



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
Maestría



**Desarrollo de una mantequilla de almendras adicionada con  
mucílago de *Aloe vera*.**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Maestro en Diseño e Innovación

**Presenta:**

Edgar Joel Cruz Bautista

**Dirigido por:**

Dra. Margarita Contreras Padilla



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA

**Desarrollo de una mantequilla de almendras adicionada con  
mucilago de *Aloe vera*.**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Maestro en Diseño e Innovación

**Presenta:**

Edgar Joel Cruz Bautista

**Dirigido por:**

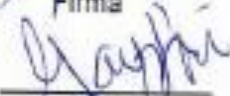
Dra. Margarita Contreras Padilla

**SINODALES**

Dra. Margarita Contreras Padilla  
Presidente

  
Firma

Dra. Marcela Martínez Gaytán  
Secretario

  
Firma

Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez  
Vocal

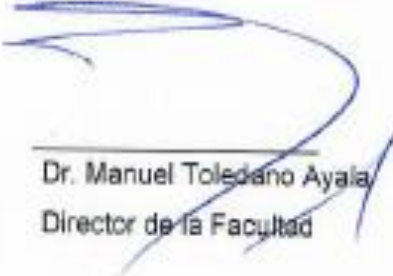
  
Firma

Dr. Mario Enrique Rodríguez García  
Suplente

  
Firma

Dra. María de la Luz Reyes Vega  
Suplente

  
Firma

  
Dr. Manuel Toledano Ayala  
Director de la Facultad

  
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
Director de Investigación y Posgrado

## RESUMEN

Se realizó un estudio de mercado y conceptualización del producto con lo que se determinó realizar el desarrollo de una mantequilla de almendras (MA), la cual se estandarizó a base de análisis de tiempo de blanqueado, tiempo de tostado y molienda para obtener la mejor textura untable y color posible. Se evaluó la adición del mucílago de *Aloe vera* (MAV) como una alternativa de estabilizador de grasas en el producto, del cual se utilizaron diferentes porcentajes (0.5, 1 y 1.5%). Se analizó el comportamiento reológico, la inocuidad del alimento, la aceptación por parte del consumidor, la vida útil, el contenido nutrimental y la proyección financiera de producto concluido. Se le aplicaron al producto pruebas reológicas estáticas y dinámicas, las cuales se compararon con una mantequilla de cacahuete presente en mercado. Las pruebas reológicas aplicadas a ambas muestras presentaron un comportamiento no newtoniano perteneciente a los fluidos pseudoplásticos. El MAV aumentó las propiedades viscoelásticas de la muestra, siendo semejantes con las propiedades que presentan los productos estabilizados con aceites hidrogenados. Los análisis fisicoquímicos aplicados a la MA corroboraron la presencia de los omegas 6 y 9, un bajo nivel de azúcares y aporte de fibra. En el análisis microbiológico aplicado a la MA cumplió con los límites que marca la normativa mexicana vigente, lo cual nos indica que hubo unas buenas prácticas de laboratorio. Los análisis sensoriales indican una alta aceptación del producto por parte de los consumidores potenciales. La vida de anaquel se evaluó en base a la oxidación lipídica y la separación de aceites, en ambos casos la MA presentó valores inferiores a los reportados en la literatura convirtiendo al producto en un alimento no perecedero. La proyección financiera del proyecto mostró costes viables, lo que hace al producto factible para su comercialización. La innovación realizada en este proyecto fue incremental tecnológica por la utilización de un hidrocoloide como un estabilizante de grasas, además de también ser una innovación de nuevo uso ya que el MAV es utilizado principalmente en la rama cosmética.

**Palabras claves:** mucílago de *Aloe vera*, mantequilla de almendras, reología, innovación.

## SUMMARY

A market study and conceptualization of the product was carried out, which determined the development of an almond butter (MA), which was standardized based on analysis of bleaching time, roasting time and grinding to obtain the best spreadable texture and color. The addition of *Aloe vera* mucilage (MAV) was evaluated as an alternative fat stabilizer in the product, of which different percentages were used (0.5, 1 and 1.5%). The rheological behavior, the innocuousness of the food, the acceptance by the consumer, the useful life, the nutritional content and the financial projection of the finished product were analyzed. Static and dynamic rheological tests were applied to the product, which were compared with a peanut butter present in the market. The rheological tests applied to both samples showed a non-Newtonian behavior belonging to the pseudoplastic fluids. The MAV increased the viscoelastic properties of the sample, being similar to the properties of the products stabilized with hydrogenated oils. The physicochemical analysis applied to the MA corroborated the presence of omegas 6 and 9, a low level of sugars and fiber intake. In the microbiological analysis applied to the MA, it fulfilled the limits established by the current Mexican regulations, which indicates that there were good laboratory practices. Sensory analyzes indicate a high acceptance of the product by potential consumers. The shelf life was evaluated based on lipid oxidation and oil separation, in both cases the MA presented values lower than those reported in the literature making the product a non-perishable food. The financial projection of the project showed viable costs, which makes the product feasible for commercialization. The innovation made in this project was technological incremental by the use of a hydrocolloid as a fat stabilizer, as well as being a new use innovation since the MAV is used mainly in the cosmetic branch.

**Key words:** mucilage of *Aloe vera*, almond butter, rheology, innovation.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la universidad autónoma de Querétaro por las facilidades brindadas para el uso de las instalaciones, así como al CAIDEP y el Laboratorio de Metabolitos y nanocompositos de la Facultad de ingeniería en el campus aeropuerto.

Se agradece a CONACYT por el apoyo económico brindado durante el posgrado.

A CFATA por el apoyo técnico de la Dra. Brenda Contreras y las facilidades brindadas para el uso de sus instalaciones para llevar a cabo diversos análisis.

A dra. Sandra Hernández se agradece su apoyo en la parte financiera de la tesis, gracias por sus consejos y sus enseñanzas.

A mi sínodo por la guía y enseñanzas durante la maestría.

Fátima Ledesma por los consejos y el acompañamiento brindado durante mi estancia en el CAIDEP.

Mtra. Verónica Garfias por la realización de la imagen y etiquetado del producto y por todo el apoyo brindado durante la maestría.

A Héctor por convertirse en un amigo incondicional y dispuesto ayudar en cualquier momento.

## DEDICATORIAS

*A mis amigos, profesores y a mi familia que me guiaron, ayudaron y  
aguantaron durante este proceso.*

## TABLA DE CONTENIDOS

1.	Introducción .....	1
2.	ANTECEDENTES.....	2
2.1	Innovación .....	2
2.1.1	La innovación como estrategia.....	2
2.1.2	La innovación como resultado .....	3
2.2	Alimentos procesados.....	6
2.2.1	Alimentos untables.....	10
2.2.2	Problemática con los alimentos untables.....	11
2.2.3	Innovaciones en alimentos untables .....	12
2.3	Almendras.....	14
2.3.1	Historia.....	14
2.3.2	Fisionomía.....	14
2.3.3	Taxonomía .....	14
2.3.4	Propiedades químicas de las almendras .....	15
2.3.5	Beneficios a la salud del consumidor .....	16
2.3.6	Mercado de las almendras .....	17
2.4	<i>Aloe vera</i> .....	18
2.4.1	Historia del <i>Aloe vera</i> .....	18
2.4.2	Fisionomía del <i>Aloe vera</i> .....	18
2.4.3	Taxonomía .....	19
2.4.4	Propiedades químicas del <i>Aloe vera</i> .....	20
2.4.5	Beneficios a la salud del consumidor .....	23
2.4.6	Mercado del <i>Aloe vera</i> .....	23
2.5	Planteamiento del problema .....	25
2.6	Justificación .....	26
3.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	27
3.1	HIPÓTESIS .....	27

3.2	OBJETIVOS.....	27
3.2.1	Objetivo General.....	27
3.2.2	Objetivos específicos.....	27
4.	METODOLOGÍA.....	29
4.1	Cuadro metodológico.....	29
4.2	Desarrollo del producto.....	30
4.2.1	Lluvia de ideas.....	30
4.2.2	Conceptualización del producto.....	31
4.2.3	Estudio de mercado.....	31
4.2.4	Tipo de desarrollo.....	32
4.2.5	Identificación de ingredientes.....	32
4.2.6	Normas reguladoras.....	33
4.2.7	Estandarización del producto.....	37
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
5.1	Lluvia de ideas.....	53
5.2	Conceptualización del producto.....	53
5.3	Estudio de mercado.....	55
5.3.1	Controles.....	55
5.4	Búsqueda de información sobre el consumidor.....	58
5.5	Estandarización del producto.....	62
5.5.1	Tiempo de blanqueado.....	62
5.5.2	Peso final de la muestra sin cáscara.....	63
5.5.3	Estudio de tostado y molienda de las almendras.....	65
5.5.4	Color.....	71
5.5.5	Porcentaje de mucílago.....	74
5.5.6	Análisis microbiológicos.....	83
5.5.7	Análisis sensorial.....	84
5.5.8	Análisis bromatológicos.....	87
5.5.9	Empaque, imagen y etiqueta del producto.....	91



5.5.10	Vida de anaquel.....	94
5.5.11	Corrida financiera .....	100
6.	CONCLUSIONES .....	103
7.	REFERENCIAS.....	104
8.	APÉNDICE.....	111

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura de las exportaciones en México. Durante el periodo enero-diciembre de 2012, las oleaginosas representan un 6% de las exportaciones Agropecuarias. Fuente (SAGARPA, 2013).....	17
<b>Figura 2.</b> Cuadro Metodológico Fuente: Elaboración propia.....	29
<b>Figura 3.</b> Lluvia de ideas Fuente: Elaboración propia.....	30
<b>Figura 4.</b> Consumo de cremas de almendra o avellana.....	58
<b>Figura 5.</b> Mayor preferencia hombres.....	59
<b>Figura 6.</b> Menor preferencia en hombres.....	59
<b>Figura 7.</b> Mayor preferencia mujeres.....	60
<b>Figura 8.</b> Menor preferencia mujeres.....	60
<b>Figura 9.</b> Características más importantes para el consumidor.....	61
<b>Figura 10.</b> Gráfica de medias entre diferentes tiempos de sumersión de 00:30, 01:00, 01:30 minutos respectivamente.....	63
<b>Figura 11.</b> Propiedades viscoelásticas de la muestras a 7 min de molienda a diferentes tiempos de tostado A) 8 minutos, B) 11 minutos y C) 14 minutos.....	67
<b>Figura 12.</b> Propiedades viscoelásticas de la muestras a 6 min de molienda a diferentes tiempos de tostado A) 8 minutos, B) 11 minutos y C) 14 minutos.....	69
<b>Figura 13.</b> Propiedades viscoelásticas de la muestras a 5 min de molienda a diferentes tiempos de tostado A) 11 minutos y B) 14 minutos.....	70
<b>Figura 14.</b> Comportamiento al aumento de velocidad de corte de la mantequilla de almendras A) sin mucílago y con diferentes porcentajes de mucílago B) 0.5%, C) 1%, D) 1.5 %.....	77
<b>Figura 15.</b> Comportamiento al aumento de velocidad de corte de las muestras control (CCA, MNC). 78	
<b>Figura 16.</b> Análisis de las propiedades viscoelásticas de la mantequilla de almendras sin mucílago y con tres diferentes concentraciones (0,0.5, 1, 1.5 % Mucílago de Aloe vera).....	82
<b>Figura 17.</b> Prueba de viscoelasticidad de la muestra control CCA.....	83
<b>Figura 18.</b> A) Imagen final de la mantequilla de almendras y B) la tabla de información nutrimental final.....	94
<b>Figura 19.</b> Porcentaje de separación de aceites a diferentes temperaturas de almacenamiento.....	95
<b>Figura 20.</b> Separacion de aceites en una mantequilla de cacahuete comercial y la mantequilla de almendras con mucílago de A. vera.....	96
<b>Figura 21.</b> Índice de peróxidos de la mantequilla de almendras a diferentes temperaturas de almacenamiento (25°, 35° y 45°).....	98
<b>Figura 22</b> Flujo neto del efectivo con una proyección prevista a 5 años.....	101

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales países productores de la Industria de alimentos procesados.....	7
Tabla 2. Consumo mundial por región.....	8
Tabla 3. Tamaño del mercado de algunas categorías de la industria de alimentos procesados en México.....	10
Tabla 4. Taxonomía de Almendras dulces.....	15
Tabla 5. Taxonomía del A. vera.....	20
Tabla 6. Variables independientes y niveles de variación.....	41
Tabla 7. Porcentajes de mucílago a utilizar.....	42
Tabla 8. Diferentes tipos de cremas y mantequillas de semillas.....	56
Tabla 9. Mantequilla de almendras.....	57
Tabla 10. Tabla ANOVA para tiempo de pelado de la almendra.....	62
Tabla 11. Prueba de rangos múltiples para tiempo de pelado Tukey HSD.....	62
Tabla 12. Tabla ANOVA para peso final de las muestras en diferentes tiempos de sumersión.....	64
Tabla 13. Análisis de Varianza para Luminosidad en diferentes tiempos de tostado.....	71
Tabla 14. Pruebas de Múltiple Rangos para L por tiempo de tostado prueba Tukey HSD.....	71
Tabla 15. Análisis de Varianza para Croma en diferentes tiempos de tostado.....	72
Tabla 16. Análisis de Varianza para h° en diferentes tiempos de tostado.....	73
Tabla 17. Prueba de Tukey HSD.....	73
Tabla 18. Parámetros del ajuste de las curvas de las muestras para la ecuación de la Ley de la potencia.....	79
Tabla 19. Límites de microorganismos formadores de colonias para jaleas, grasas untables, ates y pures.....	84
Tabla 20. Tabla ANOVA para agrado general por muestra.....	85
Tabla 21. Prueba de Kruskal-Wallis para AGRADO GENERAL por MUESTRA.....	85
Tabla 22. Tabla ANOVA para TEXTURA UNTABLE por MUESTRA.....	86
Tabla 23. Prueba de Kruskal-Wallis para SABOR por MUESTRA.....	86
Tabla 24. valores del análisis bromatológico realizado a la Mantequilla de Almendras.....	87
Tabla 25. Datos obtenidos en el análisis de cromatografía de gases para la mantequilla de almendras.....	89
Tabla 26. Tasa interna de retorno (TIR) vs Tasa rendimiento mínimo aceptado (TREMA).....	100

## 1. INTRODUCCIÓN

Las semillas oleaginosas son deliciosas y nutritivas. Sin embargo, al ser transformadas en productos untables podrían convertirse en una pésima idea para la salud si se consume en exceso. Los untables a base de oleaginosas son pastas elaboradas con semillas tostadas y molidas, sal, azúcar, aceites vegetales y aditivos conocidos como estabilizantes para evitar la separación de los aceites y sólidos. Los aspectos a resaltar de este tipo de productos son las cantidades de azúcares y aceites adicionados utilizados para su elaboración, siendo estos ingredientes un foco de enfermedades degenerativas como la obesidad y la diabetes.

Las almendras son oleaginosas que aportan ácidos grasos como los omegas, son una fuente natural de calcio, vitamina E y fibra. Aunado a esto los estabilizantes que se utilizan en los untables son los aceites hidrogenados los cuales aportan estabilidad, textura y una mayor vida útil a estos alimentos, pero los efectos que tiene sobre la salud el consumir grasas saturadas en la dieta y el riesgo asociado a las enfermedades cardiovasculares han sido un área de investigación la cual exige realizar acciones innovadoras acerca de esta problemática.

El presente trabajo de investigación consiste en desarrollar una mantequilla de almendras utilizando las técnicas de tostado y molienda, para conseguir textura, sabor, color y una buena apariencia las cuales marca el mercado en este tipo de alimentos. También se pretende utilizar el mucílago del *Aloe vera* como estabilizante de grasas, ya que los polisacáridos mucilaginosos los cuales están presentes en el *Aloe vera*, se han utilizado en la industria alimentaria para modificar las propiedades de los sistemas alimentarios. Debido a esto se incluyen como aditivos para el desarrollo de revestimientos comestibles en frutas, para generar estabilidad en emulsiones y espumas, utilizados como estabilizantes de suspensiones e inhibidor de sinéresis además de contribuir a la formación de geles.

Siendo estas razones suficientes para adicionar el mucílago de *A. vera* a la mantequilla de almendras y de esta manera obtener una estabilidad en la separación de fases, textura untable semejante a las mantequillas existentes en el mercado, la fibra que aporta el *Aloe vera* y no verse afectada la vida útil del producto.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Innovación

Para identificar el significado de innovación, es importante conocer la definición. Una innovación es la introducción de algo nuevo o de un producto significativamente mejorado (bien o servicio), de un proceso, un nuevo método de comercialización o un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de una empresa, la organización del lugar de trabajo y las relaciones externas (Hölzl and Janger, 2014; Acosta *et al.*, 2016).

La innovación a menudo se produce utilizando tecnologías abiertas y recursos abiertos de alta calidad y se basa en un tipo diferente de conocimiento y sistema de información. La gestión del conocimiento es la parte más importante de la innovación. Las dos vertientes en la innovación son: La innovación incremental y la innovación radical, juntas equilibran el esfuerzo de innovación al permitir pequeñas ganancias en la búsqueda de grandes ganancias. La innovación se da desde pequeños cambios incrementales hasta innovaciones radicales importantes, las organizaciones exitosas entienden bien que la innovación es la unión de ambas para lograr el éxito en la innovación (Kahn, 2018).

Las etapas del proceso de innovación son: elección de una estrategia, definición del producto, concepto del producto, fase de validación, producción y lanzamiento al mercado. Los pasos de validación y lanzamiento al mercado se llevan a cabo mediante un proceso de evaluación de dos etapas independiente por parte de expertos que trabajan en el campo de la gestión de la innovación (Dziallas and Blind, 2018).

La innovación se debe considerar tanto un resultado como una estrategia.

#### 2.1.1 La innovación como estrategia

La innovación como estrategia se refiere a los cambios en una metodología o proceso para lograr la eficiencia, como un procesamiento más rápido, un mayor rendimiento o un costo menor. Un modelo de estrategia para la innovación presenta

tres fases: descubrir, desarrollar y entregar. En la fase de descubrimiento, la organización explora el campo y está en busca de oportunidades potenciales y delimita estas oportunidades. Las oportunidades concretas entran en la fase de desarrollo, en las que se determinan las especificaciones técnicas y se realiza el diseño de la oferta. En la fase de entrega, la oferta se presenta y se usa con un propósito determinado, que podría incluir la venta en el mercado.

