta con la información correspondiente a la composición química y la formulación del producto, así como especificaciones (lote y fecha de caducidad) (Cuadro 31) de acuerdo a la norma NOM-247-SSA1-2008.

Denominación del producto: Mantecada con cobertura sabor chocolate reducida en grasa.

<b>INFORMACIÓN NUTRIMENTAL</b>	
Tamaño por porción: 45g Porciones por envase: 1.78	
<b>Por porción</b>	
Cont. Energético	849.05kJ (202.2 Cal)
Proteínas	8.02g
Grasas (lípidos)	8.24g
Carbohidratos	23.99g, de los cuales 13.64g azúcares
Fibra Cruda	0.46g
Cenizas	0.24g
<b>INGREDIENTES:</b> CHOCOLATE (AZÚCAR, GRASA VEGETAL, COCOA, FIBRA DE COCOA, LECITINA DE SOYA, BHT, CLORURO DE SODIO), LECHE, AZÚCAR, HUEVO, HARINA DE TRIGO ( <b>GLUTEN</b> ), MARGARINA, METILCELULOSA, HARINA DE AMARANTO, ARÁNDANOS DESHIDRATADOS, AGENTE LEUDANTE, MALTODEXTRINA, ESENCIA DE VAINILLA, LECITINA DE <b>SOYA</b> , ÁCIDO SÓRBICO. ELABORADO EN EQUIPOS QUE PROCESAN PRODUCTOS QUE CONTIENEN <b>LECHE, HUEVO Y SOYA. ELABORADO POR:</b> ROBELLADA-RUBIO-RUEDA, AVE. 1° DE MAYO S/N SANTA MARIA LAS TORRES, CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, C.P. 54740. D.R. © 2012. <b>HECHO EN MÉXICO. CONSÉRVESE EN LUGAR SECO Y FRESCO</b>	

Cuadro 30 Información nutrimental para el diseño de envase

Lote: XXX-XX
Consumir preferentemente antes del: 00/00/00

Cuadro 31 Fecha de consumo preferente y número de lote del producto

### **ESTRATEGIA DE MARKETING Y MARCA**

La estrategia de marketing que se siguió para simular la inserción en el mercado de las mantecadas funcionales cubiertas de chocolate bajo en grasa fue la siguiente:

**PRODUCTO:** lanzar una nueva línea de producto, en este caso unas mantecadas más saludables y nutritivas.

Lanzar una nueva marca dedicada a otro tipo de mercado, en este caso, personas entre 18 y 50 años preocupadas por su salud y nutrición.

**PRECIO:** lanzar al mercado un producto innovador con un precio bajo para lograr una rápida introducción, colocación y aceptación del producto.

**PLAZA:** ubicar al producto solamente en aquellos puntos que sean convenientes para el tipo de producto que se pone en venta (estrategia de distribución selectiva).

PROMOCIÓN: comunicar, informar, dar a conocer o hacer recordar la existencia de nuestro producto a los consumidores, así como persuadir, estimular, motivar o inducir su compra, adquisición y consumo.

- ▶ Publicar anuncios en diarios, revistas o Internet.
- ▶ Crear boletines tradicionales o electrónicos.
- ▶ Crear letreros, paneles, carteles, afiches, folletos, catálogos, volantes o tarjetas de presentación.

### **3. Seleccionar canales de distribución**

Los canales de distribución son los que definen y marcan las diferentes etapas que la propiedad de un producto atraviesa desde el fabricante al consumidor final. Su selección se llevó a cabo tomando en cuenta que éstos son «áreas económicas» totalmente activas.

En este caso se eligió el canal:

PRODUCTOR → MAYORISTA → DETALLISTA → CONSUMIDOR

Éste es el único canal tradicional para los bienes de consumo, es la única alternativa factible desde el punto de vista económico para detallistas y fabricantes.

Los mayoristas son aquellas personas, jurídicas o físicas, que compran a fabricantes, con objeto de volver a vender el artículo para obtener un beneficio. La posición de mayorista es ocupada por Wal-Mart ya que se determinó por medio del estudio de mercado que es la tienda de autoservicio de mayor preferencia por parte de los consumidores, por lo tanto sirve como medio de posicionamiento en el mercado para la venta del producto. En este caso el detallista serán las “tienditas”, OXXO, Seven Eleven y Extra, debido a que en el estudio de mercado se determinó que el mayor porcentaje de consumidores prefieren comprar estos productos (mantecadas) en tiendas de este tipo (Muñiz, 2012).

### **4. Desarrollo de la promoción**

Se llevó a cabo el desarrollo de la publicidad de la mantecada funcional cubierta con chocolate bajo en grasa mediante la elaboración de carteles y anuncios con los que se les dará a conocer a los consumidores el producto desarrollado facilitando de esta forma su comercialización y posicionamiento en el mercado.

Las dos opciones que se contemplaron son: carteles (Figura 43) para hacer publicidad al producto a través de espectaculares o pósters y anuncios en revistas (Figura 44) para que el consumidor pueda conocer los beneficios que trae consigo el producto funcional.

Con las imágenes utilizadas se pretende destacar la materia prima con la cual está elaborado el producto, en este caso harina de trigo y amaranto, tomando como fondo una imagen del amaranto reventado, del cual se partió para realizar la harina de dicho cereal; y con esto proporcionarle a la publicidad una textura gráfica a la vista del consumidor. Las espigas de trigo representan en general al grupo de los cereales y a los productos de estos, por lo cual enfatiza la naturaleza del alimento.

Los colores empleados en el diseño del cartel y el anuncio fueron seleccionados con el fin de representar a un alimento natural y atractivo pero a la vez sofisticado e innovador. Los colores empleados son Rojo Pantone PMS 186, Amarillo Pantone PMS 1215 y Negro Pantone Black 6 2X (Pantone, 2012).

El color rojo es de forma destacada el color de las emociones, pasión y fuerza. Los rojos han llegado a simbolizar calidad y en combinación con colores marrones es ideal para un producto de excelente calidad. En la publicidad estimula la venta, es sugestivo, reforma e innova concentración y atención. El color marrón da cierta solidez y contrapesa los colores activos, permitiendo que la mirada descanse, es adecuado para utilizarse en fondos. El color negro en la publicidad da elegancia, crea una sensación de absoluto y definitivo (Merino, 2008).

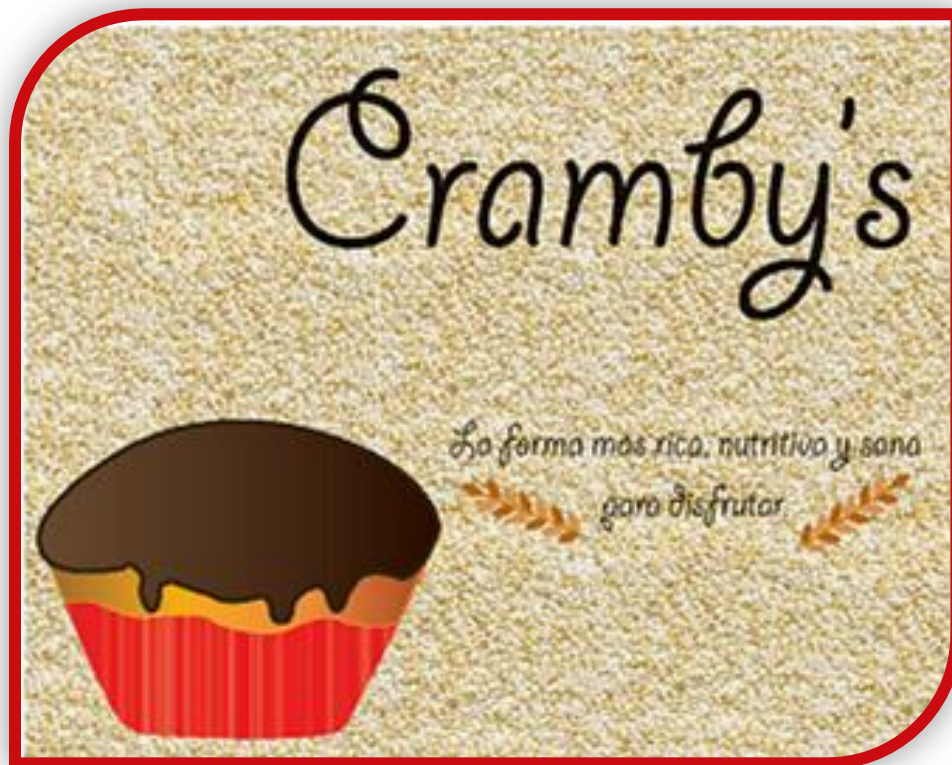


Figura 43 Ejemplo de Cartel

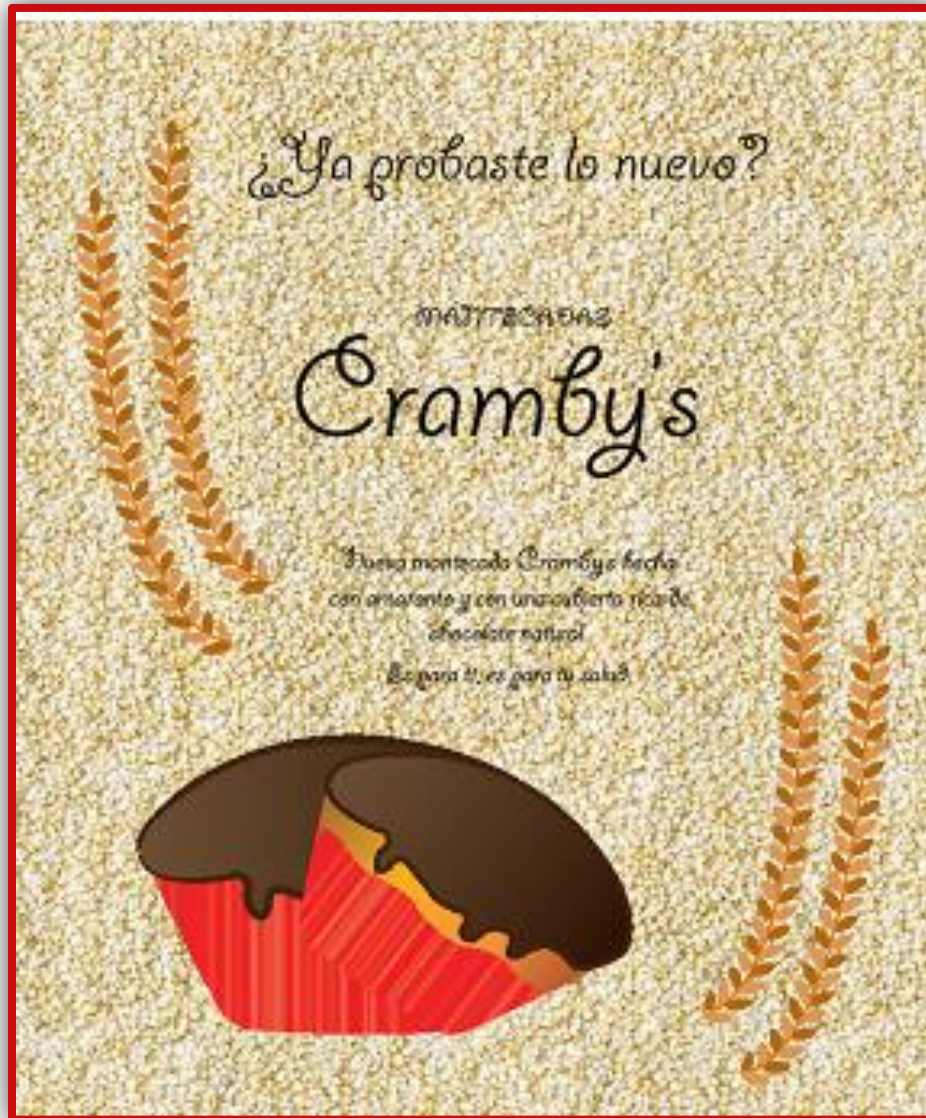


Figura 44 Ejemplo de anuncios en revistas

### 5. **Determinación del costo y precio**

El costo del producto se determinó en base al precio de cada una de las materias primas utilizadas y material de empaque para el año 2012, tomándose en cuenta el precio por unidad y la cantidad empleada para la elaboración del producto estándar (mantecadas funcionales bajas en grasa con un contenido neto de 80g cubiertas con película de polipropileno y envasadas en una caja plegadiza rotulada) (Ver Anexo 11).

El precio propuesto del producto fue de \$11.90 MNX, este precio resulta competitivo respecto a los precios de los productos ya existentes en el mercado, debido a que la oferta de un producto similar pero con propiedades funcionales tiende a presentar un precio elevado.

### 3.6 Resultados del Objetivo Particular 6

#### 1. Realizar el escalamiento de producción de nivel laboratorio a nivel piloto

Para poder llevar a cabo las pruebas de vida útil se requirió hacer un escalamiento geométrico y térmico que permitiera asegurar que las dimensiones del empaque fueran las mismas del producto a nivel comercial, y que las condiciones ambientales fueran de igual modo las mismas que las condiciones de estante durante la venta.

#### Similaridad Geométrica

Se define con mayor precisión en términos de correspondencia. Considerando dos cuerpos sólidos, cada uno provisto de tres ejes imaginarios en el espacio que los intersectan a fin de ser descritos de igual forma en todos sus puntos en un mismo sistema de coordenadas. Un punto en el primer cuerpo está dado por las coordenadas  $(x,y,z)$  mientras que en el segundo cuerpo un punto correspondiente está dado por las coordenadas  $(X,Y,Z)$ . Ambos grupos de coordenadas están relacionados por la Ecuación 12:

$$\frac{X}{x} = x' \quad \frac{Y}{y} = y' \quad \frac{Z}{z} = z' \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde la relación de escalamiento lineal  $(x', y', z')$  es constante. Estas relaciones no necesariamente deben ser iguales. La relación entre los cuerpos en los cuales las razones de escalamiento son diferentes en diferentes direcciones se denomina Similaridad distorsionada (Anaya & Pedroza, 2008).

Para el caso del producto, el escalamiento geométrico se realizó conforme al envase primario (película de polipropileno), que es el que está directamente en contacto con el producto. Las dimensiones del envase  $x, y, z$  son 130, 200 y 65 mm, respectivamente, y la relación de escalamiento lineal que se empleó fue de 0.5 debido a que a la cantidad de producto que se requiere por empaque son 80g y la cantidad mínima que se requirió para las pruebas de dureza y actividad de agua fueron 20g; por lo tanto al reducir la producción al 25%, se requirió que el envase tuviera las mismas proporciones que el envase original. Pero cabe destacar que la reducción del empaque solo se realizó en dos dimensiones (ancho y largo), ya que el alto no se ve afectado por la reducción de producto, debido al acomodo del mismo dentro del envase (ver figura 45).

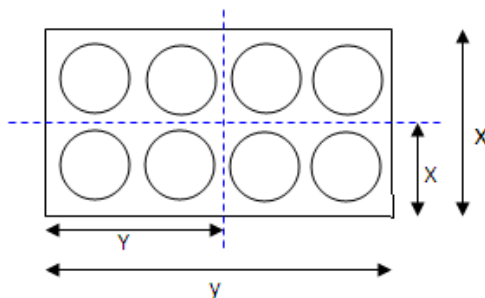


Figura 45 Escalamiento geométrico del envase primario.

De acuerdo a la ecuación de Similaridad Geométrica, las dimensiones del envase para las pruebas de vida útil fueron: 65 mm de ancho ( $X$ ), 100mm de largo ( $Y$ ) y 65mm de alto ( $Z$ ).

### *Similaridad Térmica*

Esta Similaridad involucra a los sistemas en los cuales se presenta un flujo de calor por lo que se introduce la dimensión temperatura además de la longitud, fuerza y tiempo. Los sistemas que presentan Similaridad geométrica son térmicamente similares cuando la diferencia de temperatura conserva una relación constante entre ellos y cuando los sistemas si están en movimiento, son cinéticamente similares (Anaya & Pedroza, 2008).

De acuerdo con este postulado se consideró establecida la similaridad térmica, ya que el producto requerido para las pruebas de vida útil fue procesado en los mismos equipos. La participación de la variable temperatura tiene el mismo efecto sobre el producto, ya que no se modificó el espesor de la película de polipropileno, la cual hubiera podido interferir con el flujo de calor del ambiente al producto.

#### **2. Someter al producto a condiciones de aceleración o estrés variando la temperatura del medio en la incubadora de convección marca Precision Scientific modelo 4.**

Los productos de panadería tienen por lo general un contenido de humedad relativamente bajo, donde una considerable porción de humedad es agua ligada o no disponible para el crecimiento microbiano, que es necesaria para que el producto conserve su textura suave y esponjosa. Para la conservación de la calidad sensorial incluida la textura de los alimentos de humedad baja-intermedia se requiere seleccionar materiales especiales de empaque que maximicen la vida útil del producto (Seymour & Efstatiou, 1986).

Debido a lo anterior fueron seleccionados la dureza y la actividad de agua como los descriptores críticos que limiten la vida útil de la mantecada funcional baja en grasa, omitiendo el crecimiento microbiano basándose en los resultados de los análisis microbiológicos que aseguraron la calidad sanitaria del mismo y en el hecho de que de acuerdo al contenido de humedad, y más específicamente en el valor de actividad de agua del producto (0.778), se puede evitar una contaminación microbiana si se siguen rigurosamente las Buenas Prácticas de Manufactura.

La dureza se seleccionó como un parámetro crítico debido a que a pesar de depender de la cantidad de humedad, es como tal, el parámetro indicador de la calidad sensorial de un producto de panificación (Seymour & Efstatiou, 1986).

Para determinar la vida útil del producto de manera precisa se deben emplear periodos de tiempo y condiciones ambientales que se pueden presentar durante el almacenamiento y distribución, aunque estas pruebas pueden ser muy largas y costosas, por lo tanto, se emplean pruebas aceleradas que ofrecen una estimación del tiempo de vida útil de (Seymour & Efstatiou, 1986).

Para llevar a cabo las mediciones de ambos parámetros se empleó un diseño básico para poder determinar en qué punto existe un cambio significativo a través del tiempo.

El tiempo de prueba planteado fue de 28 días máximo, y se tomaron muestras cada 2-3 días para los análisis correspondientes. El tiempo real de la prueba fueron 18 días debido a que se observó la aparición de pequeñas colonias de hongos sobre el envase del producto. Esta contaminación microbiana solo se dio en algunos de los productos, por lo cual dicho desarrollo microbiano se le atribuye a fallas en el envasado o a una contaminación previa del envase.



Las temperaturas de ensayo para llevar a cabo la prueba fueron seleccionadas de acuerdo a las temperaturas de ensayo recomendadas para productos de panificación, las cuales están en un rango de 25 a 45°C (Labuza, 1982).

Las temperaturas fueron 25°C y 35°C, debido a que la temperatura a la cual el producto será almacenado, distribuido y exhibido es a temperatura ambiente y se propuso un aumento de 10°C sobre la temperatura establecida para contemplar las variaciones que se pueden presentar en los diferentes puntos de venta de acuerdo al clima de cada uno de estos. Con los datos se puede determinar el tiempo de vida útil a temperaturas bajas, empleando la ecuación de Arrhenius (Man, 2002).

Las muestras a 25±1°C se mantuvieron sobre una mesa, manteniéndolas lejos de la luz directa del sol, y en un lugar fresco y seco, simulando el área donde son exhibidos esta clase de productos para la venta. Las muestras a 35±1°C se mantuvieron dentro de una Incubadora de Convección Precision Scientific Modelo 4.