Las innovaciones estratégicas pueden ser radicales si se crea un nuevo proceso en la organización o el marketing y este es aplicado a una empresa, las innovaciones incrementales son las mejoras que se le realizan a esta estrategia aumentando así su rendimiento (Tohidi and Jabbari, 2012). Este tipo de innovaciones se consideran como no tecnológicas ya que incluye solamente nuevas prácticas organizacionales o de marketing aplicadas en una empresa por primera vez (Acosta *et al.*, 2016).

Los sistemas de producción, los sistemas de prestación de servicios y los procesos organizacionales son áreas fértiles para la innovación de procesos (Guisado-González *et al.*, 2016; Kahn, 2018). La innovación estratégica enfatiza la eficiencia y el ahorro de costes es de particular interés.

Los tipos de innovación basadas en estrategias son:

#### 2.1.1.1 Innovación en marketing

La innovación de marketing cuyo objetivo es conectar clientes y consumidores en niveles nuevos y diferentes y puede incluir nuevos tipos de esfuerzos promocionales. De esta forma, una innovación de marketing sirve para impulsar la demanda creando conciencia, reconocimiento de marca y exclusividad del producto. Una innovación de marketing no suele ser algo que se vende directamente a los consumidores finales (Acosta *et al.*, 2016; Kahn, 2018).

#### 2.1.1.2 Innovación organizacional

La innovación organizacional aborda los cambios en la organización. Dichos cambios pueden ocurrir en la estructura de la organización, nuevas formas de gestión y entornos de trabajo (Tohidi and Jabbari, 2012; Kahn, 2018).

#### 2.1.2 La innovación como resultado

La innovación como resultado enfatiza la producción. El resultado típicamente asociado con la innovación es la introducción de nuevos productos y nuevos servicios, que ejemplifica lo que se denomina innovación de productos. Una comprensión profunda reconoce que la innovación de productos es una de las varias vías para las oportunidades de resultados (Guisado-González *et al.*, 2016; Kahn, 2018).

La innovación de productos tiene que ver más con el objetivo de desarrollar nuevas ofertas y no con la eficiencia, ya que los nuevos productos a menudo requieren recursos adicionales, obligan a nuevos procedimientos y provocan cambios en los procesos de fabricación. Los productos resultados de la innovación suelen ser del tipo tecnológico ya sea radical (utilizando nuevas tecnologías) y/o incremental (aumentando la eficiencia de tecnologías base o mejorando las ya existentes).

#### 2.1.2.1 Innovación en productos

La innovación de productos se refiere a ofertas de mercado, como nuevos productos, nuevos servicios o nuevos programas. Debido a que la innovación abarca desde ofertas incrementales hasta ofertas radicales, son posibles diferentes tipos de innovación de productos. Los tipos de innovaciones de productos son generalmente reconocidos:

- Reducciones de costos
- Mejoras del producto
- Nuevos mercados
- Nuevos usos
- Productos nuevos en el mundo
- Extensiones de línea

Una forma de gestionar la innovación de productos es vincular los nuevos productos a estrategias de marketing. Delimitar tanto el mercado como la tecnología

ofrecida. Las estrategias más utilizadas son: penetrar en el mercado (mercado actual, tecnología actual), desarrollar el producto, desarrollo de mercado y diversificación (Echeverría, 2008; Acosta *et al.*, 2016).

La innovación en productos es cada vez más reconocida como una de las principales determinantes, si no la más importante, del éxito organizacional, el alto rendimiento y la supervivencia de una empresa, independientemente de su tamaño y la industria a la que pertenece. El impulso a innovar se ve influido por la presión del entorno externo, la competencia, la escasez de recursos y la demanda de los clientes. Como respuesta a estos factores, una empresa adapta su comportamiento y, por lo tanto, su organización para mantener o mejorar su rendimiento (Bigliardi and Galati, 2013).

La innovación en productos se ha vuelto de particular interés en el sector alimentario, siendo esta considerada una industria con una baja intensidad de investigación e innovación.

#### 2.1.2.1.1 Innovación en el sector alimentario

La industria alimentaria tradicionalmente se centraba en la minimización de los costes de producción, por lo tanto prestaba poca atención a las necesidades de los clientes, la industria de alimentos en los últimos años se ha remodelado, centrándose cada vez más en la seguridad y la calidad de los alimentos, así como en la salud, el bienestar y la satisfacción de los consumidores. De hecho, la industria ha experimentado un proceso conocido como "inversión de cadena", lo que significa que ahora es el consumidor quien les dice a los productores qué es lo que quieren comer (Sarkar and Costa, 2008; Bigliardi and Galati, 2013).

En un entorno así, para las empresas de alimentos la innovación juega un papel importante, lo que les permite crear productos que satisfagan las necesidades del consumidor. En consecuencia, las empresas pueden adoptar nuevos tipos de procesos de desarrollo de productos, que necesariamente implican la creación o al menos la adopción de soluciones tecnológicas innovadoras y nuevos modelos comerciales. Sin embargo, un número limitado pero creciente de compañías de alimentos están desarrollando sus nuevos productos adoptando algunos factores de



éxito que residen fuera de sus fronteras, apuntando a las dificultades que cada empresa puede enfrentar al tratar con la innovación internamente (Sarkar and Costa, 2008).

Específicamente, la demanda de alimentos está evolucionando rápidamente hacia un mercado de personalización masiva. Además, los consumidores de alimentos requieren cada vez más productos adaptados a sus necesidades y preferencias individuales y destinadas a su salud. Estas nuevas tendencias en la demanda de los consumidores de alimentos han llevado a las empresas, por un lado, a utilizar técnicas de marketing más sofisticadas para comprender mejor las necesidades diferenciadas de los consumidores. Por otro lado, lo mismo ha forzado a las empresas alimentarias a adoptar y adaptar tecnologías, innovadoras soluciones y nuevos modelos de negocios.

Como se puede observar la industria de alimentos está en un periodo de adaptación a las nuevas tendencias y demandas del consumidor, siendo los alimentos procesados los que sufren cambios para mejorar y así poder ofrecer al consumidor valores agregados.

## 2.2 Alimentos procesados

El procesamiento de alimentos ha desempeñado un papel crucial ya que permite ampliar la vida útil de los productos alimenticios, reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos, así como mejorar la disponibilidad y optimización de nutrientes (Asioli *et al.*, 2017).

La industria de alimentos se comprende por los subsectores de molienda de granos y semillas, obtención de aceites y grasas, confitería con y sin cacao, conservación de frutas, verduras y alimentos preparados, productos lácteos, procesamiento de carne de ganado y aves, preparación y envasado de pescados y mariscos, panadería y tortillas principalmente (ProMéxico, 2015).

Los alimentos procesados alcanzaron un valor de producción de 5,022 miles de millones de dólares (mdd). Se estima que para el periodo 2014 a 2020 la industria

presentará una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 4%, abriendo un panorama para la incursión de nuevos productos procesados en el mercado (ProMéxico, 2015).

La inversión en tecnología se ha incrementado, así como la automatización de los procesos productivos lo cual ha permitido que la industria sea de las más significativas para las economías en términos de producción y empleo.

La Tabla 1 muestra a los principales productores de alimentos procesados en el mundo, donde se puede apreciar que México es uno de los países que presenta una de las mayores producciones de alimentos procesados.

**Tabla 1. Principales países productores de la Industria de alimentos procesados.**

Posición	País	2014 Mdd	%part.	TMCA 2014- 2020
1	China	1,354.8	27%	5%
2	EE. W.	754.7	15%	3%
3	Brasil	230.4	5%	-4%
4	Japón	228.8	5%	1%
5	Alemania	173.3	3%	3%
6	Francia	156.1	3%	2%
7	Italia	143.1	3%	2%
8	India	141.8	3%	11%
9	México	138.4	3%	4%
10	Rusia	127.8	3%	-3%
	Otros	1,572.9	31%	4%
	Total	5,022.0		4%

Fuente. Secretaría de economía (2015).

La Tabla 2 muestra las regiones/países y el consumo de estos en mdd. durante el año 2014, además de mostrar la tasa media de crecimiento anual en las diferentes regiones que son mencionadas.

La región con un mayor consumo en alimentos procesados es Asia, la cual representa el 45% del consumo mundial, siendo china el país que más gasta en alimentos con 1,371 mdd tan solo en el 2014, además de tener una TMCA del 5.4 % prevista para el 2020.

**Tabla 2. Consumo mundial por región.**

Región/País	2014 mdd.	% part	TMCA 2014-
Asia	2,244.0	45%	5%
China	1,371.5	61.1%	5.4%
Japón	<b>268.4</b>	12.0%	1.2%
Corea del	96.1	4.3%	1.6%
Europa	1,302.2	26%	3%
Alemania	164.7	12.6%	3.2%
Francia	160.1	12.3%	2.3%
América del	978.9	20%	3%
EE. UU.	755.4	77.2%	3%
México	143.9	14.7%	4%
Canadá	79.6	<b>8.1%</b>	3%
América Latina	<b>315.6</b>	<b>6%</b>	<b>-1%</b>
Brasil	189.2	59.9%	-5%
Colombia	24.1	7.6%	-2%
Chile	<b>23.8</b>	7.5%	5%
Perú	<b>18.5</b>	5.9%	2%
Otros	<b>144.0</b>	3%	4%
Total	<b>4,984.8</b>		<b>4%</b>

Fuente INEGI y Global Insight (2015).

La región con un mayor consumo en alimentos procesados es Asia, la cual representa el 45% del consumo mundial, siendo china el país que más gasta en alimentos con 1,371 mdd tan solo en el 2014, además de tener una TMCA del 5.4 % prevista para el 2020.

La región de Europa y América del norte tienen una proyección de TMCA del 3 %, siendo Alemania y México los países con un mayor crecimiento pronosticado para el periodo 2014-2020 de más del 3 % respectivamente. En México se reportó un valor en el mercado en consumo de alimentos procesados de más de 143 Mdd. en el año 2014. Por su parte en América latina se prevé un descenso en el consumo de alimentos procesados del -1 %.

En la Tabla 3 se aprecian las diferentes categorías de alimentos procesados consumidos en México, así como su valor en el mercado dado en Mdd y la TMCA vislumbrada al 2020. Se puede observar que los rubros de panadería, lácteos y confitería son de los más consumidos por la población mexicana. Las categorías a las cuales se les pronostica un crecimiento en la TMCA son: los productos del mar (5.75%), salsas y aderezos (5.5%) y untables (5.2%), lo que nos indica que el consumo en México de estos productos será mayor en algunos años.

**Tabla 3. Tamaño del mercado de algunas categorías de la industria de alimentos procesados en México.**

Categorías	Valor del mercado, 2015 (Mdd)	TMCA 2015-2020
Panadería	15,718	4.5%
Lácteos	11,550	4.6%
Confitería	4,072	3.6%
Productos del mar y cárnicos	3,313	5.7%
Salsas y aderezos	3,209	5.5%
Galletas y barras	3,176	4.7%
Botanas dulces y saladas	3,003	4.9%
Aceites y grasas	1,993	4.0%
Arroz y pastas	1,874	4.9%
Comida para bebé	1,084	4.2%
Frutos y vegetales	979	5.2%
Cereales	741	4.1%
Helados	587	4.8%
Untables	499	5.2%
Comida lista	4,170	5.8%
Sopas	157	4.5%
Total	52,423	4.7%

Fuente: (PROMÉXICO, 2015).

### 2.2.1 Alimentos untables

Datos proporcionados por la Secretaría de Economía de México prevé un crecimiento 5.2% en la categoría de untables hacia el 2020 (PROMÉXICO, 2015), este crecimiento se debe a lo popular que se han hecho estos productos ya sea por el sabor que aportan a las comidas o por los valores agregados que tienen hacia el consumidor (PROFECO, 2016).

Las categorías en las que se dividen los productos alimenticios untables son: mantequillas, mermeladas y las grasas untables, siendo las últimas definidas como un producto alimenticio de consistencia cremosa que se prepara a partir del tostado de semillas y la mezcla de azúcares, aceites vegetales y respectivos aditivos (Codex Alimentarius, 2007), teniendo su base en diferentes tipos de semillas oleaginosas.

El consumo de las grasas untables se va haciendo cada vez más grande en los últimos tiempos, siendo la crema de avellanas la más popular y la más consumida en diferentes países seguida por la de maní y abriéndose un mercado nuevo la crema de almendras.

El 9.2% de las familias mexicanas adquirieron alguna marca de crema de cacahuete durante el 2017, en promedio cada una adquirió 875 gramos de este producto al año, gastaron alrededor de \$65 pesos, y es durante el invierno cuando más se consume este producto (Kantar Worldpanel, 2017a; Énfasis Alimentación, 2018).

Por otra parte, el 15.6% de los hogares mexicanos adquirieron algún tipo de crema de avellanas, teniendo un consumo de casi 700g al año y gastándose alrededor de \$83 pesos en promedio. Las regiones donde más destaca la compra de este producto, es en el Valle de México y Sureste de México, siendo también el invierno su mejor época del año (Kantar Worldpanel, 2017b).

Los compradores de estos untables son familias de niveles socioeconómicos medio-altos, familias grandes, hogares con amas de casa de 35 a de 55 años principalmente. El consumo de estos alimentos está marcando una tendencia la cual abre campo de oportunidades en el mercado mexicano en donde su consumo se está haciendo cada vez más popular (Levy *et al.*, 2014).

### 2.2.2 Problemática con los alimentos untables

Las semillas oleaginosas son nutritivas y de un gran sabor. Sin embargo, al ser transformadas en productos untables pueden convertirse en un alimento poco saludable si se consume en exceso. Lo que se puede resaltar de estos alimentos son la cantidad de azúcar y aceites hidrogenados que se le adicionan para dar un sabor agradable, mantener una estabilidad y aumentar la vida útil de producto.

#### 2.2.2.1 Aceites hidrogenados aplicaciones en los alimentos y desventajas en su consumo.

La hidrogenación de aceites vegetales es importante tanto para aplicaciones alimentarias como no alimentarias (Ravasio *et al.*, 2002), comúnmente utilizados para

solucionar problemas relacionados con los ácidos grasos insaturados que se encuentran en los alimentos. La calidad y las propiedades físicas de los aceites hidrogenados están relacionadas con la cantidad de dobles enlaces presentes y los isómeros cis - trans de los ácidos grasos (Fernández *et al.*, 2009; Alshaibani *et al.*, 2017).

La hidrogenación de estos ácidos grasos aumenta la resistencia a la oxidación, mejora la vida útil y el sabor, el comportamiento térmico del aceite se ve influido además de hacer que el aceite sea adecuado para usos específicos (Zhao *et al.*, 2018).

Se tienen reportes que este tipo de ácidos grasos - trans (AGT) son desfavorables para la dieta humana debido a efectos indeseables que tienen a la salud. Se ha demostrado que el porcentaje de AGT contenido en la dieta está fuertemente correlacionado con las enfermedades coronarias (Gills and Resurreccion, 2000; Patel *et al.*, 2016). Recientemente la FDA ha clasificado a los aceites hidrogenados como un problema el cual tiene que ser atendido, ya que hay evidencia científica que ha demostrado que el consumo de grasas trans está asociado con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, además promueve la resistencia a la insulina en humanos dando lugar a la aparición de pre diabetes y diabetes (Tanti *et al.*, 2016).

### 2.2.3 Innovaciones en alimentos untables

Las primeras innovaciones en este tipo de productos se dieron por la necesidad de aumentar la untabilidad y evitar una separación de fases en el alimento, ya que en la mayoría de las semillas oleaginosas el porcentaje de grasas es del 50% y por los tratamientos a los que se someten las semillas hacen que las micelas donde contienen las grasas se rompan propiciando de esta manera una separación de fases.

Siendo el aceite de palma y aceite vegetal hidrogenado los pioneros como estabilizantes de grasas en productos untables, datos reportados por Gills and Resurreccion, (2000) en donde se evaluó la vida útil del producto se mencionó que esta aumento la vida del producto ya que retardaba la oxidación lipídica del alimento. La separación de aceites a diferentes temperaturas de almacenamiento durante un

año no presento separación alguna durante el tiempo que se evaluó la mantequilla de almendras. Se evaluó la aceptación sensorial de la mantequilla la cual obtuvo una aceptación por los panelistas evaluados (Gills and Resurreccion, 2000).

Otra de las innovaciones en este tipo de alimentos es la adición de polialcoholes como el sorbitol, en la investigación se encontró que el sorbitol aumento la viscosidad de la mantequilla de maní y redujo su dureza. El sorbitol ayudo a que la mantequilla de maní fuera más fácil de esparcir en la comida, y el recubrimiento fue más suave y uniforme. En general se obtuvo una buena aceptación sensorial(Li *et al.*, 2014).

Las innovaciones recientes hechas a este tipo de productos es el utilizar polímeros de grado alimenticio como hidroxipropilmetilcelulosa liofilizada (HPMC) y metilcelulosa (MC) con el fin de producir un estabilizador que pueda absorber grandes cantidades de aceite. Las pruebas que se le realizaron a estos polímeros mostraron que son contenedores viables de aceites, ya que retienen grandes cantidades mejorando la estabilidad de la mantequilla de maní. Esta investigación demostró el potencial de estos polímeros de calidad alimentaria como estabilizadores en los sistemas alimentarios (Tanti *et al.*, 2016).



## 2.3 Almendras

### 2.3.1 Historia

La almendra, conocida como “la reina de las rosas”, de la familia de las rosáceas y del género *Prunus*, constituye una de las fuentes de alimentación más antiguas del mundo (Hernández and Zacconi, 2009). La almendra proviene de Asia central y su cultivo prosperó principalmente en España e Italia donde la planta encontró las condiciones ideales para su crecimiento. Posteriormente, los jesuitas españoles la llevaron a California, donde se encuentra el mayor centro de producción a nivel mundial (Sanders *et al.*, 2014; Rabadán *et al.*, 2017).

### 2.3.2 Fisionomía.

La almendra (*Prunus amygdalus*) pertenece a la familia de las rosáceas. Se trata de un fruto de cáscara es principalmente dura y quebradiza de color marrón-beige, siendo la semilla la única parte comestible. Nace del almendro, un árbol que alcanza hasta 10 m de altura, y cuyas flores pueden ser de color blanco, rosado o blanco rosáceo.