**3. *Evaluar las propiedades del producto mediante un análisis de dureza y de actividad de agua para detectar algún cambio durante la prueba, y de esta forma determinar el tiempo de vida útil del producto.***

Con los datos recaudados tanto de dureza como de actividad de agua a lo largo de la prueba de vida útil, se determinó el tiempo de vida de anaquel del producto. Se empleó un análisis de varianza para determinar si existe diferencia significativa (estadísticamente) entre la media de los datos a través del tiempo y de las temperaturas. Y se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa de Fischer (DMS) para evaluar entre que datos se presenta dicha diferencia mediante el cálculo de un factor equivalente a la distancia permisible entre una muestra con respecto de otra (Pedrero, 1989).

► Dureza (Penetrómetro Precision)

La dureza de la mantecada funcional baja en grasa tiene un valor de 85.0271N/m<sup>2</sup> (parámetro control) y como se puede apreciar en el cuadro 32 conforme va transcurriendo el tiempo la dureza del producto va incrementándose, se puede observar un notorio cambio en la dureza de la mantecada en el día 10 y 14 a 25°C, y de igual modo en el día 4 a una temperatura de 35°C se puede apreciar un cambio brusco en el valor de la dureza respecto al tomado inicialmente.

A través del análisis de varianza se determinó que no existe una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre el tiempo y la temperatura, pero el interés se centra en localizar en qué punto se presenta un cambio significativo mas no si la temperatura y el tiempo tienen efecto sobre el producto. Para esto se recurrió a la prueba de DMS, que nos indicó a partir de qué punto (día) la dureza del pan había cambiado significativamente con respecto a la dureza inicial (control), en el caso de las muestras a 25°C se registró un cambio significativo a partir del día 18 ( $p < 0.01$ ) y para el caso de las muestras a 35°C, a partir del día 10 existe una diferencia mínima significativa ( $p < 0.01$ ).

Tiempo (días)	Dureza 25°C (N/m <sup>2</sup> )	Dureza a 35°C (N/m <sup>2</sup> )
0	85.0271	85.0271
2	85.1431	87.5297
4	87.6969	230.6055
10	176.6691	730.4449
12	178.6911	792.3508
14	250.3111	792.3508
18	591.9708	834.7117

Cuadro 32 Valores de la dureza durante la prueba de vida útil.

Con esta información se puede resumir que la vida útil del producto en base al cambio en su dureza es de 4 a 14 días en un rango de temperatura de 25 a 35°C. De esta forma se puede dar una fecha de consumo preferente de máximo 14 días a una temperatura ambiente, para poder asegurar que la dureza del producto sigue siendo la adecuada, o por lo menos que los cambios en esta no sean tan perceptibles.

► Actividad de Agua (Higrómetro Testo 650)

La actividad de agua ( $A_w$ ) de la mantecada funcional baja en grasa tiene un valor de 0.778 (parámetro control) y como se puede apreciar en el cuadro 33 conforme va transcurriendo el tiempo el valor de dicho parámetro va disminuyendo, se puede observar un cambio notorio en  $A_w$  de la mantecada en el día 10 a 25°C, de igual modo se observa un cambio en los días 6 y 12 a una temperatura superior (35°C).

Mediante el análisis de varianza se pudo determinar que existe una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre el tiempo y la temperatura, esto quiere decir que al modificar la temperatura y transcurrir el tiempo, el producto tendrá un efecto significativo sobre la humedad, y por consecuencia en la actividad de agua del producto. Para saber en qué punto exacto se presentó un cambio significativo se empleó nuevamente la prueba de DMS, que nos indicó a partir de qué día la actividad de agua del producto había cambiado significativamente con respecto a la control (día cero), en el caso de las muestras a 25°C se registró un cambio significativo en el día 17 ( $p < 0.01$ ) y para el caso de las muestras a 35°C, a partir del día 10 ( $p < 0.01$ ).

Tiempo (días)	$A_w$ (25°C)	$A_w$ (35°C)
0	0.778	0.778
3	0.775	0.764
6	0.739	0.668
7	0.753	0.695
10	0.656	0.557
12	0.693	0.403
14	0.674	0.441
17	0.602	0.316

Cuadro 33 Valores de la actividad de agua durante la prueba de vida útil.

La vida útil del producto referente al cambio en su actividad de agua, y por consecuencia en sus características sensoriales como la dureza, es de 7 a 14 días en un rango de temperatura de 25 a 35°C. La fecha de consumo preferente nuevamente sería 14 días a 25°C, para poder asegurar que el producto sigue presentando la humedad adecuada sin que exista un cambio drástico de ésta.

#### *Vida Útil del producto*

De acuerdo al tiempo determinado en función de cada parámetro, se puede obtener un tiempo de vida útil para el producto donde se engloben ambos parámetros, ya que uno depende prácticamente del otro.

Esto se debe a que durante el proceso de envejecimiento, la corteza del pan se endurece y reduce la capacidad de absorción de agua, debido a factores que alteran la conservación principalmente malas condiciones de almacenamiento. El endurecimiento de pan y miga aumenta a bajas o altas temperaturas, esta alteración se propicia al refrigerar o calentar el producto para retrasar el desarrollo de mohos (en el caso de refrigeración) o por un mal almacenamiento (en el caso de una exposición a altas temperaturas) (Infra Air Products, 2008).

Endurecimiento de la textura y resecado [*sic*] son los cambios generados por mecanismos de transferencia de humedad, más específico, por la pérdida de humedad o vapor de agua del alimento (Man, 2002). Por lo tanto si es posible estimar un tiempo tentativo donde la pérdida de agua y la dureza generada por ésta, no representen un cambio significativo con respecto a los valores iniciales (los cuales de acuerdo a pruebas sensoriales son aceptados por los consumidores) podría asegurarse la conservación de la calidad sensorial y física del producto.

Para poder determinar este tiempo hay que considerar la temperatura a la cual el alimento será expuesto, en este caso si se toma como estándar la temperatura de 25°C, se puede observar que en ambos parámetros coinciden en el día 14, como el día hasta el cual no se ha presentado un cambio significativo estadísticamente y que podría ser apreciado negativamente por parte de los consumidores. Si la temperatura a la cual se mantenga el producto se ve afectada, y en este caso, se eleva hasta 10°C por encima de la temperatura estándar se puede ocasionar una baja en la calidad sensorial del producto y por consiguiente el tiempo de vida útil se verá reducido, de acuerdo a la prueba acelerada realizada esto se puede apreciar, ya que la mantecada funcional cubierta con chocolate baja en grasa puede tener un cambio significativo en su actividad de agua a partir del 7° día y en cuanto a su dureza desde el 4° día, lo cual no resulta muy favorecedor para los productos, ya que el tiempo en que el producto puede estar en estante es muy poco en comparación con otros productos de panificación. Por lo cual es aconsejable tener un control adecuado de la temperatura para poder mantener el producto en óptimas condiciones de consumo durante un tiempo más prolongado, en el caso de nuestro producto, hasta 14 días.

#### **4. Realizar y analizar la cinética de reacción de las variables seleccionadas**

El objetivo básico de los ensayos acelerados es realizar estudios a temperaturas elevadas para luego poder predecir el deterioro a temperaturas de almacenamiento menores. Para poder extrapolar los resultados obtenidos de temperaturas elevadas a temperaturas más bajas, será necesario aplicar la ecuación de Arrhenius cuyo parámetro clave es la energía de activación (Hough, 2005).

La pérdida de calidad del alimento se representa mediante la ecuación de Arrhenius donde se relacionan la variable de calidad bajo estudio, el tiempo y la constante dependiente de la temperatura y la actividad de agua (Labuza, 1982).

Para poder realizar la cinética de reacción se debe identificar antes que nada la variable cuyo cambio es el que primero se presenta en el producto causando una baja en la calidad del producto (Brody, 2003).

Si dos reacciones críticas ocurren en un alimento y tiene diferentes velocidades y energías de activación, es posible que una predomine por encima de alguna temperatura crítica ( $T_c$ ) y la otra por debajo de esta temperatura (Hough, 2005). En este caso la dureza de la mantecada, es el parámetro cuyo cambio significativo fue el primero en presentarse en la temperatura de 35°C. Cabe destacar que en este caso, la temperatura de 35°C adquiere cierta importancia, debido a que la vida útil no es función del tiempo en sí, sino de las condiciones de almacenamiento del producto, es decir, de la temperatura a la cual es expuesto el producto (Labuza, 1982).

Para determinar la energía de activación de la cinética de reacción (incremento de la dureza) se obtuvo el valor de la constante ( $k$ ) mediante una regresión lineal para cada una de las temperaturas. De acuerdo al gráfico obtenido se observó un comportamiento del Orden 1, por lo cual se realizó un gráfico de los logaritmos de la dureza vs el tiempo (Ver Anexo 12). La constante de velocidad para 25°C fue de 0.1148 y para 35° fue de 0.1383. En donde se puede apreciar un ligero aumento en la segunda constante, corroborando lo antes dicho, que la temperatura al ir aumentando va generando un incremento en la dureza del producto a una velocidad mayor (con respecto a la velocidad en condiciones ambientales), por lo tanto la calidad sensorial del producto se ve reducida y su vida útil es menor (como se explicó en la actividad anterior).

Empleando la ecuación de Arrhenius se determinó la energía de activación ( $E_a$ ) mediante el método gráfico (Ver Anexo 13), graficando el logaritmo de la constante de velocidad de reacción ( $k$ ) en función de la inversa de la temperatura de almacenamiento (Hough, 2005). El valor de la energía determinado para la mantecada funcional baja en grasa fue de 3394.908 cal/mol (14255.9937 J/mol).

El contenido de humedad y la actividad de agua afectan directamente a los parámetros cinéticos ( $k$ ,  $E_a$ ). Y como la dureza de la mantecada depende directamente del contenido de humedad y actividad de agua, se puede establecer una relación directa entre la dureza y la energía de activación, ya que conforme disminuya la actividad de agua, aumenta la dureza del producto y a su vez la energía de activación incrementa, y viceversa (Fennema, 2000).

La variación de la velocidad de reacción cada 10 °C ( $Q_{10}$ ) es una alternativa a la ecuación de Arrhenius utilizada en las estimaciones de vida útil de alimentos (Hough, 2005).

Empleando la Ecuación 4 se pudo determinar el valor de  $Q_{10}$  de la mantecada funcional baja en grasa siendo este de 1.2051. En otras palabras, se puede deducir que para el producto teniendo dicho valor de  $Q_{10}$  y considerando una temperatura ( $T_1$ ), la velocidad de endurecimiento a una  $T_2$  ( $T_1+10^\circ\text{C}$ ), será 1.2051 veces superior a la  $T$  (Hough, 2005).

## CONCLUSIONES

El desarrollo de una mantecada funcional a base de harina de amaranto con arándano cubierta con chocolate se llevó a cabo con éxito, la sustitución de la grasa por fibras solubles (mezcla Metilcelulosa-Maltodextrina y fibra de cocoa) permitieron la fabricación de un producto bajo en grasa que satisface las necesidades del actual consumidor con problemas de sobrepeso o preocupados por su salud. Además se encuentra dentro del gusto y aceptación por parte de los mismos haciendo de éste un producto factible para su comercialización.

Con base en el estudio de mercado realizado se concluye que es factible la elaboración de productos bajos en grasa, en este caso una mantecada funcional, debido al aumento de personas con sobrepeso y problemas de colesterol. Los consumidores mostraron aceptación para el consumo del producto desarrollado debido a los beneficios nutricionales que el consumo de éste aporta a la salud.

El porcentaje de sustitución con mayor preferencia por parte del consumidor fue de 4% (mezcla metilcelulosa-maltodextrina) dentro de la formulación general de la mantecada funcional, lo cual permite asegurar la máxima reducción posible de grasa conservando las características físicas de la mantecada (esponjosidad, volumen adecuado, dureza adecuada) y aprovechando las características impartidas por la metilcelulosa (apariencia y textura grasosa).

De acuerdo a las pruebas de preferencia no se encontró diferencia significativa en los 3 prototipos de chocolate bajos en grasa, por lo cual se seleccionó el de 14% de fibra de cocoa para asegurar la máxima reducción posible del contenido lípido del producto, ya que para que un chocolate pueda conservar sus propiedades sensoriales características solo se puede reducir como máximo un 15% de la grasa.

Con la caracterización del producto desarrollado se puede concluir que el consumo de este producto resulta benéfico debido a que su aporte calórico (202 Cal) y nutricional (Grasa=18.31%, Proteína=17.83%) es mejor comparándolo con un producto comercial: Mantecadas Bimbo®, las cuales aportan 193 Cal pero presentan 26.24% de grasa y 5.12% de proteína).

Las pruebas microbiológicas probaron que el uso adecuado de las Buenas Prácticas de Manufactura durante el procesamiento del producto resulta beneficioso ya que no se presentó una contaminación microbiana considerable.

El bajo costo de las materias primas y el material de empaque empleados hacen que este producto sea rentable para su producción y de fácil adquisición por parte de los consumidores. Así mismo la publicidad utilizada (carteles y anuncios en revistas) hacen que el producto desarrollado tenga una mayor difusión y sea más atractivo para el consumidor.

En función de las pruebas realizadas sobre la vida útil del producto se concluye que tiene un periodo de consumo apto para productos de panificación a una temperatura ambiente. La vida útil del producto en base al cambio en su dureza y actividad de agua es de 4 a 14 días en un rango de temperatura de 25°C a 35°C. Con esto se puede dar una fecha de consumo preferente de máximo 14 días a una temperatura ambiente.

Así mismo con la determinación de la energía de activación es posible realizar una extrapolación del tiempo de vida útil del producto a diferentes temperaturas de almacenamiento. Cabe destacar la importancia de emplear empaques que conserven la humedad del producto ya que de ésta depende la calidad sensorial y microbiológica del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre M.I. (2005) "El Cacao... orgullosamente mexicano", México, Fecha de consulta: 30/08/2011, Disponible en: <http://www.mexicomaxico.org/dadivas/cacao.htm>
- Anaya D.A. & Pedroza F.H. (2008) Escalamiento, el arte de la ingeniería química: plantas piloto, el paso entre el huevo y la gallina, *Tecnología, Ciencia, Educación*, 23-001, México, 31-39.
- Anzaldúa M.A. (2004) *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*, España Acribia.
- Aranceta J., Gil Á. (2010) *Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil*. España, Comité de Nutrición AEP – Médica Panamericana S.A.
- Asociación Mexicana del Amaranto (2003) "Amaranto, el Mejor Alimento de Origen Vegetal: Beneficios y Propiedades Nutritivas", México, Fecha de consulta: 21/08/2011, Disponible en: <http://www.amaranto.com.mx/salud/propiedades/propiedades.htm>
- Badui D. S. (1990) *Química de los Alimentos*, México, Alhambra Mexicana S.A. de C.V.
- Beltrán-Orozco, M. C., Rendón, M., J. H., & Mares-Gutiérrez, J.C. (2004) Desarrollo de una fórmula para la elaboración de mantecadas bajas en grasa. *Industria Alimentaria*. 26, (6), 10-18.
- Bernabé C.J. (2009) Influencia de los componentes de la harina en la panificación: Parte I – Almidón, *Panorama Panadero*, 357, 16-19.
- Boatella R.J., Codony S.R. & López A.P. (2001) *Química y bioquímica de los alimentos II*, España, Publicacions i Edicions de la Univeristat de Barcelona.
- Brody A.L. (2003) Predicting Packaged Food Shelf Life, *Food Technology*. 57 (4), 100-102.
- Caillet S., Côté J., Doyon G., Sylvain J.-F., & Lacroix M., (2011) Antioxidant and antiradical properties of cranberry juice and extracts, *Food research International Elsevier* 44, 1408-1413.
- Casas A. N. B., & Ramírez O. M. E. (1998) *Evaluación de la textura de materiales con máquina universal de deformación*. Curso de superación académica. Departamento de Ingeniería y Tecnología. Sección LEM Alimentos. UNAM.
- Chu Yi-Fang & Liu Rui Hai, (2005) Cranberries inhibit LDL oxidation and induce LDL receptor expression in hepatocytes, *Life Sciences*, 77, 1892-1901.
- CODEX STAN 1-1985 (Rev. 1-1991) Norma General del Codex para el etiquetado de los alimentos preenvasados.
- Do T.A.L., Vieira J., Hargreaves J.M., Mitchell J.R., & Wolf B. (2011) Structural characteristics of cocoa particles and their effect on the viscosity of reduced fat chocolate, *LWT - Food Science and Technology* 44, 1207-1211.

- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A y Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Analytical Chemistry*, 28, 3, 350-356.
- Escudero E. & González P. (2006) La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21. 61-72.
- Fennema O. R. (2000) *Química de los Alimentos* (2° Edición), España, Acribia.
- Ferrel O.C. (2006) *Estrategia de marketing* (3° edición), México, Thomson.
- Fischer L. & Espejo J. (2004) *Mercadotecnia*, México, McGraw-Hill.
- García R.J.C. & García G.L.G. (2009) *Orientaciones para el cultivo de arándano: El cultivo de Arándano en Asturias*, España, Servicio regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.
- Gebhart S. E. & Thomas R. G., (2002) *Nutritive Value of Foods*, U.S.A., United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service.
- Hernández G.D.R. & Herrerías G.G. (1998) Tehuacán: Horizonte del Tiempo (Volumen 1), *Amaranto: Historia y Promesa*, México, Patrimonio Histórico de Tehuacán A. C
- Hough G, & Fiszman S. (2005) *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*, España, Programa CYTED.
- Hughes C. C. (1994) *Guía de Aditivos*, España, Acribia.
- Infra Air Products (2008) FrescoPack® Infra Air Products: Atmosferas Modificadas, Fecha de consulta: 15/08/12, Disponible en: [http://www.infra.com.mx/servicio\\_atencion/libreria/gases/documentos/gespeciales/Panificacion.pdf](http://www.infra.com.mx/servicio_atencion/libreria/gases/documentos/gespeciales/Panificacion.pdf)
- Jiménez G.A. (2007) *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones* (2° edición), España, Inde.
- Kotler, P. (1996) *Dirección de Mercadotecnia: Análisis, planeación, implementación y control*, (2° Edición), México, Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Kurlandsky S. B, & Stote K. S. (2006) Cardioprotective effects of chocolate and almond consumption in healthy women. *Nutrition Research*, 26. 509– 516.
- Labuza T. P., (1982) *Shelf-life dating of foods*, E.U.A., Food & Nutrition Press INC.
- Lerma K. A. E. (2010) *Desarrollo de Nuevos Productos: Una visión integral* (4° edición), México, Cengage Learning.
- Madrid V.A. (1992) *Los aditivos en alimentos*, España, Mundi-Prensa.
- Man D. (2002) *La caducidad de los alimentos*, España, Acribia.