La semilla tiene forma de lágrima aplanada, mide 1-2 cm de largo, de tonalidad ebúrnea y recubierta de una piel marrón y fibrosa. Es relativamente crujiente, de sabor suave, pertenece a las oleaginosas, poco aromática en su estado crudo, pero con aroma y sabor más intensos cuando se tuesta (Hernández and Zacconi, 2009).

### 2.3.3 Taxonomía

El almendro (*Prunus dulcis*), es un árbol caducifolio de la familia de las rosáceas. Esta especie pertenece al subgénero *Amygdalus* del género *Prunus* (tabla 4) (Arquero *et al.*, 2013).

Tabla 4. Taxonomía de Almendras dulces

Taxonomía	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Rosidae
<b>Orden:</b>	Rosales
<b>Familia:</b>	Rosaceae
<b>Subfamilia:</b>	Amygdaloideae
<b>Tribu:</b>	Amygdaleae
<b>Género:</b>	<i>Prunus</i>
<b>Subgénero:</b>	<i>Amygdalus</i>
<b>Especie:</b>	<b><i>Prunus dulcis</i></b>

Fuente: Arquero *et al.*, 2013

#### 2.3.4 Propiedades químicas de las almendras

Almendras (*Prunus dulcis* (Miller) DA Webb, sinónimos *Prunus amygdalus* Batsch y *Prunus communis* L.) y otras nueces de árbol tienen un perfil de nutrientes saludables, proporcionando una fuente de proteínas rica en nutrientes, ácidos grasos

monoinsaturados, fibra dietética, vitamina E, riboflavina y minerales esenciales además de fitoesteroles y polifenoles ( Kendall *et al.*, 2010; Richardson *et al.*, 2009 ). En los últimos 50 años, los estudios de composición de almendras cultivadas en todo el mundo se han centrado principalmente en nutrientes individuales (principalmente lípidos o ácidos grasos) en genotipos de almendras (variedades o cultivares y selecciones de reproducción), así como estudios limitados sobre factores genéticos y ambientales que influyen en la composición (Yada *et al.*, 2011; Yada *et al.*, 2013).

Se ha demostrado que la variabilidad en el contenido de aceite y composición de ácidos grasos, así como el contenido de tocoferol (vitamina E) depende principalmente del genotipo de la almendra, pero también puede verse afectada por factores ambientales que varían según el sitio del huerto y el año de cosecha (Yada *et al.*, 2011). La variabilidad de la composición en las pieles de almendras (capas de semillas) fue investigada por (Bolling *et al.*, 2010), quienes encontraron que las pieles de los principales cultivares de almendras de California tenían perfiles de polifenoles únicos y el contenido de polifenoles (flavonoides y ácidos fenólicos) variaba 2.7 veces en muestras recolectadas durante tres años de cosecha.

### 2.3.5 Beneficios a la salud del consumidor

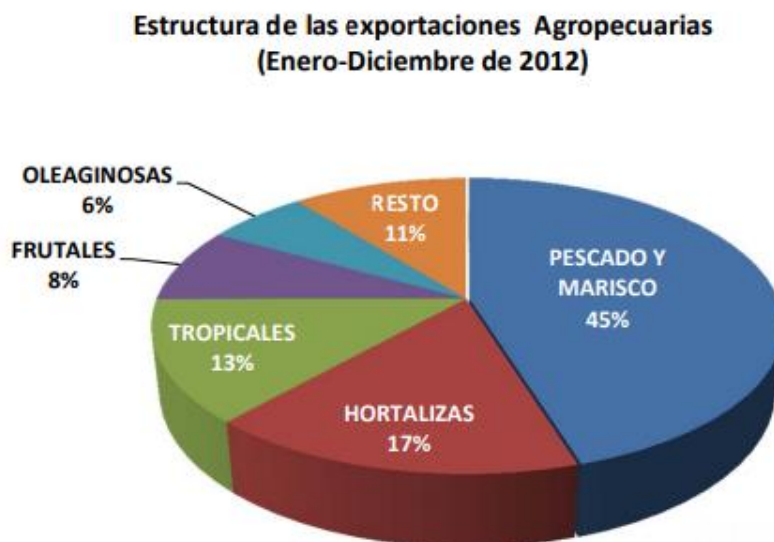
La almendra tiene vitaminas como son B1, B2, PP, C, A, D, E, rica en calcio, hierro, grasas saludables; obteniendo mejoras en el organismo, en su estado alimenticio, reduce también el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, excelente para el cerebro, logrando así tener resultados favorables al consumir de este producto, que se le ha vinculado con la reducción en los niveles de colesterol total y LDL colesterol aumentados en sangre (Espinoza, 2017).

Las almendras que solemos utilizar en las comidas poseen sabor agradable y provienen del almendro dulce (*Prunus amygdalus var. Dulces*) siendo ésta la variedad que se cultiva extensamente. Los beneficios de las almendras para la salud de las personas son múltiples, ya que contienen: agua, proteínas, grasas, hidratos de carbono, los ocho aminoácidos esenciales y celulosa; vitaminas B1, B2, PP, C, A, D y E; calcio, fósforo, hierro, potasio, sodio, magnesio, azufre, cloro, manganeso,

cobre y zinc; constituyendo un alimento imprescindible en una dieta sana y equilibrada. Es una de las fuentes vegetales más ricas en calcio, de allí que la leche de almendras se emplee como sustituta de la leche de los rumiantes cuando ésta no se tolera. Dado su alto contenido en fibras se utiliza como laxante y antiinflamatorio del aparato digestivo y urinario. Además, la almendra, es uno de los frutos secos con mayor cantidad de vitamina E por lo que ejerce un valioso papel antioxidante(Hernández and Zacconi, 2009; Rabadán *et al.*, 2017).

### 2.3.6 Mercado de las almendras

México es uno de los principales productores de almendras, nueces y pistaches como se muestra en la Figura 1, los cuales representan una derrama económica de 314 millones de dólares tan solo en el periodo que comprende de enero a diciembre del 2012 (SAGARPA, 2013).



**Figura 1.** Estructura de las exportaciones en México. Durante el periodo enero-diciembre de 2012, las oleaginosas representan un 6% de las exportaciones Agropecuarias. Fuente (SAGARPA, 2013).

## 2.4 *Aloe vera*

### 2.4.1 Historia del *Aloe vera*

*Aloe barbadensis* Miller, comúnmente conocida como *Aloe vera*, es una de las más de 400 especies de *Aloe* que pertenecen a familia Liliaceas que se originó en Sudáfrica, las cuales tienen una capacidad de adaptación a diversos climas (Radha and Laxmipriya, 2015). Las primeras referencias del *Aloe vera* se encuentran en los Papiros de Ebers y existen numerosos documentos históricos de los egipcios, griegos, romanos, algerianos, árabes, tunecinos, indios y chinos, entre otros, que hablan del papel que ha tenido en la medicina y el cuidado de la salud los cuales datan desde el siglo IV a.C. (Fernández *et al.*, 2012; Baruah *et al.*, 2016; Sánchez-Machado *et al.*, 2017).

El nombre genérico áloe proviene del término árabe "alloeh" y del sinónimo hebreo "halal", que significa sustancia brillante y amarga. La procedencia del otro nombre con la que se conoce, *Aloe vera*, y sus variantes locales savila, sábila, zábira y pita zábila se atribuye a una deformación de la palabra árabe cabila que significa planta espinosa.

Se tienen registros del uso medicinal del *Aloe vera* desde hace 4000 años, en una colección de tabletas de arcilla provenientes de sumeria del 2100 a.C. Se tienen menciones del *Aloe* en papiros del antiguo egipcio como un laxante utilizado para tratar los problemas de estreñimiento crónico. El uso principal comercial del *A. vera* estaba basado en la producción de una sustancia llamada Aloína, una savia amarilla utilizada durante muchos años como ingrediente laxante. La aloína se convirtió en sinónimo de nombre "*Aloe*" el cual fue registrado en el comercio, el gobierno y la literatura a principios del siglo XX (Reynolds and Dweck, 1999; Akaberi *et al.*, 2016). En los años 50 se empezó a diferenciar entre la aloína con la pulpa de *aloe* (Furkan *et al.*, 2017) la cual se comenzó a utilizar como una herramienta útil para la creación de bebidas nutricionales, cremas hidratantes, cosméticos y medicamentos (Manvitha and Bidya, 2014).

### 2.4.2 Fisionomía del *Aloe vera*

La planta de *A. vera* tiene hojas perennes en forma de roseta; su tamaño puede alcanzar unos pocos centímetros hasta los 50 cm de altura (Manvitha and Bidya, 2014). En la edad adulta tiene una altura media de 60 a 90 cm. Las hojas pueden ser de color verde vetado y blanco o verde plateado. Es una planta de hojas alongadas, carnosas y ricas en agua; las hojas están agrupadas hacia el extremo, con tallos de 30 a 40 cm de longitud, poseen el borde espinoso dentado; las flores son tubulares, colgantes y amarillas. Esta planta es xerófila, lo que significa que, se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua (Reynolds and Dweck, 1999; Franco-Salazar *et al.*, 2014).

Las hojas de aloe están cubiertas por una cutícula (capa protectora) y están provistas de estomas las cuales filtran el aire y el agua. Bajo esta membrana se halla una primera dermis celulósica, que contiene cristales de oxalato de calcio, y las células pericíclica de la savia amarilla y rojiza con propiedades laxantes llamadas "sangre del aloe". Por último, dentro de esta triple protección vegetal se encuentra el parénquima incoloro, que forma el gel de la planta. La calidad de este gel depende en gran medida del suelo y las condiciones climáticas de la zona de cultivo (Del-Ángel, 2010).

### 2.4.3 Taxonomía

El género *Aloe* pertenece a la especie *Aloineae* de la familia *Liliaceae* (Tabla 5), la cual es una tribu fundamentalmente africana, pero algunos de los géneros que la comprenden pueden ser encontrados en cualquier otra parte del mundo, ya sea por dispersión natural, o bien porque fueron introducidos por sus múltiples ventajas y actualmente están siendo objeto de cultivo comercial. Del género *Aloe* se han descrito aproximadamente 320 especies, entre las cuales destaca la sábila. En México las especies cultivadas más frecuentes son: *A. vera* y *A. ferox*. (Gutiérrez *et al.*, 1994; Baruah *et al.*, 2016)

Tabla 5. Taxonomía del *A. vera*

Taxonomía	
<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Embriophyta- siphonogama
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Monocotiledoneae
<b>Orden:</b>	Liliales
<b>Familia:</b>	Liliaceae
<b>Subfamilia:</b>	Asfondeloideae
<b>Tribu</b>	Aloinaeae
<b>Genero</b>	Aloe
<b>Especie</b>	Vera
<b>Sinónimo</b>	Barbadensis

Fuente: (Gutiérrez *et al.*, 1994; Baruah *et al.*, 2016)

#### 2.4.4 Propiedades químicas del *Aloe vera*

*Aloe barbadensis* Miller comúnmente conocida como *Aloe vera* es una planta suculenta, xerófila, que se adapta a la vida en zonas con baja disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer un tejido con una elevada capacidad de almacenamiento de agua. Dicha capacidad se puede ver reflejada por el alto contenido de humedad, aproximadamente el 99 - 99.5% (Hamman, 2008), mientras que el restante 0.5 – 1.0% es material sólido. El sólido generalmente está formado por diferentes compuestos de los cuales aproximadamente el 60 % son polisacáridos, seguido por algunas vitaminas liposolubles, minerales, enzimas, compuestos fenólicos y ácidos orgánicos (Femenia *et al.*, 1999). Previamente, Femenia *et al.*, (1999, 2003) reportaron que la pared celular de la epidermis y el gel se encuentran compuestos por polisacáridos formados por manosa glucosa y ácido galacturónico; siendo la manosa y la glucosa los azúcares predominantes, representando del 55% al 75% de los monosacáridos presentes. Sin embargo, es bien sabido que las diferentes condiciones de cultivo, así como las diferentes partes y edad de la planta y el método de extracción pueden afectar considerablemente su composición (Radha and Laxmipriya, 2015).

En estudios de composición sobre los componentes estructurales de las hojas de *A. vera*, se encontró que la corteza representó un 20 a 30% y la pulpa un 70 a 80% del peso de la hoja entera. Sobre una base de peso seco, los porcentajes de corteza y pulpa presentaron un porcentaje de 2.7% a 4.2% de lípidos y 6.3% a 7.3% de proteínas (Radha and Laxmipriya, 2015).

El *Aloe vera* se caracteriza por la presencia de constituyentes fenólicos que son generalmente clasificados en dos grupos: las cromonas, como la aloensina y las antraquinonas (libres y glicosiladas) como la barbaloína, isobarbaloína y la aloemodina; ambos compuestos se encuentran presentes en la capa interna de las células epidermales de la planta.

Diferentes antraquinonas naturales y compuestos similares contenidos en la aloína, han mostrado efectos antivirales para algunas infecciones tales como en el herpes simple tipos 1 y 2, varicela e influenza H1V-1. También se ha encontrado que la aloemodina presenta actividad contra diferentes variedades de virus (Fernández *et al.*, 2012; Baruah *et al.*, 2016; Maan *et al.*, 2018).



#### 2.4.4.1 Aloína

La aloína es el principal componente del acíbar, que la planta secreta como defensa para alejar a posibles depredadores por su olor y sabor desagradable. También interviene en el proceso de control de la transpiración en condiciones de elevada insolación.

La aloína es un glicósido antraquinónico que le confiere propiedades laxantes al acíbar y se utiliza en preparados farmacéuticos produciendo en ocasiones alergias a personas sensibles (Fernández *et al.*, 2012).

Los polisacáridos del gel de *A. vera* consisten en cadenas lineales de moléculas de glucosa y manosa, siendo esta última la de mayor presencia con respecto a la glucosa, por lo que las moléculas se conocen como polimananos (Ni *et al.*, 2004). Estas cadenas son lineales y su tamaño varía dependiendo de las uniones de los monómeros. El principal polisacárido, el acemanano, está compuesto por uno o más polímeros de varias longitudes de cadena con pesos moleculares que varían de 30 kDa a 40 kDa o más, y que consisten en unidades repetitivas de glucosa y manosa en una proporción de 1: 3 (Radha and Laxmipriya, 2015).

Actualmente la planta de *Aloe vera* es una fuente importante de diferentes compuestos biológicamente activos y de gran interés para la industria alimentaria. Diversos autores han reportado que la principal actividad biológica del *Aloe vera* es atribuida al acemanano.

#### 2.4.4.2 Acemanano

Se trata de un polisacárido complejo formado por una larga cadena polimérica de manosa  $\beta$ -enlazada y salpicada con grupos acetilo que se aísla de *Aloe vera*. Este polisacárido produce en nuestro organismo hasta antes de la pubertad, posterior a esta etapa del crecimiento, solo es absorbido a través de los alimentos. Su presencia aumenta la resistencia inmunológica de nuestro organismo contra parásitos, virus y bacterias causantes de enfermedades (Ibañez *et al.*, 2016).

El Acemanano es un regenerador celular, interactúa con el sistema inmunológico estimulando a los glóbulos blancos (los cuales destruyen las bacterias y las células tumorales) haciendo que produzcan agentes inmunitarios como el interferón. También es beneficioso para el aparato digestivo, se le atribuye un poder eliminador de hongos, gérmenes y bacterias (Marante, 2014).

#### 2.4.5 Beneficios a la salud del consumidor

Las propiedades farmacológicas del *Aloe vera* radican principalmente en su compleja composición química, por lo que sus aplicaciones comprenden un amplio espectro de afecciones orgánicas basadas en las siguientes actividades terapéuticas: antiinflamatorio, antiulceroso, cicatrizante de heridas, antiviral, inmunoestimulante, hipoglucemiante, hipolipemiante, antitumoral, antioxidante, antipsoriásica, antienvjecimiento, entre otros (Gampel, 2010).

Actualmente la planta de *Aloe vera* es una fuente importante de diferentes compuestos biológicamente activos y de gran interés para la industria alimentaria. Los polisacáridos mucilaginosos, vitaminas del complejo B como la colina, tiamina, riboflavina, niacina y piridoxina presentes en el mucílago el cual tiene un importante efecto citoprotector en la lesión producida en la mucosa gástrica (Torres *et al.*, 2017). Presenta actividad antiinflamatoria, cicatrizante (Moscoso, 2012), angiogénica, inmunomoduladora, antioxidante, hipoglucémica e hipolipidémica (Fernández *et al.*, 2012). Contiene diferentes antraquinonas naturales y compuestos similares contenidos en la aloína que han mostrado efectos antivirales además posee efecto regenerador óseo (Quino and Ivanovich, 2016).

#### 2.4.6 Mercado del *Aloe vera*

El cultivo de la sábila (*Aloe barbadensis miller*) en la actualidad es de importancia económica por su uso en la medicina y farmacología. La sábila ha sido utilizada como fuente de alimentos funcionales, y como ingrediente en otros productos alimenticios. El gel de sábila se aplica en la producción de bebidas saludables, y energizantes en la industria de cosméticos y perfumes, también se ha

utilizado como material básico para la producción de cremas, lociones, jabones, champús, limpiadores faciales y otros productos (Vega *et al.*, 2005).

En la industria farmacéutica se ha empleado en la fabricación de productos tópicos tales como ungüentos y preparaciones en extracto, así como en la preparación de comprimidos y cápsulas. Una propiedad de la sábila recientemente descubierta es el mejoramiento de la biodisponibilidad de vitaminas y otros compuestos, de difícil asimilación en el organismo (Del Ángel, 2010).

La producción de sábila es una gran alternativa, dado que se pueden cosechar 100 toneladas por hectárea al año y el índice de rentabilidad es exponencialmente mayor. Además, el dinero obtenido no tiene que reinvertirse, ya que el cultivo puede explotarse hasta por siete años sin necesidad de realizar grandes inversiones (SAGARPA, 2012).