- Martínez-Cervera S., Salvador A., Muguera B., Moulay L., & Fiszman S.M. (2011) Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins, *LWT - Food Science and Technology* 44, 729-736.
- Menegassi B., Pilosof A. M. R., & Arêas J. A. G., (2011) Comparison of properties of native and extruded amaranth (*Amaranthus cruentus*L. - BRS Alegria) flour, *LWT Food Science and Technology* 44, 1915-1921.
- Merino R. (2008) Mercadotecnia Plan Estratégico de Mercado, México, Fecha de consulta: 04/08/2012, Disponible en: <http://www.emagister.com/curso-marketing-empresa>
- Miguel C.H. (2009) Aplicación de inulina de dalia y de achicoria en el desarrollo de productos alimenticios, Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional.
- Muñiz R. (2012) Marketing en el siglo XXI, Capítulo 5: La distribución, mercado y clientes, (3ª Edición), Centro de Estudios Financieros, fecha de consulta: 04/08/2012, disponible en: <http://www.marketing-xxi.com/Marketing-siglo-xxi.html>
- Murray P. G. (2004) *El poder curativo de los jugos*, México, Selector.
- Nielsen S. (1998) *Food Analysis* (2nd edition), U.S.A., Springer.
- NMX-F-007-1982. Alimento para humanos. Harina de trigo. Foods for humans. Wheat flour. Normas mexicanas. Dirección general de normas
- NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-090-S-1978. Determinación de Fibra Cruda en Alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- NMX-F-428-1982. Alimentos. Determinación de Humedad (Método Rápido de la Termobalanza). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- NMX-F-521-1992. Alimentos - productos de panificación – clasificación y definiciones. Dirección General de Normas.
- Nollet L. M. L. (1996) *Handbook of food analysis*; U.S.A., M. Dekker.
- NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NOM-186-SSA1/SCFI-2002. Productos y servicios. Cacao, Productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial.
- NOM-247-SSA1-2008. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, 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.

NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Orsini D. M. C., Tironi V. A., & Añón M. C., (2011) Antioxidant activity of amaranth protein or their hydrolysates under simulated gastrointestinal digestion. *LWT - Food Science and Technology* 44, 1752-1760.

Osborne D.R. & Voogt P. (1986) *Análisis de los nutrientes de los alimentos*, España, Acribia.

Pabón L., Contreras L., & Lizarazo C. (2009) *Molienda seca y tamizado del grano de arroz*. España, Universidad de Pamplona - Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Padrón G. G., Arias M. E. M., Romero G. J., Benavides M. A., Zamora R. J., García R. S. P. (2004) Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola. Propiedades físicas y de biodegradabilidad, *Revista de la Sociedad Química de México*, 48, 156-164

Pantone LLC (2012) Tablas de colores Pantone®, Fecha de consulta: 04/08/2012, Disponible en: <http://www.pantone.com/pages/pantone/index.aspx>

Pedrero F. D. L. & Pangborn R. M. (1989) *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*, México, Alhambra Mexicana.

Pedrero F. D. L. & Pangborn R. M. (1996) *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*, México, Alhambra Mexicana.

Piano P. J. A., Garrido J. L. F., Barea A. J. A., Guijarro M. F. J. (2002) El chocolate y las grasas. *Spin Cero*, 6, España, QUIMESCA.

Quaglia G. (1991) *Ciencia y Tecnología de la Panificación*, España, Acribia

Rodríguez T.J.A. (2007) *Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje* (6° edición), México, IMPEE

Sancho J., Bota E., & Castro J.J. (1999) *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*, España, Edicions de la Universitat de Barcelona.

Secretaria de Salud (2010) *Guía de Alimentos para la Población Mexicana*, México.

Seymour & Efstratios (1986) Interaction of water with flavor constituents of bakery products, *The Shelf life of foods and beverages*, Elsevier Science Publishers, 303-312.

Sicre L. (2004) *Principios Fundamentales del envase y embalaje -1*, España, Gonher S.L.

- Southgate D. A. T. (1991) *Determination of Food Carbohydrates* (2nd edition), Elsevier Applied Science, United Kingdom – U.S.A.
- Stanton W., Etzel M., & Walker B. (2001) *Fundamentos de Marketing* (11ª Edición), México, Mc Graw-Hill.
- Tapia V. C. & Sapag-Hagar J. (1995) Metilcelulosa: sus Aplicaciones Farmacéuticas, *Acta Farmcéutica Bonaerense de Chile*, 14, 41-47.
- Ventureira, J.L., Bolontrade, A.J., Speroni, F., David-Briand, E., Scilingo, A.A., Ropers, M.-H., Boury, F., Añón, & M., Anton, M., (2011) Interfacial and emulsifying properties of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) protein isolates under different conditions of pH. *LWT - Food Science and Technology*, 45, (1), 1-7.
- Wei, Y. H., & Lee, H. C. (2002) Oxidative stress, mitochondrial DNA mutation, and impairment of antioxidant enzymes in aging. *Experimental Biology and Medicine*, 227, 671–682.

## ANEXOS

### Anexo 1 Prueba de preferencia de la mantecada (mezcla de harinas)

#### Análisis de ordenamiento por rangos

Nivel de significancia	1%
Muestras	3
Jueces	40
Diferencia de sumatoria	27

MANTECADA	PROPORCIÓN DE HARINAS
A	50% Trigo / 50% Amaranto
B	60% Trigo / 40% Amaranto
C	70% Trigo / 30% Amaranto

#### Parámetro: Sabor

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	68	74	98

A-B	6	<	27
A-C	30	>	27
B-C	24	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

#### Parámetro: Color de la Corteza

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	67	78	95

A-B	11	<	27
A-C	28	>	27
B-C	17	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

#### Parámetro: Color de la Miga

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	58	84	98

A-B	26	<	27
A-C	40	>	27
B-C	14	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

**Parámetro: Olor**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	73	75	92

A-B	2	<	27
A-C	19	<	27
B-C	17	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que no existe diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.01$ ).

**Parámetro: Forma**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	70	68	102

A-B	2	<	27
A-C	32	>	27
B-C	34	>	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y B no son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero sí lo son con respecto a la muestra C.

**Parámetro: Volumen**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	71	73	96

A-B	2	<	27
A-C	25	<	27
B-C	23	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras no presentan diferencia significativa entre sí ( $p < 0.01$ ).

**Parámetro: Dureza**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	77	72	91

A-B	5	<	27
A-C	14	<	27
B-C	19	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras no presentan diferencia significativa entre sí ( $p < 0.01$ ).

**Parámetro: Esponjosidad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	76	72	92

A-B	4	<	27
A-C	16	<	27
B-C	20	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras no presentan diferencia significativa entre sí ( $p < 0.01$ ).

**Parámetro: Adhesividad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	61	85	94

A-B	24	<	27
A-C	33	>	27
B-C	9	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

**Parámetro: Cohesividad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	75	74	91

A-B	1	<	27
A-C	16	<	27
B-C	17	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

**Parámetro: Compacidad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	68	77	95

A-B	9	<	27
A-C	27	=	27
B-C	18	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

**Parámetro: Elasticidad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	67	77	96

A-B	10	<	27
A-C	29	>	27
B-C	19	<	27

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.01$ ), pero no lo son con respecto a la muestra B.

## Anexo 2 Prueba de ordenación de la mantecada (testigo)

### Análisis de ordenamiento por rangos

Nivel de significancia	5%
Muestras	3
Jueces	40
Diferencia de sumatoria	21

MANTECADA	PROPORCIÓN DE HARINAS
A	50% Trigo / 50% Amaranto
B	60% Trigo / 40% Amaranto
C	70% Trigo / 30% Amaranto

### Parámetro: Terrosidad

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	87	76	77

A-B	11	<	21
A-C	10	<	21
B-C	1	<	21

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que no existe diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.05$ ).

### Parámetro: Sabor a tostado/quemado

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	87	92	61

A-B	5	<	21
A-C	26	>	21
B-C	31	>	21

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras A y B no son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.05$ ), pero sí lo son con respecto a la muestra C.

### Parámetro: Grasosidad

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	86	82	72

A-B	4	<	21
A-C	14	<	21
B-C	10	<	21

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que no existe diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.05$ ).



**Parámetro: Resequedad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	81	90	69

A-B      9      <    21

A-C      12     <    21

B-C      21      =    21

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras B y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.05$ ), pero no lo son con respecto a la muestra A.

**Parámetro: Harinosidad**

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	83	90	67

A-B      7      <    21

A-C      16     <    21

B-C      23      >    21

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que las muestras B y C son diferentes entre sí de manera significativa ( $p < 0.05$ ), pero no lo son con respecto a la muestra A.

### Anexo 3 Determinación de la humedad de la mantecada testigo

Técnica: Termobalanza Digital OHAUS Modelo MB45 (NMX-F-428-1982)

Repetición	Peso (g)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
<b>1</b>	0.951	120	13.99
<b>2</b>	0.948	120	13.61
<b>3</b>	0.950	120	13.89
$\bar{x}$			<b>13.83%</b>
<b>S.D.</b>			<b>0.1969</b>
<b>C.V.</b>			<b>1.42%</b>

Técnica: Termobalanza Convencional (NMX-F-428-1982)

Tiempo (min)	Repetición 1	Repetición 2
<b>0</b>	0	0
<b>5</b>	3	5
<b>10</b>	7	9
<b>15</b>	10	11
<b>20</b>	11.5	11
<b>25</b>	12.5	12
<b>30</b>	13	12
<b>35</b>	13	12
<b>40</b>	13	12
<b>45</b>	13	12
$\bar{x}$		<b>12.5%</b>
<b>S.D.</b>		<b>0.7071</b>
<b>C.V.</b>		<b>5.65%</b>

Técnica: Dean & Stark (Osborne & Voogt, 1986)

Repetición	Peso de la muestra (g)	Volumen de agua recolectada (ml)	% Humedad
<b>1</b>	3	0.4	13.33%
<b>2</b>	3	0.3	10%
<b>3</b>	3	0.4	13.33%
$\bar{x}$			<b>12.22%</b>
<b>S.D.</b>			<b>1.9225</b>
<b>C.V.</b>			<b>15.73%</b>

#### Anexo 4 Determinación de humedad del chocolate testigo

Técnica: Termobalanza Digital OHAUS Modelo MB45

Repetición	Peso (g)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
<b>1</b>	0.510	150	2.55
<b>2</b>	0.537	150	2.61
<b>3</b>	0.515	150	2.52
$\bar{x}$			<b>2.56%</b>
<b>S.D.</b>			<b>0.0374</b>
<b>C.V.</b>			<b>1.46%</b>

Técnica: Método de Estufa (NOM-247-SSA1-2008)

Repetición	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_3$ (g)	Humedad (%)
<b>1</b>	5.1183	16.0643	16.0047	1.1644
<b>2</b>	5.0677	15.3088	15.2430	1.2984
<b>3</b>	5.1129	16.1534	16.0917	1.2067
$\bar{x}$				<b>1.2232%</b>
<b>S.D.</b>				<b>0.0685</b>
<b>C.V.</b>				<b>5.60%</b>

## Anexo 5 Prueba de preferencia de la mantecada prototipo

### Análisis de ordenamiento por rangos

Nivel de significancia	5%
Muestras	3
Jueces	31
Diferencia de sumatoria	19

MANTECADA	METILCELULOSA-MALTODEXTRINA
A	2 %
B	4 %
C	6 %

Muestras	Mantecada A	Mantecada B	Mantecada C
Suma de rangos	70	67	49

<b>A-B</b>	3	<	19
<b>A-C</b>	21	>	19
<b>B-C</b>	18	<	19

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que solo existe diferencia significativa entre las muestras A y C ( $p < 0.05$ ).