## 2.5 Planteamiento del problema

A partir de la industrialización, en particular en la segunda mitad del siglo pasado, el procesamiento y consumo de alimentos se ha desarrollado a gran velocidad y se ha transformado profundamente, gracias a la ciencia de los alimentos y otros tipos de tecnología (Bott *et al.*, 2014). Actualmente el incremento en la ingesta de alimentos procesados en el mundo va en aumento, los países Latinoamericanos presentan cambios en hábitos y patrones de alimentación, la nutrición, la salud y el bienestar

No es que los alimentos sean saludables o no por el simple hecho de estar procesados, pero muchos tipos de procesamiento son indispensables, beneficiosos o inocuos y en cambio, otros son perjudiciales para el medio ambiente como para la salud humana (Bott *et al.*, 2014). Esto se debe a que este tipo de alimentos procesados contienen grandes cantidades de colorantes, conservadores, pesticidas, grasas trans, sodio y aceites hidrogenados con el fin de aumentar su vida útil, potencializar el sabor de alimento, darle brillo a los alimentos, mejorar los colores y aumentar su rendimiento.

Uno de estos alimentos procesados que perjudican al consumidor por una ingesta excesiva y además de estar presentando un crecimiento exponencial en su consumo de más de 800 g al año por familia tan solo en México, y se prevé que su ingesta aumente en los próximos años, son las grasas untables. El motivo porque su ingesta se vuelve riesgosa para la salud es que para mantener una estabilidad, homogeneidad y un buen sabor en el alimento se necesita utilizar diferentes aditivos siendo uno de los principales los aceites hidrogenados, los cuales están relacionado con enfermedades coronarias y crónicas degenerativas (Tanti *et al.*, 2016), además de contener altos niveles de azúcares las cuales en exceso a largo plazo pueden dañar la salud del consumidor. El consumo de estas grasas y la tendencia en crecimiento de productos de origen meramente naturales y con valores agregados, ha obligado la industria a responder a estas demandas creando nuevos productos funcionales.

Por esta razón que se vuelve más imperativa cada día; se ha optado por el desarrollo de productos que se adecúen a las exigencias del público: de buen sabor,

que proporcionen una imagen atractiva, de alta calidad, saludable y que sean naturales en la mayor proporción posible.

## 2.6 Justificación

Los efectos que tiene sobre la salud el consumir grasas saturadas en la dieta y el riesgo asociado a las enfermedades cardiovasculares han sido un área de investigación la cual exige realizar acciones innovadoras acerca de esta problemática. Recientemente la administración de alimentos y medicamentos (FDA) ha clasificado a los aceites hidrogenados como un problema el cual tiene que ser atendido, ya que hay evidencia científica que ha demostrado que el consumo de grasas trans está asociado con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, además promueve la resistencia a la insulina en humanos dando lugar a la aparición de pre diabetes y diabetes.

Investigaciones recientes han identificado que los contenidos de fibra dietética, vitamina E, fitoesteroles y varios micronutrientes son clave para un buen perfil nutricional saludable, además de estar relacionados con efectos cardioprotectores. Siendo la almendra una opción más saludable para crear productos innovadores y funcionales para el consumo humano.

Una de las opciones que sugiere la FDA es la sustitución de grasas saturadas por grasas insaturadas o poliinsaturadas, la almendra dulce es una opción viable si se trata de grasas saludables ya que, ha sido reconocida durante mucho tiempo como una valiosa fuente de lípidos, proteínas y diferentes nutrientes, además se promueve cada vez más su consumo como un ingrediente saludable

En los últimos años ha habido una tendencia de crecimiento en el consumo de alimentos que te den un beneficio al consumirlo, además el consumidor demanda a la industria alimentaria productos saludables, personalizados, sostenibles y que aportan bienestar, esto ha provocado que las empresas comiencen a innovar sobre los productos que colocan en los mercados. Conocer las tendencias en alimentación permite a las empresas identificar nuevas áreas de oportunidad o del desarrollo de nuevos productos. Esta información aporta una ventaja competitiva en innovación y es también una herramienta óptima para minimizar riesgos.

### 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1 HIPÓTESIS

La creación de una mantequilla a base de almendras con mucílago extraído del *Aloe vera*, proporcionará a los consumidores los aceites esenciales (omega 3, 6 y 9) presentes en las almendras, así como la fibra soluble del *Aloe vera*. Además mejorará la textura untable de la mantequilla con el mucílago añadido para una aceptación igual o mayor de una comercial por los consumidores.

#### 3.2 OBJETIVOS

##### 3.2.1 Objetivo General

Desarrollar una mantequilla de almendras utilizando el mucílago extraído del *Aloe vera* como estabilizante natural, que ayude a mejorar la untabilidad, conserve los ácidos grasos esenciales de las almendras, y que cumpla con las exigencias organolépticas del público consumidor.

##### 3.2.2 Objetivos específicos

- a) Aislar el mucilago del *Aloe vera* mediante el uso de operaciones unitarias con el fin de adicionarlo en el producto.
- b) Estandarizar la formulación con base en los análisis de aceptación y normativas mexicanas, para conseguir las características organolépticas y nutrimentales deseadas.
- c) Realizar análisis microbiológicos de acuerdo a las Norma Oficial Mexicana 130-SSA1-1995 vigentes, para corroborar la inocuidad del producto.
- d) Hacer evaluación sensorial con base en las escalas de nivel de agrado, para determinar el nivel de aceptación en los posibles consumidores.

- e) Realizar análisis bromatológicos con base en las técnicas propuestas por la AOAC con el fin de obtener la información nutrimental del producto.
- f) Seleccionar el mejor empaque de acuerdo a la Normativa mexicana 051-SCFI/SSA1 para envases y etiquetado con la finalidad que el producto conserve las características organolépticas ideales.
- g) Determinar la vida de anaquel en condiciones aceleradas y contraladas, para predecir una caducidad tentativa en el producto.
- h) Diseñar la etiqueta y marca del producto de acuerdo a la Normativa mexicana 051-SCFI/SSA1 de etiquetado, para crear la identidad corporativa.
- i) Realizar una proyección del producto con respecto a las razones financieras, para determinar los costos, gastos y viabilidad económica del producto.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Cuadro metodológico

En la Figura 2 Se muestra el cuadro sobre la metodología general y los objetivos que se van a realizar durante el periodo de proyecto.

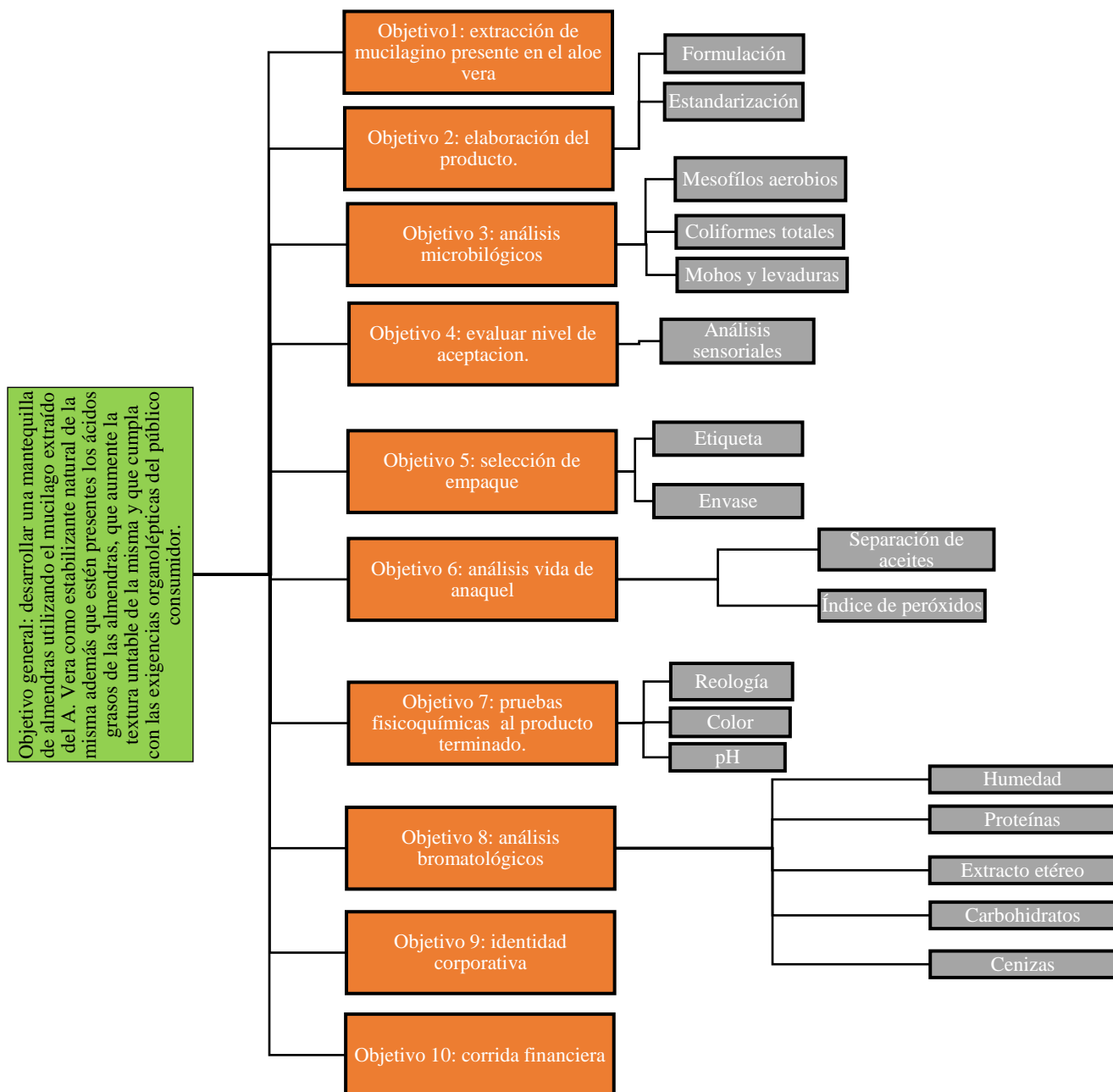


Figura 2. Cuadro Metodológico Fuente: Elaboración propia

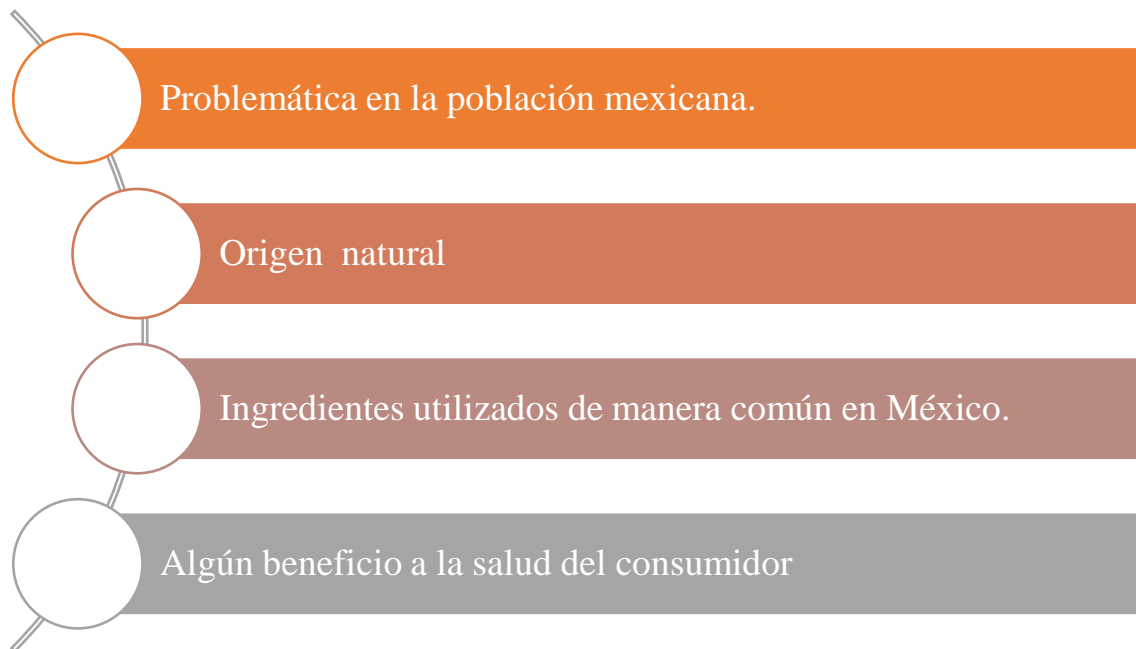


## 4.2 Desarrollo del producto

### 4.2.1 Lluvia de ideas

Se realizó una lluvia (Figura 3) de ideas para saber qué tipo de necesidades había en el mercado mexicano, cuales son las demandas que tienen los consumidores en base a alimentos procesados y envasados.

Para esta lluvia de ideas se consideró que se tiene que realizar un producto con las siguientes características:



**Figura 3.** Lluvia de ideas Fuente: Elaboración propia

## 4.2.2 Conceptualización del producto

Se tomó de base la lluvia de ideas, las tendencias del mercado y los beneficios que aportan las almendras y el *Aloe vera* como productos con valores agregados para la creación del concepto del producto.

## 4.2.3 Estudio de mercado

### 4.2.3.1 Productos existentes en el mercado

Se realizó una comparación de algunas cremas y mantequillas de diferentes semillas presentes en el mercado de origen nacional e importados, con el fin de analizar, discutir y observar los aportes nutricionales, los ingredientes y aditivos que se usan frecuentemente en este tipo de productos.

### 4.2.3.2 Búsqueda de información sobre el consumidor

Para recabar información sobre el consumidor y que características demanda en este tipo de productos. Se procedió a realizar un análisis sensorial con diferentes marcas de mantequillas de cacahuate y avellanas presentes en el mercado.

El tipo de análisis sensorial que se utilizó fue empleando escalonamiento y libre elección. Se utilizó esta herramienta ya que se basa en establecer diferencias entre los productos, como el por qué les gusta y por qué no. Así como las diferencias de preferencia en el consumo. Siendo esta una herramienta que se acopla a las necesidades que se tienen con el producto (Pérez *et al.*, 2010). Además de utilizar la libre elección como herramienta complementaria ya que ayudó a evaluar la aceptación y el desagrado de las marcas a evaluar y también arrojó datos sobre el conocimiento de estas.

Se colocaron 5 diferentes marcas de cremas de avellanas y cacahuates que están posicionadas en el mercado, en donde se le aplicó una prueba de

escalonamiento en base a la preferencia con el objetivo de conocer cuáles son las características que le agrandan al consumidor en cuestión de sabor y textura.

El estudio se les realizó a 50 personas de la Universidad Autónoma de Querétaro con una edad de entre 25 a 40 años de edad. En el Apéndice 1 se muestra la prueba aplicada a los panelistas.

#### 4.2.4 Tipo de desarrollo

El tipo de desarrollo es tecnológico ya que se utiliza al mucilago del A. vera como un estabilizante natural el cual provee a la mantequilla de almendras una estabilidad evitando la separación de fases y permite la homogeneidad de la mezcla. El mucílago además de contribuir con las características antes mencionadas ayuda a la textura untable de la mantequilla.

#### 4.2.5 Identificación de ingredientes

Se identificaron los ingredientes y los nutrientes que se utilizaron como base para la realización del producto, con el objetivo de tener una justificación sobre los atributos que puede tener el producto.

Los ingredientes que forman parte del producto son:

- Almendra Members Mark (ácidos grasos, calcio, vitamina E).

Las almendras elegidas cuentan con la certificación Kosher además de no estar tostadas para conservar todos los beneficios de las almendras.

No tienen colesterol, azúcares y sodio por su origen 100% natural.

Las vitaminas presentes en la almendra son B1, B2, PP, C, A, D, E, además de ser rica en calcio, hierro y grasas saludables. En su estado alimenticio reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y la oxigenación del cerebro.

La almendra se le ha vinculado con la reducción de los niveles de colesterol total (HDL) y el aumento del colesterol LDL en sangre (Espinoza, 2017).

- BHT (como antioxidante).

El BHT es un compuesto químico que retarda la rancidez de grasas, aceites vegetales y animales.

Se utiliza también en vitaminas oleosas como la A y E. el antioxidante no es tóxico, No confiere sabor ni olor a los productos a los que se agrega, las concentraciones recomendadas son 0.01 a 0.02 % en peso de grasas y aceites. Resiste el calor y las altas temperaturas. (Cofepris, 2012)

Se usará ya que las almendras contienen ácidos grasos y aceites naturales que pueden enranciarse con el tiempo dando sabores desagradables al producto.

Los benéficos al usar este antioxidante sería aumenta la vida de anaquel, mantener intacto el sabor y evitar la oxidación de color en el alimento.

- Mucílago de *A. vera* (estabilizante de la mantequilla).

El mucílago generalmente está formado por diferentes compuestos de los cuales aproximadamente el 60 % son polisacáridos, seguido por algunas vitaminas liposolubles, minerales, enzimas, compuestos fenólicos y ácidos orgánicos (Femenia *et al.*, 1999). Previamente, Femenia *et al.*, (1999, 2003) reportaron que la pared celular de la epidermis y el gel se encuentran compuestos por polisacáridos formados por manosa glucosa y ácido galacturónico; siendo la manosa y la glucosa los azúcares predominantes, representando del 55% al 75% de los monosacáridos presentes.

- Bajo en azúcares (uso de edulcorantes).

Según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994, se considera un alimento bajo en azúcares cuando se ha reducido un 25% del contenido de azúcares del alimento original o de su similar

#### 4.2.6 Normas reguladoras

Se realizó una búsqueda sobre las normas que regulan a las grasas untables tanto nacionales como internacionales.

El objetivo de esta búsqueda fue para saber que aditivos, edulcorantes, vitaminas, minerales y metales pesados pueden estar presentes y en qué cantidades.

#### 4.2.6.1 Normas del CODEX ALIMENTARIUS

##### 4.2.6.1.1 CODEX STAN 256-2007

La presente norma se aplica a los productos grasos que contienen no menos del 10% ni más del 90% de grasa que se utilizan fundamentalmente para untar. No obstante, esta Norma no se aplica a las grasas para untar obtenidas exclusivamente a partir de la leche y/o de productos lácteos a las cuales sólo se han añadido otras sustancias necesarias para la elaboración.

##### 4.2.6.1.1.1 Descripción

Los productos regulados por la presente Norma son alimentos en forma de emulsión plástica o fluida, compuestos principalmente de agua, grasas y aceites comestibles.

##### 4.2.6.1.1.2 Composición esencial y factores de calidad

Para considerarse grasa untable la composición de material graso debe ser la siguiente:

GRASAS PARA UNTAR < 80%

Ingredientes que pueden ser agregados son los siguientes:

Vitaminas:

- La vitamina A y sus ésteres
- La vitamina D
- La vitamina E y sus ésteres

Cloruro de sodio

Azúcares (edulcorantes)

Proteínas

Se puede adicionar minerales

#### 4.2.6.1.1.3 ADITIVOS ALIMENTARIOS

- Reguladores de la acidez
- Antiespumantes
- Antioxidantes
- Colores
- Emulsionantes
- Acentuadores del sabor
- Gases de envasado
- Sustancias conservadoras
- Estabilizadores
- Espesantes

#### 4.2.6.1.1.4 CONTAMINANTES

Metales pesados	Concentración máxima
Plomo (Pb)	0,1 mg/kg
Arsénico (As)	0,1 mg/kg

#### 4.2.6.1.1.5 HIGIENE

La norma del CODEX menciona las normas de higiene, pero se tomará de base la norma mexicana NOM-251-SSA1-2009 para las buenas prácticas de higiene en el proceso de alimentos.

#### 4.2.6.1.2 NORMAS DE CODEX PARA ADITIVOS

## CODEX STAN 192-1995 NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS

### 4.2.6.1.2.1 Butilhidroxitolueno (BHT)

Aditivo utilizado en la rama alimenticia que se le adiciona a los alimentos con una composición mayor en grasas como son las grasas para untar, grasas lácteas para untar y mezclas de grasas para untar.

La dosis máxima recomendada es de 200 mg por Kg de producto.

### 4.2.6.2 Normas mexicanas

#### 4.2.6.2.1 NOM-002-SCFI-2011

Para productos preenvasados-Contenido neto-Tolerancias y métodos de verificación. La norma oficial mexicana establece las tolerancias y los métodos de prueba para la verificación de los contenidos netos de productos preenvasados y los planes de muestreo usados en la verificación de productos que declaran su contenido neto en unidades de masa o volumen.

#### 4.2.6.2.2 NOM-051-SCFI/SSA1-2010

Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. En la norma se establece la información comercial y sanitaria que debe contener el etiquetado de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados de fabricación nacional o extranjera, así como determinar las características de dicha información.

#### 4.2.6.2.3 NOM-251-SSA1-2009

Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. En la norma presente se establecen los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene en el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y sus materias primas a fin de evitar su contaminación a lo largo de su proceso.

#### 4.2.6.2.4 NOM-086-SSA1-1994

Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición y Especificaciones nutrimentales. Esta norma se complementa con las siguientes normas oficiales mexicanas o las que las sustituyan:

- Norma oficial mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados- Información comercial y sanitaria.
- Norma oficial mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

#### 4.2.6.2.5 Norma oficial mexicana NOM-130-ssa1-1995

Norma oficial mexicana establece las disposiciones y especificaciones sanitarias que deben cumplir los alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometido a tratamiento térmico, con excepción de los productos que cuenten con Normas Oficiales Mexicanas específicas.

#### 4.2.6.2.6 Normas mexicanas para aditivos

##### 4.2.6.2.6.1 Butilhidroxitolueno (BHT)

El BHT es un aditivo que se utiliza principalmente en la mantequilla, frutas secas, margarina, chocolate, mole, condimentos, aceites vegetales, productos de panificación y aderezos. Sus usos son principalmente en medios grasos para evitar la rancidez de los alimentos.

La dosis máxima permitida es de 200 mg por cada Kg de producto.

#### 4.2.7 Estandarización del producto



#### 4.2.7.1 Diseño de experimentos

Para la optimización del proceso de elaboración de la mantequilla de almendras adicionada con mucilago de *Aloe vera* se siguieron los siguientes pasos:

##### 4.2.7.1.1 Extracción del *Aloe vera*

###### 4.2.7.1.1.1 Preparación del *A. vera*

Se utilizó *Aloe vera (barbadensis Miller)* obtenido en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, las cuales tenían una vida mayor a los tres años. Las hojas de la penca de *A. vera* se cortaron desde el corazón de la planta para evitar la exposición de la pulpa al medio ambiente. Al tener las muestras recolectadas se procedió a la limpieza de las mismas con una solución de 1:10 (v/v) de hipoclorito de sodio y agua para reducir la cantidad de microorganismos. Las espinas fueron retiradas manualmente con un cuchillo.

El acíbar se encuentra en mayor proporción en la epidermis de la planta, se extrajo cortándole la base de la hoja esto permite que el líquido se drene en una mayor proporción este proceso se llevó a cabo durante 1 hora (Torres *et al.*, 2000).

###### 4.2.7.1.1.2 Extracción y secado del mucílago.

Para la extracción del gel a las hojas se les retiró solo la parte superior de la epidermis dejando la parte inferior para utilizarse como base y así poder recolectar el mucílago. Para iniciar el proceso se colocó la hoja de *A. vera* sobre una mesa de trabajo previamente lavada y desinfectada. Se empezó a raspar la pulpa con la parte filosa de un cuchillo evitando cortarla solo rasparla. Al terminar el raspado de la hoja el gel obtenido se recolectó en un recipiente de plástico.

El gel obtenido se colocó en un vaso de precipitado de 500 mL. Se mezcló con etanol en una proporción de 1:2 (v/v), de manera manual, se dejó reposar durante 30 minutos (Contreras-Padilla *et al.*, 2016). Al finalizar el reposo de la suspensión se formaron y se aglutinaron redes de mucílago, las cuales se extrajeron por filtrado con

un filtro büchner al vacío. Se secó la muestra a 35°C durante 8 horas en un deshidratador Stainless Steel Dehydrator.

#### 4.2.7.1.2 Estudio del tiempo de blanqueado

Para la experimentación sobre el retiro de la cáscara en las almendras se realizó lo siguiente:

Se tomó de base las técnicas de retirado de cáscara que proponen Su *et al.*, 2017 y Fisklements and Barrett (2014), con algunas modificaciones. Se sumergieron 25 gramos de almendras de una marca comercial en agua a 100°C, evaluándose diferentes tiempos de sumersión con intervalos de 30 segundos se comenzó el experimento en 30 s. terminando en 1:30 min. Al terminar la sumersión de almendras se inició el proceso de pelado retirando la cáscara de forma manual, una vez pelada la almendra se colocó en un bol de plástico con papel absorbente en el fondo para retirar el exceso de agua, en esta parte se midió el tiempo de pelado de cada experimento que se realizó.

Una vez secas las almendras se pesan de nuevo para saber cuál fue la pérdida total de la muestra. Todas las experimentaciones se hicieron por triplicado.

Los datos que se analizaron como respuesta después del tiempo de sumersión fueron los siguientes:

- 1) Tiempo que se tardó en retirar la cáscara de manera manual.
- 2) El peso final de las muestras después de haber retirado la cáscara de las almendras.

#### 4.2.7.1.2.1 Análisis estadístico

Con el fin de determinar la tasa de separación de la cubierta de la semilla durante el tratamiento con agua caliente, se realizó un análisis estadístico ANOVA

simple utilizando el software estadístico STATGRAPHICS Centurion para la interpretación de los datos, tomando un nivel de confianza de  $p < 0.05$ . La duración de la inmersión en agua caliente se utilizó como la variable independiente, y la variable de respuesta fue el tiempo que se tardó en retirar la cubierta de las almendras. Posteriormente al análisis estadístico ANOVA, si existieron diferencias entre las muestras, se aplicó una prueba HSD de Tukey-Kramer para saber cuál de las tres pruebas es la que presenta las diferencias estadísticas significativas.

#### 4.2.7.1.3 Estudio de tostado y molienda en las almendras.

Para la estandarización del tostado y molienda se llevó a cabo en base a la metodología propuesta por Sanders *et al.*, (2014) con algunas modificaciones. El procedimiento consistió en:

Las almendras una vez secas y peladas se colocaron en una charola de metal con papel encerado, para evitar que se adhieran a la base de metal. Se hornearon a  $180^{\circ}\text{C}$  en un horno de convección a diferentes tiempos en intervalos de 3 minutos iniciando en 8 min y terminando 14 min de tostado.

Terminado el tiempo de tostado inmediatamente se llevó a una molienda utilizando un procesador de alimentos Hamilton Beach de dos velocidades. La velocidad utilizada fue el número 2 velocidad alta, durante 5, 6 y 7 minutos respectivamente. Cada una de las experimentaciones se realizó por triplicado.

##### 4.2.7.1.3.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico Bifactorial utilizando el software STATGRAPHICS Centurion para la interpretación de los datos, tomando un nivel de confianza del 95%. El tiempo de tostado y molienda se tomaron como variables independientes ya que se pretende saber cuál es la influencia que tiene el tiempo de tostado y la molienda sobre la de viscosidad y color siendo estas las variables de respuesta.

En la Tabla 6 se muestran las variables que se van a utilizar en el análisis estadístico.

**Tabla 6. Variables independientes y niveles de variación**

VARIABLE INDEPENDIENTE	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
TIEMPO TOSTADO	8 minutos	11 min.	13 min.
TIEMPO MOLIENDA	5 minutos	6 minutos	7 minutos

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.7.1.3.2 Mediciones de variables de respuesta

##### 4.2.7.1.3.2.1 Reología

Se utilizó un reómetro Anton Paar Modular Compact Rheometer, junto con el programa RheoplusmV3.62, con una geometría PP25/P2 para placas paralelas a una temperatura de 25°C. Se utilizó el 0.1 % de deformación (la región lineal viscoelástica) y una frecuencia angular de 0.628 a 314 Rad/s para determinar las propiedades viscoelásticas : el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) y el módulo de pérdida ( $G''$ ) (Murugkar *et al.*, 2013).

##### 4.2.7.1.3.2.2 Color

Se usó un colorímetro, marca high-quality colorimeter, modelo NH310, para determinar los valores de  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  (croma) y  $h^\circ$  (matiz), según el sistema de color CIELab. La lectura del color se llevó a cabo a una distancia de 7 mm del dispositivo (Zhao *et al.*, 2008).

#### 4.2.7.1.4 Estudio del porcentaje de mucílago

Se adicionaron tres diferentes porcentajes de mucílago los cuales se mencionan en la Tabla 7, para estabilizar la formulación final de mantequilla de almendras. Se analizó el comportamiento que presentan las muestras después de adicionar el mucílago comparándola con productos que están estandarizados en el mercado.

**Tabla 7. Porcentajes de mucílago a utilizar**

#### Mucílago a diferentes niveles

0.5%,      1.0%      1.5%

---

Los datos que se analizaron como variable de respuesta después de la adición del mucílago son los siguientes:

#### VARIABLES DE RESPUESTA

- Viscoelasticidad
- Color

#### 4.2.7.1.4.1 Mediciones de variables de respuesta

##### 4.2.7.1.4.1.1 Mediciones reológicas

Las mediciones reológicas de la mantequilla estabilizada se hicieron con el equipo Anton Paar Modular Compact Rheometer, junto con el programa RheoplusmV3.62, se utilizó una geometría PP25/P2 para placas paralelas a una temperatura de 25°C.

#### 4.2.7.1.4.1.1.1 Mediciones de viscosidad de cizallamiento constante

El comportamiento de la viscosidad al cizallamiento se estudió en función de la tasa de cizallamiento creciente en un rango de 0.5 a 30 s<sup>-1</sup>.

#### 4.2.7.1.4.1.1.2 Prueba viscoelástica

Las propiedades viscoelásticas, el módulo de almacenamiento (G') y el módulo de pérdida (G'') se determinaron a través de una pequeña amplitud de cizalladura oscilatoria que fluye a frecuencias que van de 0.628 a 300 rad / s (Razavi *et al.*, 2010; Contreras-Padilla *et al.*, 2016). Antes de los experimentos dinámicos, se aplicó una prueba de tensión de barrido a una frecuencia constante de 10 rad / s, fijando el límite superior de la zona viscoelástica lineal a un valor de deformación del 0.1%. En consecuencia, este nivel de tensión se fijó en todas las pruebas dinámicas. Todas las mediciones reológicas se realizaron por triplicado.

#### 4.2.7.1.4.1.2 Color

Se usó un colorímetro, marca high-quality colorimeter, modelo NH310, para determinar los valores de L\* (luminosidad), a\*, b\*, C\* (croma) y h° (matiz), según el sistema de color CIELab. La lectura del color se llevó a cabo a una distancia de 7 mm del dispositivo (Zhao *et al.*, 2008).

#### 4.2.7.1.4.1.3 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico ANOVA simple para la interpretación de los datos, tomando un nivel de confianza de p<0.05. Lo que se pretende obtener con este análisis es saber que influencia tiene en todas las variables de respuesta la adición del mucílago a la mantequilla de almendras.

#### 4.2.7.2 Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos al producto estandarizado, para posteriormente realizar un análisis sensorial.

##### 4.2.7.2.1.1.1.1 Bacterias mesófilas aerobias

Basándose en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. En donde se especifica el método para estimar la cantidad de microorganismos viables presentes en un alimento, agua potable y agua purificada, por la cuenta de colonias en un medio sólido, incubado aeróbicamente.

##### 4.2.7.2.2 Coliformes totales

Basándose en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. En donde se establece el método microbiológico para determinar el número de microorganismos coliformes totales presentes en productos alimenticios por medio de la técnica de cuenta en placa.

##### 4.2.7.2.3 Mohos y levaduras

Basándose en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. En donde se establece el método general para determinar el número de mohos y levaduras viables presentes en productos destinados al consumo humano por medio de la cuenta en placa a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

#### 4.2.7.3 Análisis sensorial

La evaluación sensorial es una herramienta utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otros

productos, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. (ALARCON, 2005).

Se realizó un análisis sensorial, combinando un formato de nivel de agrado con un formato de aceptación, con el fin de determinar la aceptación de la muestra elegida frente a una marca ya establecida en el mercado y con características similares al proyecto que se está desarrollando.

Se utilizó como herramienta de evaluación una escala hedónica de siete puntos con valores de 1 siendo el de menor agrado hasta el 7 con un mayor agrado. Las características evaluadas fueron sabor en general, textura untable y agrado global. En el Apéndice 2 se muestra la prueba aplicada a los panelistas además de la carta de consentimiento informado. En el estudio participaron 50 panelistas no entrenados. Para analizar los datos obtenidos en el estudio se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion aplicando la herramienta estadística ANOVA y la prueba de Kruskal Wallis utilizada para datos no paramétricos.

Las muestras se identificaron mediante los siguientes códigos:

- Muestra elegida 559 (mantequilla de almendras).
- Muestra control 789 (mantequilla de cacahuete).

#### 4.2.7.4 Selección de empaque e imagen del producto

##### 4.2.7.4.1 Envase

Se realizó una investigación para conocer qué tipo de envase, tapa y etiquetado eran los mejores para resaltar los atributos de la mantequilla de almendras.

##### 4.2.7.4.2 Etiquetado

Para la elaboración del etiquetado de la mantequilla de almendras se basó en las especificaciones de la NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria.

Con el objetivo de establecer la información comercial y sanitaria que debe contener el etiquetado de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados de



fabricación nacional o extranjera, así como determinar las características de dicha información.

#### 4.2.7.5 Vida de anaquel

Para la realización de la vida de anaquel se llevó a cabo en base a la metodología propuesta por Mohd Rozalli *et al.* (2016) con algunas modificaciones. El procedimiento consistió en:

Se colocó 50 g de muestra de mantequilla de almendras en recipientes de vidrio con capacidad para 50 ml. Para la realización del este estudio se llevó a cabo durante 5 semanas a una temperatura de almacenamiento de 25, 35 y 45 ° C y una humedad relativa de 40% sobre mantequilla de almendras.

Se utilizó el modelo matemático de Arrhenius ya que en este se describe la relación de la constante de velocidad de reacción con la temperatura según la ecuación:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} * \frac{1}{T}$$

Donde:

k = constante de velocidad de reacción.

A= factor de frecuencia.

E<sub>a</sub>=energía de activación.

R=constante de los gases ideales.

T=temperatura absoluta (K).

Las características analizadas en el estudio de vida de anaquel acelerada son:

##### 4.2.7.5.1 Separación de aceites

La separación de aceite se observó diariamente, pero las mediciones fueron hechas al final del estudio para una comparación posterior con una muestra inicial sin ningún tratamiento. El análisis de separación de aceite se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por Radočaj *et al.* (2012) con algunas modificaciones: se pesó 2 g de muestra en tubos de plástico para centrifuga de 2 mL., las muestras se centrifugaron a 5000 rpm a una temperatura constante de 10 °C durante 10 minutos.

Para conocer el porcentaje de separación de aceites, se registró el peso inicial de los tubos con la muestra, seguido a esto se retiró el aceite que se separó y se

volvió a registrar el peso final. El aceite que se separó de las muestras se recolectó por medio de decantación.

Los datos experimentales se analizaron utilizando la siguiente fórmula:

$$SA = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

#### 4.2.7.5.2 Índice de peróxidos

Para extracción del aceite de almendras se pesó 5 g de la muestra y se le añadió 50 ml de hexano, se dejó reposar en refrigeración durante 12 horas en frascos de vidrio sellados y cubiertos de la luz. Se recolectó el hexano y este se centrifugó a 5000 rpm a 4°C durante 10 minutos. Posteriormente se eliminó el solvente usando un rotovapor (especificaciones).

Los indicadores de oxidación lipídica en muestras de mantequilla de almendras fueron medidos por valores de peróxido (PV). Los PV fueron cuantificados siguiendo el método oficial AOAC 965.33 (AOAC 1996).

Se pesó 1 g de aceite de almendras, en un matraz Erlenmeyer de 125 ml.

Se le añadió 12 ml de una solución (1:3) de cloroformo y ácido acético. Posteriormente se agregó a la muestra 0.15 g de KI, y se dejó reposar durante un minuto, se le colocó 6 mL. de agua destilada. Por último se tituló con tiosulfato de sodio a 0.01 N hasta que se apreció un cambio de coloración en la muestra. Los datos se expresaron como miliequivalentes de peróxido por kilogramo de muestra (meq peróxido / kg de muestra), los cuales se analizaron utilizando la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{(V_1 - V_0) * N * 1000}{\text{Peso de la muestra}} \left( \frac{\text{meq} * O_2}{\text{kg}} \right)$$

Donde:

V<sub>1</sub>= volumen utilizado de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de la muestra.