### Anexo 6 Análisis descriptivo cuantitativo de la mantecada testigo y prototipo

ESPONJOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	(TESTIGO) <sup>2</sup>	(PROTOTIPO) <sup>2</sup>	$\Sigma$
1	3	2	5	9	4	13
2	3	4	7	9	16	25
3	2	2	4	4	4	8
4	2	3	5	4	9	13
5	4	2	6	16	4	20
6	3	3	6	9	9	18
7	4	3	7	16	9	25
8	2	4	6	4	16	20
9	3	3	6	9	9	18
10	3	4	7	9	16	25
$\Sigma$	29	30	59	89	96	185

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.05	0.05	<b>0.06976744</b>
Jueces	9	4.45	0.49444444	0.68992248
Error	9	6.45	0.71666667	
Total	19	10.95		

Comparando el valor de  $F_c=0.0697$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

GRASOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	(TESTIGO) <sup>2</sup>	(PROTOTIPO) <sup>2</sup>	$\Sigma$
1	0	2	2	0	4	4
2	1	2	3	1	4	5
3	2	3	5	4	9	13
4	1	3	4	1	9	10
5	1	3	4	1	9	10
6	2	2	4	4	4	8
7	3	2	5	9	4	13
8	3	1	4	9	1	10
9	1	2	3	1	4	5
10	2	4	6	4	16	20
$\Sigma$	16	24	40	34	64	98

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	3.2	3.2	<b>3.27272727</b>
Jueces	9	6	0.66666667	0.68181818
Error	9	8.8	0.97777778	
Total	19	18		

Comparando el valor de  $F_c=3.2727$  con el valor de  $F_{tablas}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

SUAVE						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(TESTIGO)^2$	$(PROTOTIPO)^2$	$\Sigma$
1	2	3	5	4	9	13
2	4	5	9	16	25	41
3	3	3	6	9	9	18
4	3	4	7	9	16	25
5	2	4	6	4	16	20
6	2	3	5	4	9	13
7	2	4	6	4	16	20
8	3	3	6	9	9	18
9	3	3	6	9	9	18
10	3	4	7	9	16	25
$\Sigma$	27	36	63	77	134	211

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	4.05	4.05	<b>14.877551</b>
Jueces	9	6.05	0.67222222	2.46938776
Error	9	2.45	0.27222222	
Total	19	12.55		

Comparando el valor de  $F_c=14.8775$  con el valor de  $F_{tablas}=5.12$ , se concluye que existe una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

<b>SECO</b>						
<b>JUECES</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>PROTOTIPO</b>	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	4	2	6	16	4	20
2	3	3	6	9	9	18
3	1	1	2	1	1	2
4	2	0	2	4	0	4
5	3	3	6	9	9	18
6	0	3	3	0	9	9
7	0	1	1	0	1	1
8	3	1	4	9	1	10
9	3	1	4	9	1	10
10	1	0	1	1	0	1
$\Sigma$	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>93</b>

<b>Fuente de variación</b>	<b>g.l.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
<b>Muestra</b>	1	1.25	1.25	<b>0.91836735</b>
<b>Jueces</b>	9	18.25	2.02777778	1.48979592
<b>Error</b>	9	12.25	1.36111111	
<b>Total</b>	19	31.75		

Comparando el valor de  $F_c=0.9183$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

<b>HARINOSO</b>						
<b>JUECES</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>PROTOTIPO</b>	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	0	1	1	0	1	1
2	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	1	1
4	0	1	1	0	1	1
5	0	0	0	0	0	0
6	1	1	2	1	1	2
7	0	0	0	0	0	0
8	4	1	5	16	1	17
9	3	2	5	9	4	13
10	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>9</b>	<b>35</b>

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.05	0.05	<b>0.06976744</b>
Jueces	9	17.25	1.91666667	2.6744186
Error	9	6.45	0.71666667	
Total	19	23.75		

Comparando el valor de  $F_c=0.0697$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

PEGAJOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	(TESTIGO) <sup>2</sup>	(PROTOTIPO) <sup>2</sup>	$\Sigma$
1	2	2	4	4	4	8
2	1	1	2	1	1	2
3	3	3	6	9	9	18
4	2	5	7	4	25	29
5	4	1	5	16	1	17
6	1	1	2	1	1	2
7	2	3	5	4	9	13
8	1	1	2	1	1	2
9	4	3	7	16	9	25
10	3	1	4	9	1	10
$\Sigma$	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>44</b>	<b>65</b>	<b>61</b>	<b>126</b>

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.2	0.2	<b>0.15254237</b>
Jueces	9	17.2	1.91111111	1.45762712
Error	9	11.8	1.31111111	
Total	19	29.2		

Comparando el valor de  $F_c=0.1525$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.



DESMENUZABLE						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	3	1	4	9	1	10
2	1	3	4	1	9	10
3	1	0	1	1	0	1
4	0	1	1	0	1	1
5	0	3	3	0	9	9
6	0	2	2	0	4	4
7	1	0	1	1	0	1
8	1	0	1	1	0	1
9	1	0	1	1	0	1
10	1	4	5	1	16	17
$\Sigma$	9	14	23	15	40	55

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	1.25	1.25	<b>0.69230769</b>
Jueces	9	11.05	1.22777778	0.68
Error	9	16.25	1.80555556	
Total	19	28.55		

Comparando el valor de  $F_c=0.6923$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

DULCE						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	4	3	7	16	9	25
2	3	3	6	9	9	18
3	3	3	6	9	9	18
4	3	4	7	9	16	25
5	2	4	6	4	16	20
6	3	3	6	9	9	18
7	3	3	6	9	9	18
8	3	3	6	9	9	18
9	3	3	6	9	9	18
10	4	4	8	16	16	32
$\Sigma$	31	33	64	99	111	210

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.2	0.2	<b>0.64285714</b>
Jueces	9	2.2	0.24444444	0.78571429
Error	9	2.8	0.31111111	
Total	19	5.2		

Comparando el valor de  $F_c=0.6428$  con el valor de  $F_{tablas}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

COMPACTO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(TESTIGO)^2$	$(PROTOTIPO)^2$	$\Sigma$
1	3	2	5	9	4	13
2	3	4	7	9	16	25
3	3	4	7	9	16	25
4	3	4	7	9	16	25
5	2	4	6	4	16	20
6	2	3	5	4	9	13
7	2	5	7	4	25	29
8	4	3	7	16	9	25
9	3	2	5	9	4	13
10	3	4	7	9	16	25
$\Sigma$	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>63</b>	<b>82</b>	<b>131</b>	<b>213</b>

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	2.45	2.45	<b>2.73913043</b>
Jueces	9	4.05	0.45	0.50310559
Error	9	8.05	0.89444444	
Total	19	14.55		

Comparando el valor de  $F_c=2.7391$  con el valor de  $F_{tablas}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

RESABIO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	0	1	1	0	1	1
2	1	1	2	1	1	2
3	1	1	2	1	1	2
4	2	3	5	4	9	13
5	1	0	1	1	0	1
6	0	1	1	0	1	1
7	3	2	5	9	4	13
8	4	0	4	16	0	16
9	3	0	3	9	0	9
10	4	0	4	16	0	16
$\Sigma$	19	9	28	57	17	74

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	5	5	2.5
Jueces	9	11.8	1.311111111	0.65555556
Error	9	18	2	
Total	19	34.8		

Comparando el valor de  $F_c=2.5$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre la mantecada testigo y prototipo en este atributo.

## Anexo 7 Prueba de preferencia del chocolate prototipo

### Análisis de ordenamiento por rangos

Nivel de significancia	5%
Muestras	3
Jueces	40
Diferencia de sumatoria	21

CHOCOLATE	FIBRA DE COCOA
A	10 %
B	12 %
C	14 %

Muestras	CHOCOLATE A	CHOCOLATE B	CHOCOLATE C
Suma de rangos	83	79	78

A-B	4	<	21
A-C	5	<	21
B-C	1	<	21

Mediante la información de las tablas anteriores se concluye que no existe diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0.05$ ).