V<sub>0</sub>= volumen utilizado de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>2</sub> del blanco.

N= Normalidad del Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

#### 4.2.7.6 Análisis Bromatológicos

El análisis bromatológico se realizó siguiendo la metodología descrita por la técnica de la AOAC (2002).

##### 4.2.7.6.1 Determinación de humedad (Método 925.09B).

Se pesaron 2 g de la muestra en una cápsula o charola previamente tarada. Posteriormente la muestra se colocó en una estufa a 130°C por 2 horas. Se dejó enfriar la cápsula con la muestra en un desecador, se pesó y se registró su peso.

##### 4.2.7.6.2 Determinación del extracto etéreo (Método 920.39).

Se pesó 2g de muestra en una base seca en cartuchos de celulosa. Éstos se colocaron dentro del aparato de extracción Soxhlet. Así mismo, se adicionó 100mL de éter de petróleo a los matraces. El periodo de extracción fue de 3 horas. Transcurrido el tiempo, se dejó secar los matraces en la estufa a 50°C durante 4horas. Finalmente se pesaron los cartuchos.

##### 4.2.7.6.3 Determinación de proteínas (Método 954.01).

Se pesó 1g de la muestra previamente desgrasada, este se colocó en un matraz Kjeldahl, donde se adiciono 1g de sulfato de cobre, 10g de sulfato de potasio anhidro y 15mL de ácido sulfúrico. Adicionados los reactivos, el matraz se colocó en el digestor y se calentó gradualmente. Una vez observado un cambio en el color de la mezcla a verde claro, se detuvo el calentamiento y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente, se adiciono 15mL de agua destilada para disolver completamente el residuo dentro del matraz y 50mL de solución de hidróxido de sodio al 40%. Por otra parte, en un matraz Erlenmeyer se añadió 50mL de ácido bórico al 4%, previamente preparado. Este se destiló hasta recolectar 300mL, se observó un cambio en la coloración del ácido bórico de morado a verde oscuro. Consecutivamente se retiró del destilador y se valoró con ácido clorhídrico 0.1N. Se utilizó 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína.

#### 4.2.7.6.4 Determinación de cenizas (Método 923.03).

Se pesó 2 g de la muestra en una cápsula de porcelana previamente tarada. Se dejó carbonizar sobre la flama de un mechero y se llevó a una mufla a 550°C. Se suspendió cuando las cenizas se tornaron blancas (el tiempo varía dependiendo del tipo de muestra). Posteriormente se pasaron a un desecador para enfriar y finalmente se registró el peso.

#### 4.2.7.6.5 Determinación de carbohidratos.

La cantidad de carbohidratos totales se determinó por la diferencia obtenida del 100% menos la suma del porcentaje de grasa, proteína, y cenizas.

#### 4.2.7.6.6 Determinación de fibra soluble e insoluble

La fibra dietética se define como los polisacáridos y lignina que no son digeridos por enzimas humanas (Lee and Prosky, 1995).

Se realizó la determinación de fibra dietética insoluble y soluble de acuerdo a los métodos 991.41 y 993.19 de la AOAC, respectivamente. Este es un método que se fundamenta en aislar la fracción de interés por una precipitación selectiva y después determinar su peso. Una muestra de alimento seco, desengrasado se digiere enzimáticamente con  $\alpha$ -amilasa, amiloglucosidasa y proteasa para hidrolizar al almidón y la proteína. Los componentes solubles e insolubles en agua de la fibra pueden ser determinados filtrando la muestra enzimático-digerida, la fibra soluble se encuentra en la solución del líquido filtrado, y la fibra insoluble en el residuo. El componente insoluble se recoge del filtro, se seca y se pesa. El componente soluble es precipitado de la solución agregando alcohol del 95 % al líquido filtrado y entonces es recuperado por la filtración, secado y pesado (Lee and Prosky, 1995).

#### 4.2.7.6.7 Determinación de azúcares totales

Para la determinación de azúcares totales se pesó 0.010 g de muestra a la cual se le agregó 10 mL. de etanol al 80%.

Se agitó la muestra durante 5 minutos manualmente para homogenizarla, después se centrifugó durante 5 minutos a 5000 rpm a 4 °C.

Se colocó 2 mL. del extracto en un tubo de ensayo al cual se le agregó 25 µL de Fenol al 80% y se agitó la muestra. Se añadió instantáneamente 2.5 mL. de ácido sulfúrico concentrado directamente sobre la muestra y se agitó. Se dejó reposar durante 10 minutos.

Posteriormente se sometió la muestra a baño María a 25-30 °C durante 15 min. Se leyó la absorbancia de la muestra a 490 nm. en celdas de cuarzo. Para concluir se comparó la absorbancia con las curvas estándares de diferentes azúcares (glucosa, fructosa, rafinosa, sacarosa y verbascosa).

#### 4.2.7.6.8 Determinación de contenido de sodio

Se utilizó el método Mohr para la determinación del sodio con el siguiente procedimiento. Se pesó 0.15 g±0.02g de muestra a la cual se le agregó 75 mL. de agua hirviendo. Se agitó la muestra durante 15 minutos hasta reducir su temperatura a 55 °C. Posteriormente se agregó 1 mL. de cromato de potasio al 5% utilizado como indicador. Se tituló la muestra con nitrato de plata 0.1N tomando el cambio de coloración de la muestra de amarillo a rojo ladrillo como el final de la titulación.

Se utilizó la siguiente ecuación para conocer la cantidad de sodio presente en las muestras:

$$\% \text{ de NaCl} = \frac{(0.0585) * N * (V_1 - V_2)}{m} * 100$$

Donde:

N= normalidad del nitrato de plata

V<sub>1</sub>= ml gastados de nitrato de plata para la titulación

V<sub>2</sub>= ml gastados de nitrato de plata para la titulación en el blanco

M= masa en gramos de la muestra empleada

#### 4.2.7.6.9 Análisis de Florescencia de rayos X

El análisis de cuantificación de calcio y otros elementos presentes en la muestra se realizó utilizando un espectrofotómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva marca Bruker, modelo S2 PUMA. El tubo de rayos X es de plata con valores de energía de la  $K\alpha$  es de 22.103 keV y la  $L\alpha$  en 2.982 keV. Las muestras se midieron como polvos en atmosfera de aire. El equipo corre los espectros a 3 voltajes 20, 40 y 60 KV para resolver mejor las señales de los espectros de diferentes elementos.

#### 4.2.7.6.10 Cromatografía gases acoplada a masas

Se realizó la cromatografía de gases acoplado a masas con el objetivo de identificar los tipos de grasas presentes en el producto, ya que los de ácidos grasos esenciales son de los aportes más significativos que tienen las almendras, además de utilizarse para conocer la presencia o ausencia de la aloína proveniente del *Aloe vera*.

Se pesó un gramo de la muestra de crema de almendras en un tubo de ensaye de plástico al cual se le agregó 2 mL. de metanol de ultra pureza, después de colocar el solvente se agitó durante un minuto para unificar la mezcla, una vez homogénea la muestra se colocó en un ultrasonificador Elma E30h Elmasonic a una temperatura de 4 °C con una frecuencia de 20 KHz durante 30 minutos. La muestra resultante se colocó en un Tubovap ASE 900 para la concentración de los compuestos.

La muestra se preparó en metanol HPLC (1 mg / ml), el metanol fue evaporado con nitrógeno gas, y posteriormente se agregaron 50  $\mu$ l de agente de derivatización, BSTFA (N, O-bis [trimetilsilil] trifluoroacetamida) + 1% TMCS (trimetilclorosilano), se agitó durante 2 min a temperatura ambiente. Finalmente, 1  $\mu$ l se inyectó en un cromatógrafo GC-MS. El equipo utilizado consistió en un GC de la serie Agilent 7890A (Wilmington, DE, EE.UU.) y un detector Agilent simple cuarupolo

MS (modelo 5975C), con set de energía de electrones a 70 eV y el intervalo de masas 50-700 m / z. Una columna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm de diámetro interno x 0.25 mm) y un inyector splits/splitless (2 mm de diámetro). El inyector tenía una temperatura 250 °C. GC se utilizó en modo splitless con un tiempo de 2.5 minutos sin splitless. La temperatura inicial del horno fue 100 °C durante 1 min y se elevó a 220 °C a 6 °C/min, se mantuvo durante 1.23 min, luego se elevó a 290 °C a 10 °C/min, y luego se elevó a 310 °C a 40 °C/min, y se mantuvo durante 7.5 min. La velocidad de flujo de gas acarreador (Helio) se mantuvo a 1 ml/min. El control de GC-MS y el procesamiento de datos se realizaron con el software Chem-Station (Agilent Technologies).

Este análisis nos permitió identificar los diferentes compuestos presentes en el alimento.

#### 4.2.7.7 Corrida financiera

Se realizó la corrida financiera del producto para conocer la proyección futura de ingresos y egresos sobre el proyecto, además de conocer la tasa de retorno y la viabilidad del proyecto como futura inversión.

Se analizaron varios aspectos de la proyección financiera como: el retorno de la inversión, punto de equilibrio de la empresa, así como el punto de equilibrio por unidad, costes fijos y variables, así como los ingresos, devaluación y las razones financieras.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Lluvia de ideas

El mercado necesita productos que den un valor adicional al consumidor, comparados con los existentes en el mercado además que sean de origen natural, mínimamente procesados, sin grasas adicionadas, con poco aporte calórico, que tengan una referencia a la cultura mexicana y que se resalte los beneficios que estos puedan aportar.

Basados en las tendencias del mercado el cual señala un crecimiento del 5.2 % (INEGI y Global Insight, 2013(SAGARPA, 2017)) en el consumo de alimentos procesados, la importancia del cultivo de la *A. vera* la cual representa más de 133 millones de pesos tan solo en 2017 (SIAP, 2017) de los productores y su utilización como ingrediente funcional en alimenticios (Vega *et al.*, 2005) además de la producción de oleaginosas en México la cual representa una derrama económica de 219 millones de dólares (SAGARPA, 2017), se puede inferir que un alimento procesado a base de estos dos ingredientes es una propuesta viable para llegar a posicionarse en el mercado, haciendo una diferencia debido a su origen natural y el proceso al que se sometió.

### 5.2 Conceptualización del producto

Para la creación de una mantequilla de almendras (*Prunus dulcis*) adicionada con mucílago de *Aloe vera* (*Barbadensis Miller*) utilizado como estabilizante de la misma, esto sin verse afectadas las propiedades de textura (untabilidad) y sabor de la mantequilla de almendras.

Se pretende que la mantequilla cuente con los ácidos grasos, vitamina E y calcio propios de las almendras, así como la fibra soluble y los polisacáridos que proporciona el *Aloe vera*.

Se optó por que el producto a base de almendras y *A. vera* tenga las siguientes características:



Concepto:

- Mantequilla untable de almendras y con mucílago de *Aloe vera*

Aportes benéficos:

- Presencia de los ácidos grasos propios de las almendras.
- Adicionado con mucilago del *Aloe vera*.
- Bajo en azúcares. Según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994, que considera a un alimento bajo en azúcares cuando se ha reducido un 25% del contenido del alimento original o de su similar.

**Innovación:**

Basándose en la clasificación de innovación propuesta por Kahn, (2018) y Acosta *et al.*, (2016), se clasificó el uso del mucílago de *Aloe vera* como estabilizante de grasas en untables, como una innovación de producto incremental en la clasificación de tecnología ya que se está utilizando las propiedades físicas propias del mucílago para poder contener grasas y de esta manera también aumentar la viscosidad de la mantequilla de almendras, además de darle un valor agregado al consumidor de este tipo de alimentos, ya que se ha convertido en un factor de suma importancia y decisivo para el éxito de un producto en el mercado.

La innovación también puede ser clasificada como innovación de producto de nuevo uso, ya que el *Aloe vera* siempre ha utilizado como ingrediente activo en diferentes productos principalmente para el uso cosmético, el uso alternativo dado al mucílago da un nuevo enfoque y uso como un estabilizante de grasas.

Aceptabilidad:

- Textura untable propia de este tipo de productos.
- Color característico de la oleaginosa que se utiliza, en este caso un tono claro que sea un diferenciador de las mantequillas de maní.
- Sabor dulce (bajo en calorías)
- Sin rastros de sabor amargo.
- Sensorialmente agradable de acuerdo a una prueba de aceptación del

producto.

### 5.3 Estudio de mercado

Basado en las tendencias de compra y consumo se pretende dirigir el consumo de la mantequilla de almendras a familias grande de niveles socioeconómico medio alto, ya que el producto tiene un valor de compra de \$70MXN aproximadamente, siendo el precio un factor determinante para la elección del sector del mercado, además de presentar el producto como un alimento gourmet.

#### 5.3.1 Controles

En la Tabla 8 se muestran los aportes nutrimentales de las diferentes marcas de mantequillas presentes en el mercado por cada 100g de producto, se mencionan la cantidad de fibra que tienen, los niveles de azúcares, el contenido de sodio y las calorías que aportan.

Se observó que las cremas de cacahuate, así como las de avellanas son productos que cumplen con los niveles básicos de fibra dietaría según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994 que señala que el contenido de fibra es igual o mayor de 2.5 g/porción en relación al contenido del alimento original o de su similar.

Uno de los puntos que más preocupa es el valor energético que aportan estos alimentos, cuyo promedio está arriba de 500Kcal por cada 100g de producto siendo productos de alto valor calórico.

Tres de las muestras hechas con avellanas y cacao muestran niveles altos de azúcar, una sobrepasa más del 50% en los 100 g de consumo, siendo un punto muy importante ya que el exceso de azúcares en la ingesta diaria puede causar problemas a la salud.

La presencia del sodio en los alimentos es otro punto crítico, ya que está relacionado con diferentes tipos de enfermedades. En el estudio hecho tres de las muestras que fueron analizadas presentaron niveles por encima de 25% por cada 100 g de producto, considerados por la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994 como un producto alto en sodio.

**Tabla 8. Diferentes tipos de cremas y mantequillas de semillas**

Nombre	Valor energético	Fibra (g)	Azúcares (g)	Sodio	Imagen
Great value	582 kcal	3.6	47.9	90 mg	
Nutella	550kcal	4	52.5	67 mg	
Golden hills	571 kcal	4	55.5	113 mg	
Skippy	561 kcal	2	11.7	160 mg	
Aladino	612.5 kcal	6.2	9.3	140 mg	
Creamy reese's	645 kcal	2	10.3	451 mg	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se muestran los aportes nutrimentales de las diferentes marcas de mantequillas de almendras presentes en el mercado por cada 100g de producto. Los productos que se muestran se señalan el contenido de fibra, los niveles de sodio, azúcares así como la cantidad de energía que aportan presentes en las cremas de almendras.

Las cremas de almendras existentes en el mercado (Tabla 9) son productos con altos niveles de fibra, ya que presentaron valores por encima de lo que marca la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994 el cual es de 6 g/porción para considerarse alimentos altos en fibra. Basados también en esta norma se observó que los niveles de azúcares y sodio son bajos en comparación con las otras mantequillas hechas con otro tipo de oleaginosa. El valor energético que aportan estas mantequillas también es alto comparable a las de maní y avellanas. Siendo estos productos considerados como alimentos bajos en sodio y azucares adicionadas.

**Tabla 9. Mantequilla de almendras**

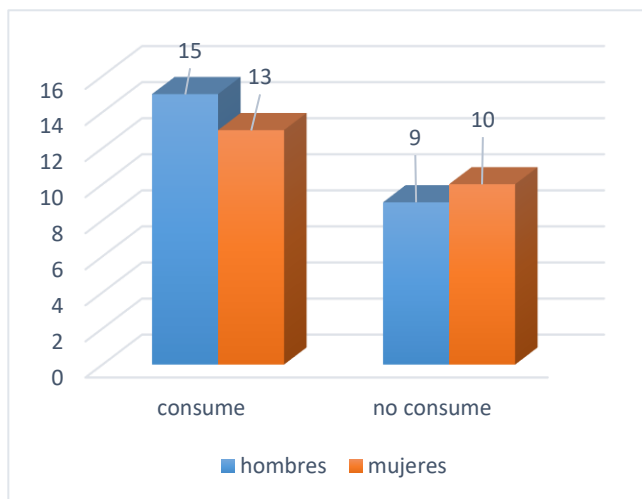
Nombre	Origen	Valor energético	Fibra	Azúcares	Sodio	Imagen
Amandin	Europeo	334,3 Kcal	9.3 g	18,6 g	26 mg	
Mandole	Italiana	620 Kcal.	8,35 g	5,30 g	30mg	
Almendrina	Español	337 Kcal.	8.10 g	38 g	27 mg	

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4 Búsqueda de información sobre el consumidor

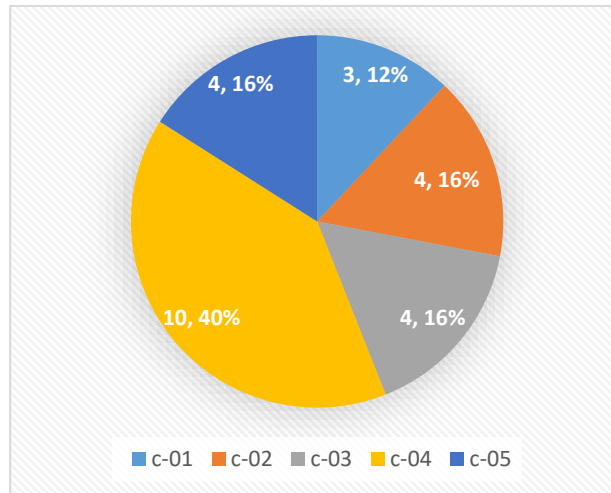
En la Figura 4 se muestra el consumo general de grasas untables tanto en hombres como en mujeres.

El estudio que se realizó a un grupo de 50 panelistas entre 25 a 40 años de edad arrojó que más del 50% de los encuestados consumen este tipo de productos, siendo una tendencia que se da más en los hombres.