### Anexo 8 Análisis descriptivo cuantitativo del chocolate testigo y prototipo

AMARGO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	(TESTIGO) <sup>2</sup>	(PROTOTIPO) <sup>2</sup>	$\Sigma$
1	2	0	2	4	0	4
2	0	1	1	0	1	1
3	1	2	3	1	4	5
4	4	2	6	16	4	20
5	2	3	5	4	9	13
6	3	2	5	9	4	13
7	3	3	6	9	9	18
8	4	3	7	16	9	25
9	4	3	7	16	9	25
10	0	2	2	0	4	4
$\Sigma$	23	21	44	75	53	128

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.2	0.2	<b>0.20454545</b>
Jueces	9	22.2	2.46666667	2.52272727
Error	9	8.8	0.97777778	
Total	19	31.2		

Comparando el valor de  $F_c=0.2045$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

GRASOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	(TESTIGO) <sup>2</sup>	(PROTOTIPO) <sup>2</sup>	$\Sigma$
1	4	0	4	16	0	16
2	3	1	4	9	1	10
3	1	1	2	1	1	2
4	1	3	4	1	9	10
5	1	2	3	1	4	5
6	3	1	4	9	1	10
7	2	2	4	4	4	8
8	3	1	4	9	1	10
9	4	1	5	16	1	17
10	3	3	6	9	9	18
$\Sigma$	25	15	40	75	31	106

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
<b>Muestra</b>	1	5	5	<b>2.8125</b>
<b>Jueces</b>	9	5	0.55555556	0.3125
<b>Error</b>	9	16	1.77777778	
<b>Total</b>	19	26		

Comparando el valor de  $F_c=2.8125$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

CREMOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	3	3	6	9	9	18
2	3	3	6	9	9	18
3	4	0	4	16	0	16
4	2	4	6	4	16	20
5	3	0	3	9	0	9
6	4	4	8	16	16	32
7	1	3	4	1	9	10
8	2	3	5	4	9	13
9	3	0	3	9	0	9
10	0	1	1	0	1	1
$\Sigma$	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>46</b>	<b>77</b>	<b>69</b>	<b>146</b>

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
<b>Muestra</b>	1	0.8	0.8	<b>0.33962264</b>
<b>Jueces</b>	9	18.2	2.02222222	0.85849057
<b>Error</b>	9	21.2	2.35555556	
<b>Total</b>	19	40.2		

Comparando el valor de  $F_c=0.3396$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

<b>TOSTADO</b>						
<b>JUECES</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>PROTOTIPO</b>	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	0	1	1	0	1	1
2	0	2	2	0	4	4
3	2	1	3	4	1	5
4	0	2	2	0	4	4
5	3	0	3	9	0	9
6	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	0	1	1
8	1	1	2	1	1	2
9	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	0	1	1
$\Sigma$	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>27</b>

<b>Fuente de variación</b>	<b>g.l.</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
<b>Muestra</b>	1	0.45	0.45	<b>0.40298507</b>
<b>Jueces</b>	9	5.25	0.58333333	0.52238806
<b>Error</b>	9	10.05	1.11666667	
<b>Total</b>	19	15.75		

Comparando el valor de  $F_c=0.4029$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

<b>DULCE</b>						
<b>JUECES</b>	<b>TESTIGO</b>	<b>PROTOTIPO</b>	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	3	3	6	9	9	18
2	3	1	4	9	1	10
3	3	1	4	9	1	10
4	2	2	4	4	4	8
5	4	2	6	16	4	20
6	5	4	9	25	16	41
7	2	4	6	4	16	20
8	2	3	5	4	9	13
9	3	2	5	9	4	13
10	5	3	8	25	9	34
$\Sigma$	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>57</b>	<b>114</b>	<b>73</b>	<b>187</b>

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	2.45	2.45	<b>2.43646409</b>
Jueces	9	13.05	1.45	1.44198895
Error	9	9.05	1.00555556	
Total	19	24.55		

Comparando el valor de  $F_c=2.4364$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

GRANULOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	(TESTIGO) <sup>2</sup>	(PROTOTIPO) <sup>2</sup>	$\Sigma$
1	1	1	2	1	1	2
2	2	3	5	4	9	13
3	2	1	3	4	1	5
4	3	2	5	9	4	13
5	5	2	7	25	4	29
6	3	3	6	9	9	18
7	4	4	8	16	16	32
8	3	3	6	9	9	18
9	1	5	6	1	25	26
10	2	3	5	4	9	13
$\Sigma$	26	27	53	82	87	169

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.05	0.05	<b>0.03114187</b>
Jueces	9	14.05	1.56111111	0.97231834
Error	9	14.45	1.60555556	
Total	19	28.55		

Comparando el valor de  $F_c=0.0311$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.



SUAVE						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	4	4	8	16	16	32
2	3	4	7	9	16	25
3	2	2	4	4	4	8
4	1	1	2	1	1	2
5	2	1	3	4	1	5
6	3	4	7	9	16	25
7	0	3	3	0	9	9
8	1	0	1	1	0	1
9	1	0	1	1	0	1
10	0	1	1	0	1	1
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	<b>64</b>	<b>109</b>

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
Muestra	1	0.45	0.45	<b>0.57446809</b>
Jueces	9	33.05	3.67222222	4.68794326
Error	9	7.05	0.78333333	
Total	19	40.55		

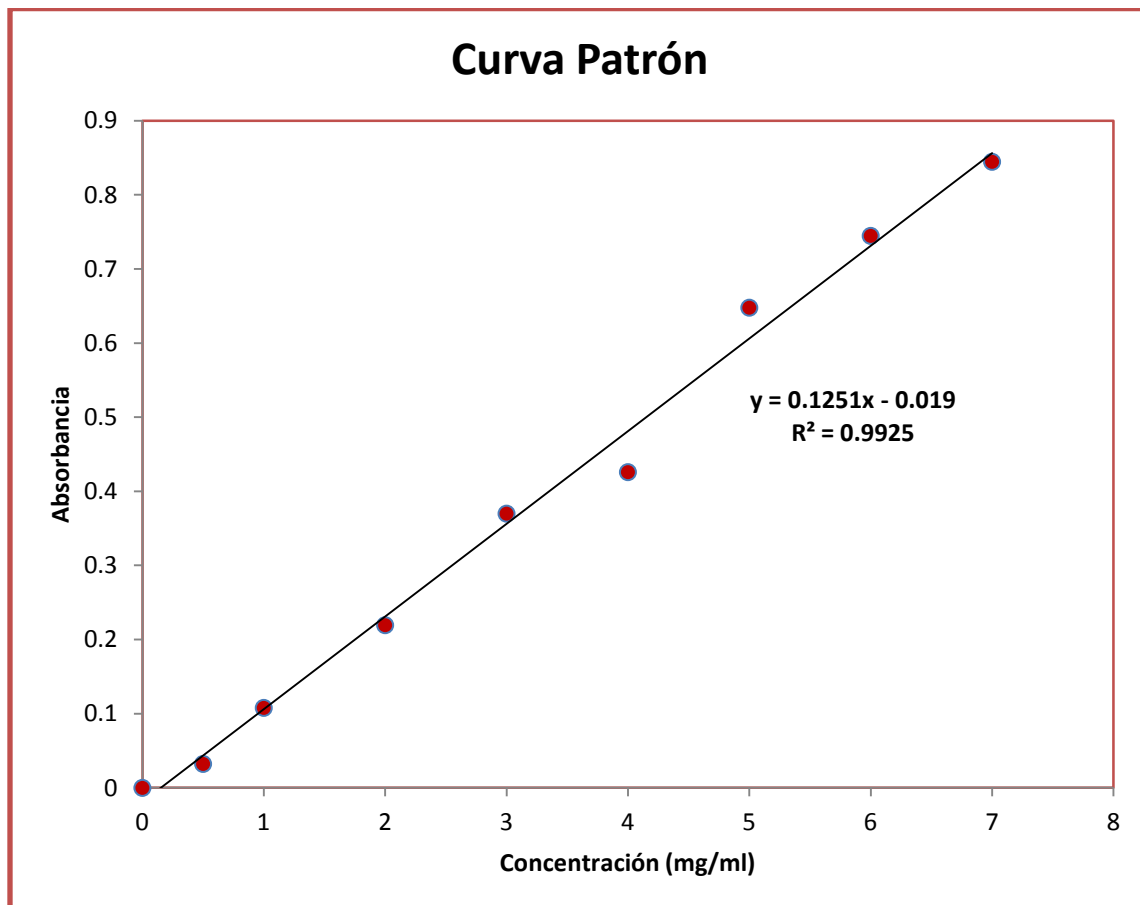
Comparando el valor de  $F_c=0.5744$  con el valor de  $F_{\text{tablas}}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

HARINOSO						
JUECES	TESTIGO	PROTOTIPO	$\Sigma$	$(\text{TESTIGO})^2$	$(\text{PROTOTIPO})^2$	$\Sigma$
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	2	0	2	4	0	4
5	2	1	3	4	1	5
6	1	1	2	1	1	2
7	1	0	1	1	0	1
8	1	2	3	1	4	5
9	0	2	2	0	4	4
10	1	0	1	1	0	1
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>22</b>