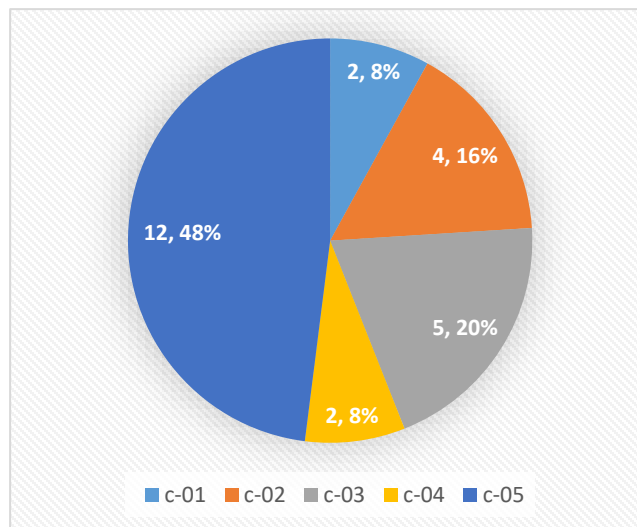
**Figura 4.** Consumo de cremas de almendra o avellana

En la Figura 5 se muestra cual es el nivel de agrado de las diferentes marcas de grasas untables que se evaluaron. En donde se observa que la muestra con un mayor nivel de aceptación en el género masculino es la muestra c-04 (Nutella), siendo esta una crema de avellanas con cacao. Una de las características que más agradaba a los panelistas era el sabor dulce además del que la crema tuviera chocolate.



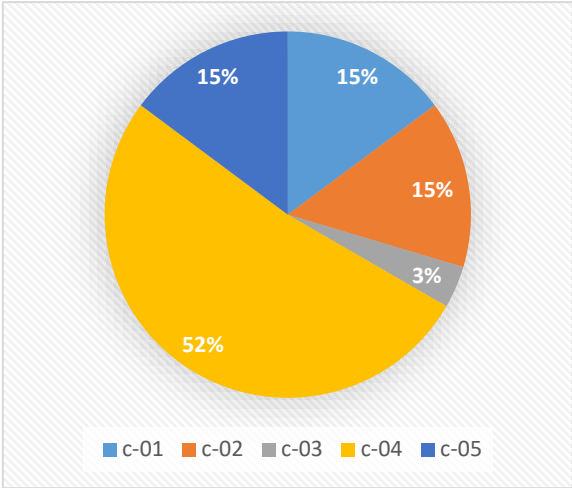
**Figura 5.** Mayor preferencia hombres

En la Figura 6 se muestra cual es el nivel de agrado de las diferentes marcas de grasas untables que se evaluaron. Como se puede observar la que tiene una menor aceptación en el género masculino es la muestra c-05 (Skippy) con un 2.8% de aceptación, la cual es crema de cacahuete baja en grasas.



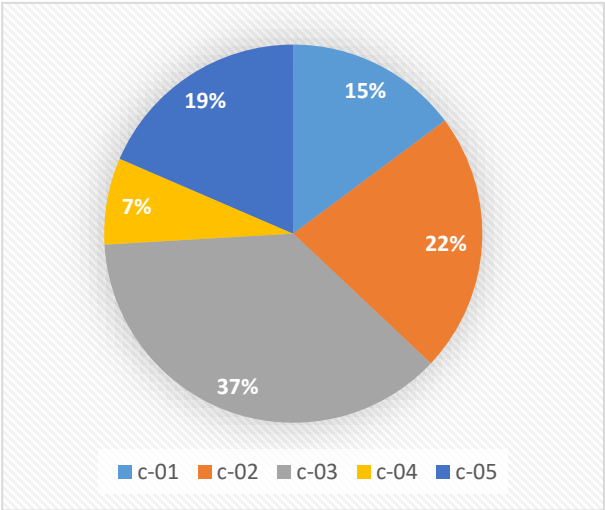
**Figura 6.** Menor preferencia en hombres

En la Figura 7 se muestra cual es el nivel de agrado de las diferentes marcas de grasas untables que se evaluaron. Se aprecia que la muestra que presenta una mayor aceptación en el género femenino con un 52 % es la muestra c-04 perteneciente a la marca Nutella.



**Figura 7.** Mayor preferencia mujeres

En la Figura 8 se muestra cual es el nivel de desagrado de las diferentes marcas de grasas untables que se evaluaron. Se observó que la muestra c-03 tiene un 37% de desagrado en las mujeres, la cual pertenece a la marca Great Value. Una de las características que desagradaban a las consumidoras era lo dulce del producto ya que lo relacionaban con el aumento de peso, por la gran cantidad de azúcar que tiene, además de no agradarles la combinación de leche y chocolate.



**Figura 8.** Menor preferencia mujeres

Los resultados que arrojaron las encuestas son las siguientes:

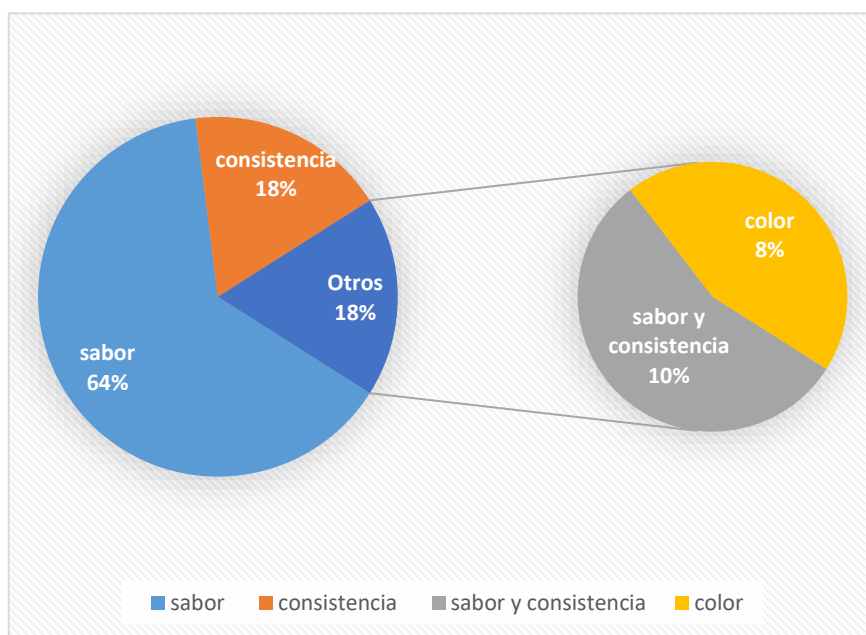
Las cualidades que más agradaron a los encuestados son:

- El sabor dulce que presentan la mayoría de las marcas evaluadas.
- La consistencia semilíquida (textura untable) es con la que relacionan este tipo de productos.
- El color agradable (dorado o el oscuro del chocolate).

Cualidades no deseadas

- El Amargor que se genera por el tostado excesivo de las semillas.
- Exceso de dulzor debido a las grandes cantidades de azúcares que se usan en estos productos.

Un punto importante es que el sabor de la oleaginosa debe de estar presente, ya que varios detectaron más el sabor a chocolate y/o el del azúcar. La Figura 9 muestra cuales son las características más importantes para el consumidor



**Figura 9.** Características más importantes para el consumidor



## 5.5 Estandarización del producto

### 5.5.1 Tiempo de blanqueado

Se realizó para saber el tiempo que tarda en desprenderse la cáscara de almendras en diferentes tiempos de sumersión en agua hirviendo.

El análisis estadístico ANOVA indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de sumersión den agua hirviendo Tabla 10. Las muestras que se sometieron a un periodo más largo de sumersión en agua caliente 1 min y 1:30 min respetivamente, no presentan diferencias significativas en cuestión al tiempo en que se tardó en retirar la cáscara de las almendras. El tratamiento de 30 seg al cual se sometieron las almendras es el único que presenta diferencias significativas, lo que indica que en cuestión de pelado se demora más tiempo (Tabla 11).

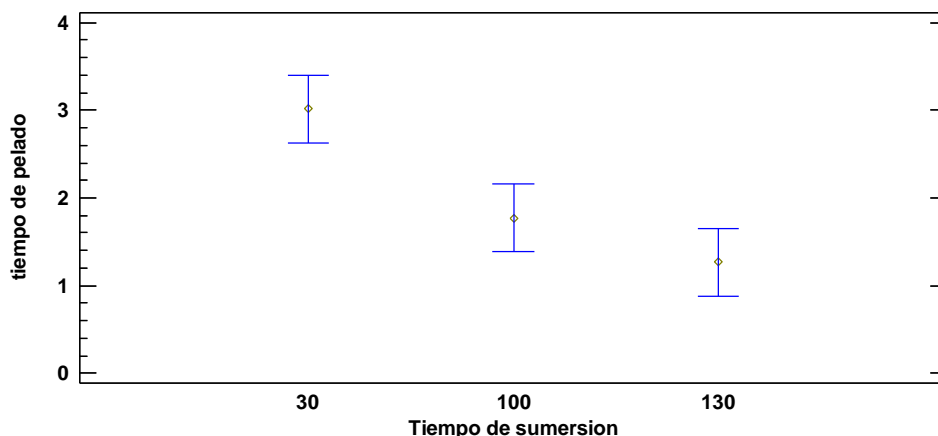
**Tabla 10. Tabla ANOVA para tiempo de pelado de la almendra.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	14.585	2	7.29251	11.66	0.0003
Intra grupos	15.007	24	0.625291		
Total (Corr.)	29.592	26			

**Tabla 11. Prueba de rangos múltiples para tiempo de pelado Tukey HSD**

Tiempo de sumersión	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1:30	9	1.26889	X
1:00	9	1.76889	X
00:30	9	3.01667	X

En la figura 10 se puede apreciar y corroborar que las medias de los tres tratamientos a los que se sometieron las muestras el único que presentan diferencias es el tratamiento de 30 segundos ya que el tiempo de pelado es más largo.



**Figura 10.** Gráfica de medias entre diferentes tiempos de sumersión de 00:30, 01:00, 01:30 minutos respectivamente.

### 5.5.2 Peso final de la muestra sin cáscara

Se aplicó la prueba estadística para conocer si el tiempo de sumersión aumentaba el peso de las muestras durante la interacción agua-semilla, ya que datos reportados por Fisklements and Barrett (2014), señalan que los tiempos idóneos para un óptimo blanqueamiento de las almendras es de 2 a 5 min, pero la interacción agua-semilla aumentaba, dando como resultado una ganancia en el peso final de las muestras. Por lo que se decidió evaluar menores tiempos de sumersión con intervalos de 30 segundos (00:30 segundos, 1:00 minuto y 1:30 minutos) para evitar así una interacción mayor y un aumento en el peso, ya que el agua en este tipo de productos su presencia es mínima para evitar proliferación de microorganismos.

El resultado indico que no se apreciaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos de muestras que se sometieron a la experimentación con  $p < 0.05$

(Tabla 12), lo que quiere decir que no hubo una ganancia de peso en las muestras al finalizar el análisis.

**Tabla 12. Tabla ANOVA para peso final de las muestras en diferentes tiempos de sumersión.**

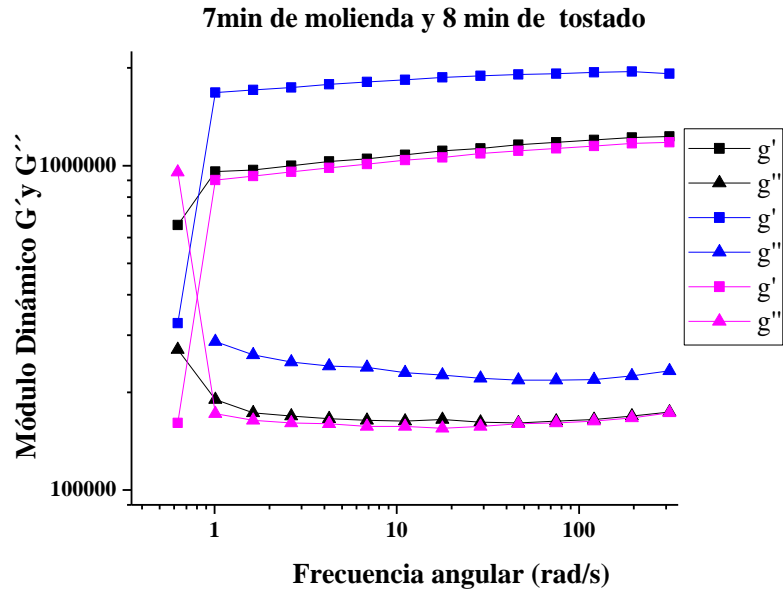
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	34.1919	2	17.0959	0.89	0.4243
Intra grupos	461.667	24	19.2361		
Total (Corr.)	495.859	26			

Para la estandarización del blanqueado de las almendras se optó por tomar el tiempo de retirado de la cáscara como factor determinante, ya que de esta manera se ahorra energía al remover la cáscara, siendo el tratamiento de 1:00 min. de sumersión en agua hirviendo la mejor opción ya que se evita una interacción mayor entre el agua y las almendra y un retirado de cáscara ideal.

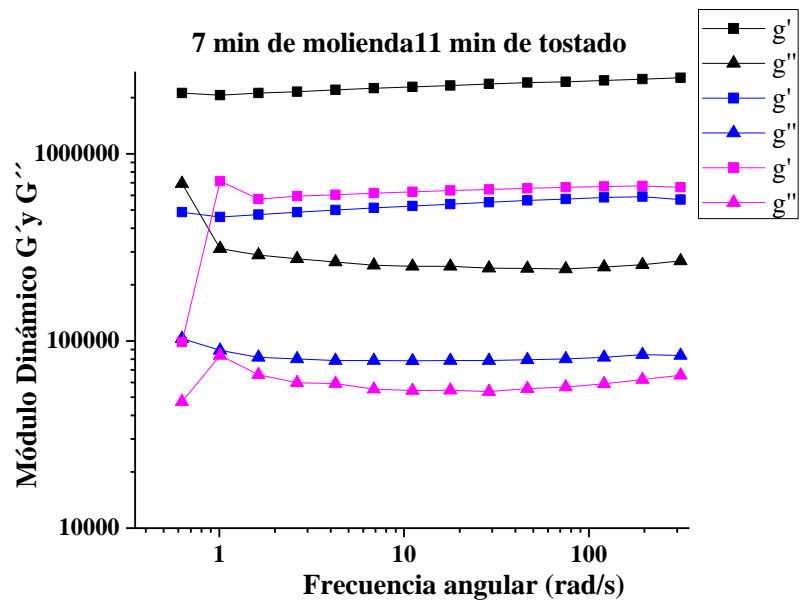
### 5.5.3 Estudio de tostado y molienda de las almendras.

#### 5.5.3.1 Pruebas reológicas

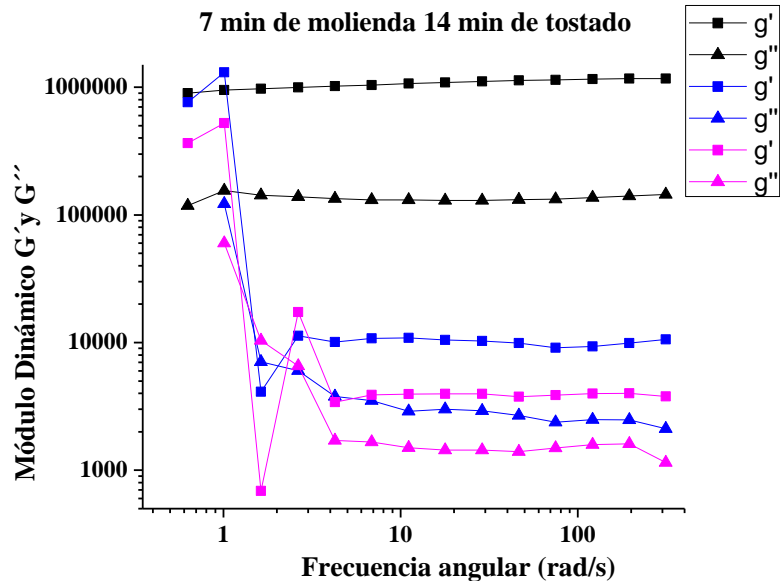
Los resultados del comportamiento reológico de las muestras en relación a los factores de tiempo de molienda y tiempo de tostado. En la Figura 11 se muestran los resultados de las propiedades viscoelásticas para las muestras en los diferentes tratamientos de tiempo de tostado con 7 minutos de molienda. La separación entre las líneas de  $G'$  (módulo de almacenamiento) y  $G''$  (módulo de elasticidad) indica si en el producto domina la característica viscosa o elástica, entre mayor sea esta diferencia indica que característica elástica (Contreras-Padilla, *et al.*, 2016). De acuerdo a la gráfica, las muestras con 8 y 11 minutos de tostado presentan propiedades semejantes en estos cuanto a la separación entre  $G'$  y  $G''$  que se observa, sin embargo en la muestra de 14 minutos se observa que el producto se tardó más en estabilizar durante la prueba y que la separación entre  $G'$  y  $G''$  es menor. Siendo la muestra de 8 minutos la que presento un mejor comportamiento en cada una de las repeticiones realizadas. En todos los casos se observa que predomina el comportamiento elástico sobre el viscoso. Lo cual indica que las muestras se comportan como un producto semisólido.