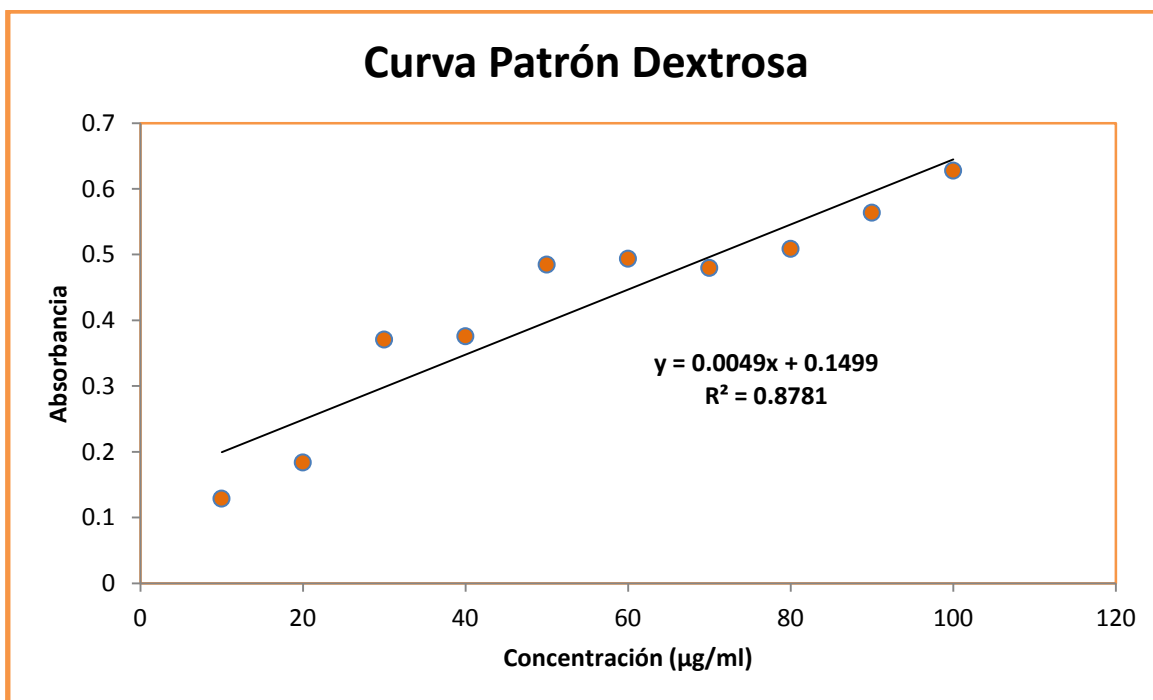
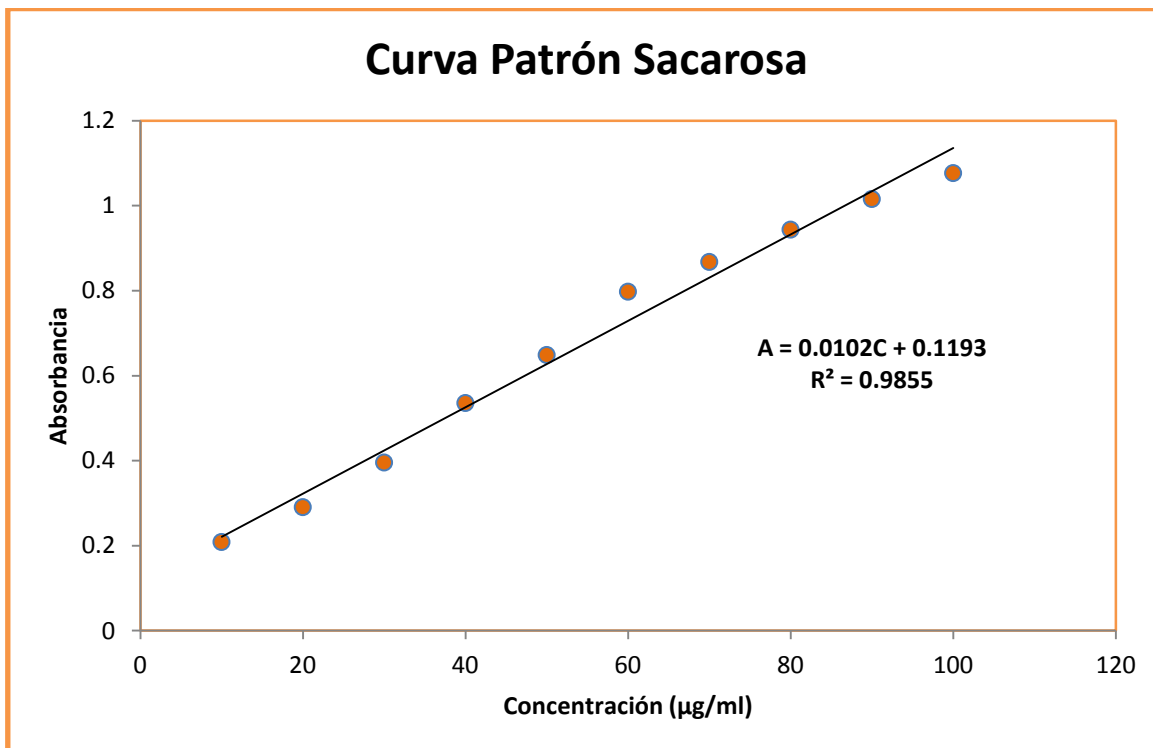
Fuente de variación	g.l.	SC	CM	Fc
<b>Muestra</b>	1	0.2	0.2	<b>0.31034483</b>
<b>Jueces</b>	9	6.2	0.68888889	1.06896552
<b>Error</b>	9	5.8	0.64444444	
<b>Total</b>	19	12.2		

Comparando el valor de  $F_c=0.3103$  con el valor de  $F_{tablas}=5.12$ , se concluye que no hay una diferencia significativa ( $p<0.05$ ) entre el chocolate testigo y prototipo en este atributo.

Anexo 9 Curva Patrón de albumina bovina sérica (Método de Biuret)



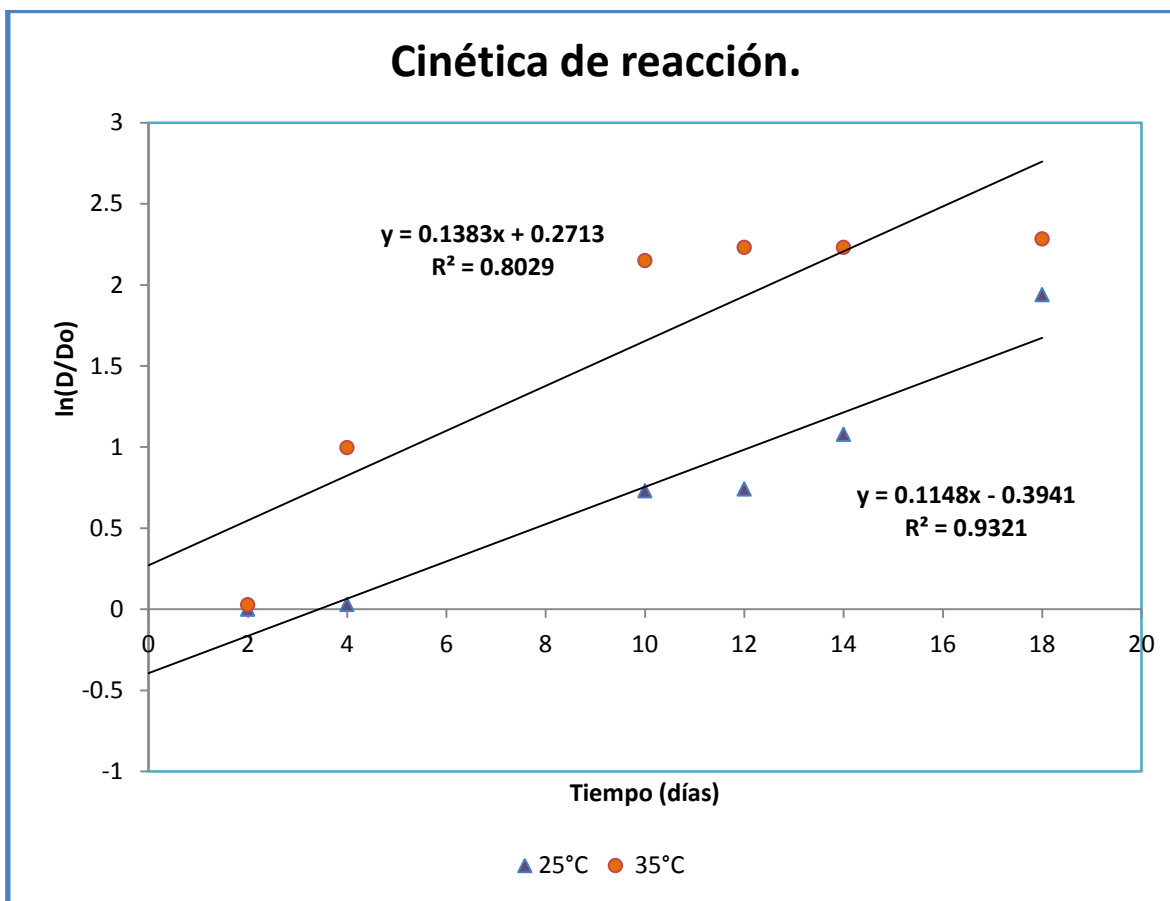
Anexo 10 Curva Patrón de Sacarosa y Dextrosa (Método de Fenol-Ácido Sulfúrico)



### Anexo 11 Determinación de costos del producto

Materia Prima	Costo/kg Materia Prima	Cantidad utilizada (g)	Costo en el producto (\$)
Harina de trigo	16.5	12.67	0.209
Harina de amaranto	20	5.43	0.1086
Margarina	40	12.1	0.484
Metilcelulosa	236.28	3.63	0.8576
Maltodextrina 15	72	0.37	0.0266
Azúcar	20	16.1	0.322
Huevo	30	16.1	0.483
Leche	14	29.32	0.41048
Agente leudante	163.636364	1.07	0.175
Escencia de vainilla	30	0.24	0.0072
Lecitina de soya	165	0.04	0.066
Árandanos deshidratados	25	2.93	0.0732
Ácido sórbico	294.76	0.00015	0.000044
<b>COSTO TOTAL MANTECADA</b>			3.222724
Azúcar	20	48.69	0.0292
Cocoa	55	17.39	0.028
Fibra de cocoa	25.87	14	0.0108
BHT	190	0.01	0.000057
Grasa vegetal	29	19.46	0.0169
Sal	5.6	0.05	0.0000084
<b>COSTO TOTAL CHOCOLATE</b>			0.6797232
Bolsa de polipropileno	244/millar	1 bolsa	0.244
Caja de cartón	1/ unidad	1 caja	1
Etiqueta	2.8	c/etiqueta	2.8
<b>COSTO PRODUCTO</b>			7.9464472
<b>UTILIDAD</b>		50%	3.94
<b>PRECIO DEL PRODUCTO</b>			11.90

Anexo 12 Cinética de reacción: Orden 1



Anexo 13 Determinación de la Energía de activación.