A)



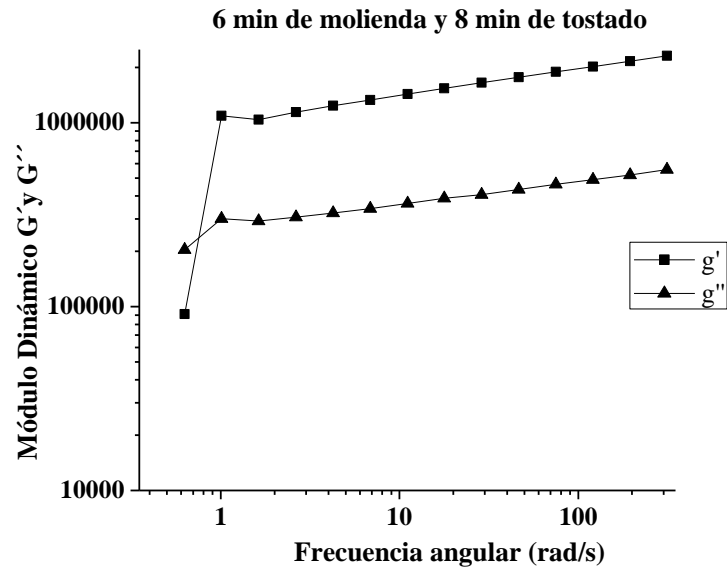
B)



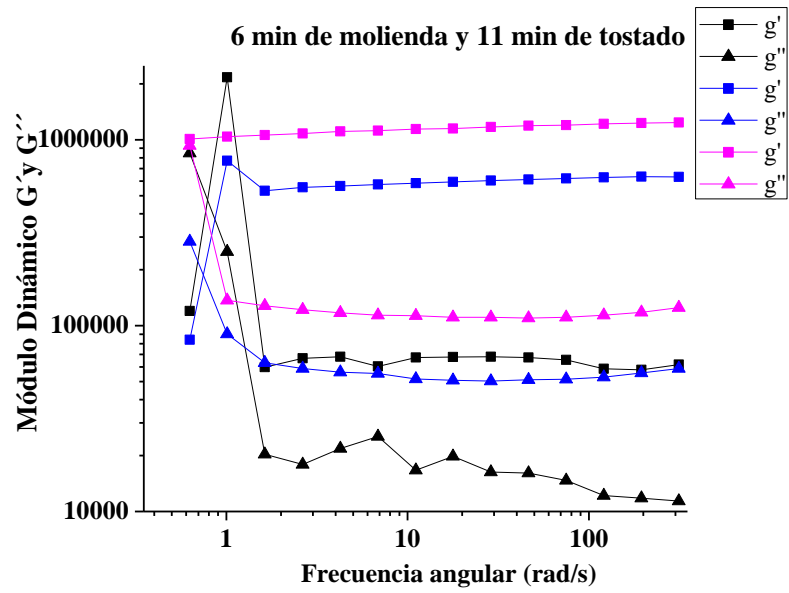
C)

**Figura 11.** Propiedades viscoelásticas de la muestras a 7 min de molienda a diferentes tiempos de tostado A) 8 minutos, B) 11 minutos y C) 14 minutos.

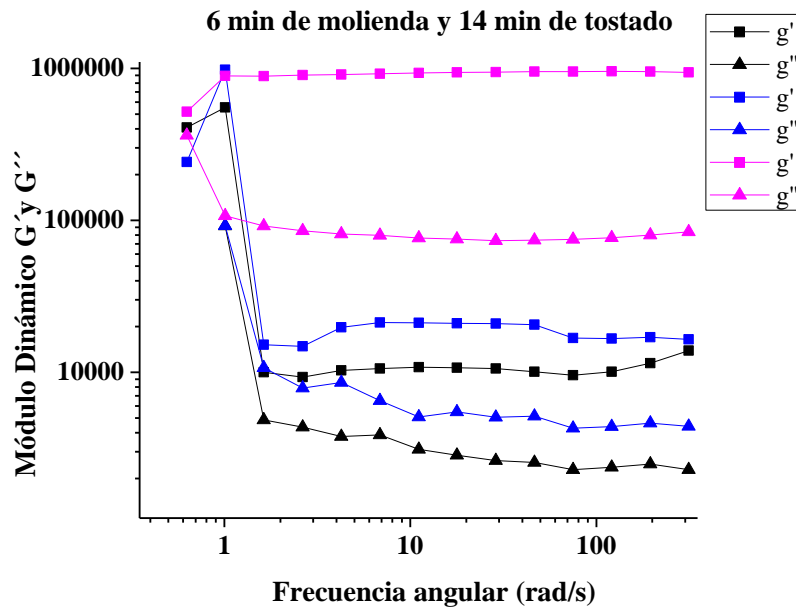
En la Figura 12 se muestran los resultados de las propiedades viscoelásticas para las muestras en los diferentes tratamientos de tiempo de tostado y 6 minutos de molienda. Se observa que predomina el comportamiento elástico, sin embargo las muestras presentan mayores problemas para estabilizarse en la prueba. Esto puede deberse a que con un tiempo menor de molienda la secreción de las grasas de la almendra fue menor provocando que el producto sea menos uniforme parecida a un polvo.



A)



B)

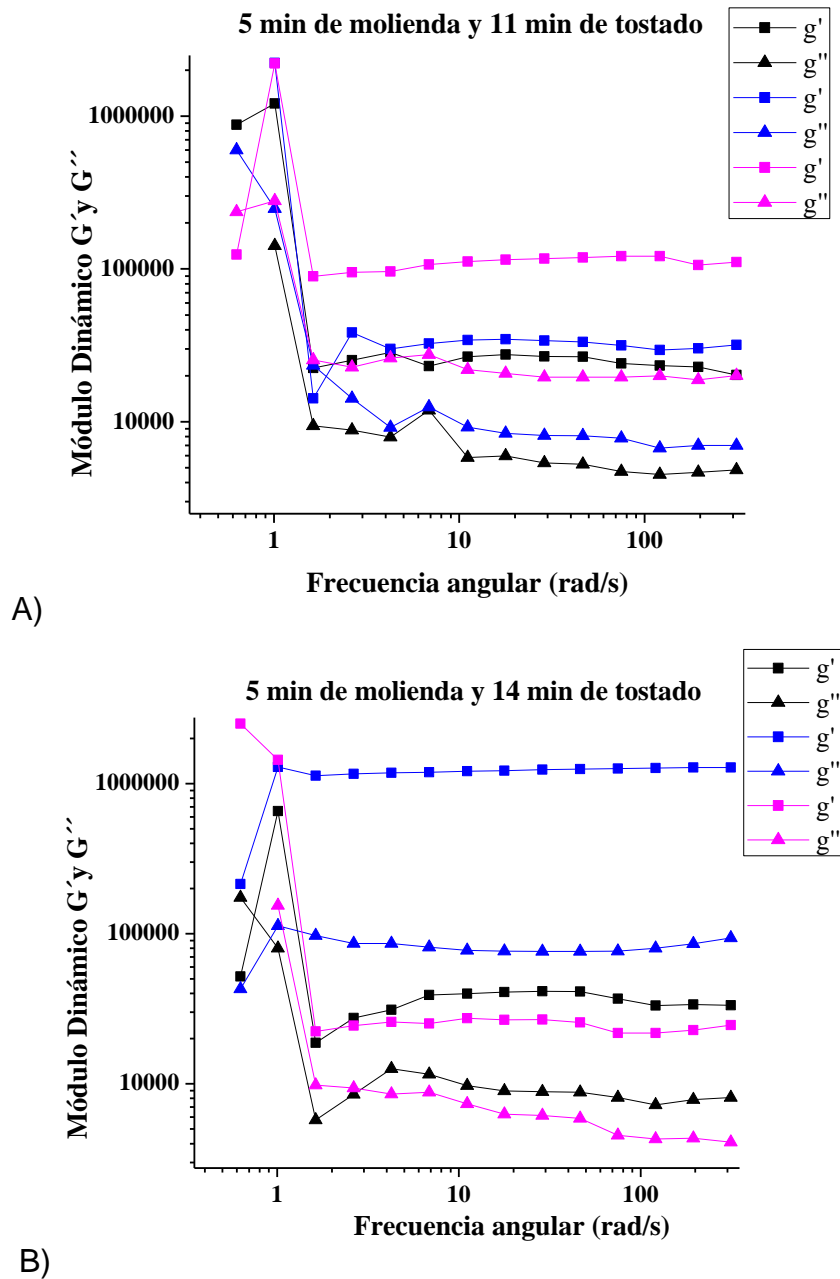


C)

**Figura 12.** Propiedades viscoelásticas de las muestras a 6 min de molienda a diferentes tiempos de tostado A) 8 minutos, B) 11 minutos y C) 14 minutos.

En la Figura 13 se muestran los resultados de las propiedades viscoelásticas para las muestras en los diferentes tratamientos de tiempo de tostado y minutos de molienda. En la Figura 13 solo se presentan las dos muestras que se pudieron evaluar, ya que la muestra de 5 min de molienda y 8 min de tostado, la muestra estaba demasiado con apariencia a un mazapán, por esta razón el reómetro no pudo obtener sus mediciones. Todas estas muestras mostraron una menor cohesión como producto debido a que el menor tiempo de molienda no permitió la salida de los ácidos grasos que le dan cohesión y textura al producto por lo que el tiempo de 5 minutos de molienda no es recomendable.





**Figura 13.** Propiedades viscoelásticas de la muestras a 5 min de molienda a diferentes tiempos de tostado A) 11 minutos y B) 14 minutos.

Considerando los resultados reológicos el mejor tiempo de molienda es 8 minutos debido a que el producto presenta mejor cohesión y un comportamiento reológico más estable.

## 5.5.4 Color

### 5.5.4.1 Luminosidad

Los valores de luminosidad  $L^*$  mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tiempos de tostado ver Tabla 13.

El valor  $L^*$  de las muestras varió entre 33 a 44, la muestra de 8 minutos de tostado presenta el valor más alto, en una escala del 0 a 100 (Zhao *et al.*, 2008) esto indica que tiende a ser clara.

**Tabla 13. Análisis de Varianza para Luminosidad en diferentes tiempos de tostado**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:tiempo de tostado	801.484	2	400.742	23.32	0.0000
B:tiempo de molienda	107.561	2	53.7807	3.13	0.0682
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	117.078	4	29.2695	1.70	0.1932
RESIDUOS	309.362	18	17.1868		
TOTAL (CORREGIDO)	1335.48	26			

Se aplicó la prueba de Tukey (tabla 14) para saber cuál de los diferentes tiempos de tostado presentaba diferencias significativas y así poder tomar una decisión sobre qué tiempo es el mejor.

**Tabla 14. Pruebas de Múltiple Rangos para L por tiempo de tostado pruebaTukey HSD**

Tiempo de tostado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
14	9	31.6533	1.3819	X
11	9	33.7156	1.3819	X
8	9	44.1033	1.3819	X

Las otras dos muestras de 11 y 14 minutos de tostado no presentan diferencias estadísticas significativas (Tabla 14) ya que sus valores de  $L^*$  son

inferiores las cuales tienden a ser menos claras en una escala de 0 a 100 (Zhao *et al.*, 2008), esto se debe a que a mayor tiempo de tostado las almendras van tomando tonos cafés dorados reflejándose estos al final de la molienda.

#### 5.5.4.2 Croma

Los valores de croma no muestran diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tiempos de tostado ver tabla 15. Esto indica que el grado de saturación de las muestras son iguales.

**Tabla 15. Análisis de Varianza para Croma en diferentes tiempos de tostado**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:tiempo de molienda	7.61467	2	3.80734	1.44	0.2620
B:tiempo de tostado	1.76839	2	0.884193	0.34	0.7194
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	28.8746	4	7.21865	2.74	0.0611
RESIDUOS	47.4539	18	2.63633		
TOTAL (CORREGIDO)	85.7115	26			

#### 5.5.4.3 Matiz

La tabla 16 muestra los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el parámetro matiz ( $h^\circ$ ).

**Tabla 16. Análisis de Varianza para h° en diferentes tiempos de tostado**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: tiempo de molienda	67.7584	2	33.8792	1.74	0.2042
B: tiempo de tostado	1056.03	2	528.017	27.08	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	133.886	4	33.4716	1.72	0.1902
RESIDUOS	350.958	18	19.4977		
TOTAL	1608.64	26			
<b>(CORREGIDO)</b>					

Los valores de h° (matiz) no muestran diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tiempos de molienda.

Por otro lado, el tiempo de tostado si presento diferencias estadísticamente significativas que de acuerdo a la tabla 16 indica que es un parámetro que influye en las tonalidades que toman la muestra, en otras palabras a mayor tiempo de tostado el color se oscurece y a menor tiempo el color tiende a ser claro. Pero al interactuar el tiempo de molienda y tostado no se pueden apreciar diferencias estadísticas, por tal motivo al aplicar la prueba de Tukey (Tabla 17) los tres grupos presentan un comportamiento homogéneo.

**Tabla 17. Prueba de Tukey HSD**

Tiempo de molienda	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
7	9	53.0933	1.47187	X
6	9	55.6656	1.47187	X
5	9	56.8956	1.47187	X

Para tomar una decisión en cuestión a que tratamiento es mejor para la estandarización de la mantequilla de almendras, se tomó como base el

comportamiento reológico de las muestras y los valores del color principalmente el de  $L^*$  y  $h^\circ$ .

Las muestras con un tiempo de 5 minutos de molienda no presentaban características de untuosidad siendo esta característica un atributo importante en el producto, por otro lado las muestras con un mayor tiempo de tostado presentaban tonalidades de colores cafés amarillentos los cuales se asemejan al color de mantequillas de maní, este tipo de tonalidades de color en estas mantequillas se pretende evitar ya que el color es un atributo que se pretende usar como diferenciador utilizando tonalidades claras (amarillo claro) propias de las almendras.

Las muestras que se sometieron a 7 min de molienda y 8 de tostado presentan un comportamiento más homogéneo en cuestión a la viscoelasticidad, y que además presentan valores de  $L^*$  más altos que significa que tienden a ser claras siendo este un parámetro importante para usarlo como diferenciador sobre las mantequillas de maní presentes en el mercado y así evitar confundirse con estas.

Por estos motivos la mejor opción es un tratamiento de molienda de 7 minutos y tostado de 8 minutos para una estandarización adecuada del producto.

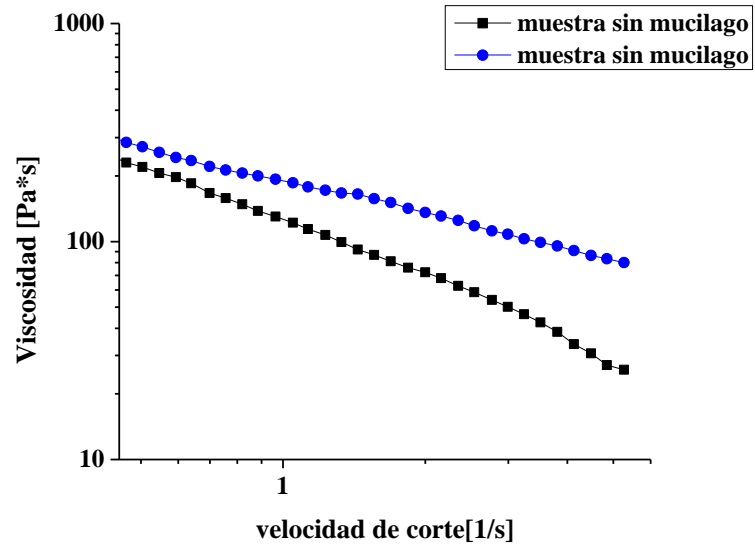
### 5.5.5 Porcentaje de mucílago

#### 5.5.5.1 Pruebas reológicas estado estable

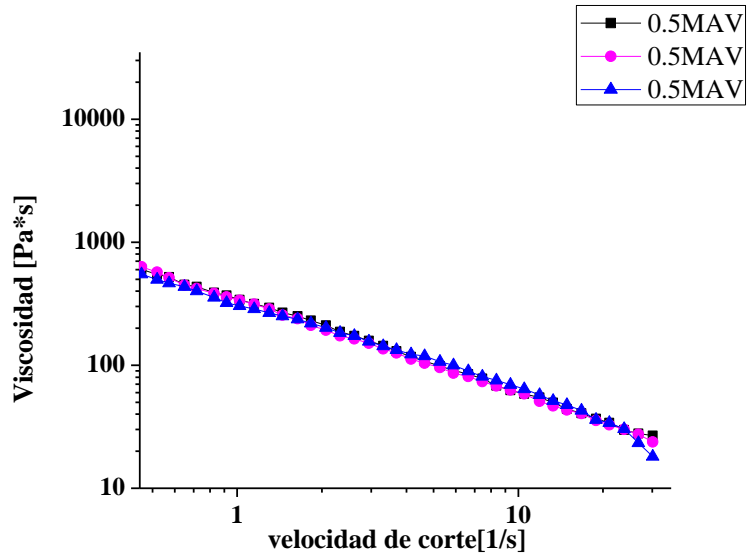
En la Figura 14, se muestra los resultados de las pruebas reológicas de estado estable, para la mantequilla de almendras, como se puede apreciar la viscosidad de las muestras tienden a reducirse a medida que aumenta la velocidad de corte, comportamiento propio de los fluidos no newtonianos. Según lo reportado en (Tabilo-Munizaga and Barbosa-Cánovas, 2005; Ramírez-Navas, 2006; Pérez-Trejo *et al.*, 2010) este comportamiento corresponde a fluidos pseudoplástico y es parecido a las mantequilla de maní comerciales (Figura 15).

La viscosidad aparente de la muestra sin mucilago fue menor que la muestra con la 0.5% de MVA, se puede observar un aumento en la viscosidad y un comportamiento homogéneo de las muestras (Figura 14 A y B). La tendencia de aumento en la viscosidad se mantiene en las muestras con un porcentaje de mucílago del 1% teniendo un comportamiento semejante a las muestras utilizadas como controles principalmente a la MNC (Figura 14 C).

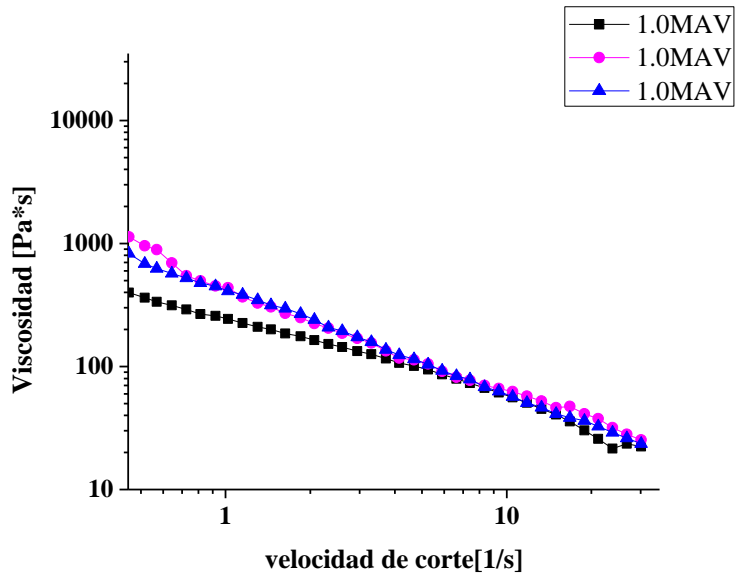
En la Figura 14 D también se presentan las mediciones que se obtuvieron de las muestras con 1.5% de mucílago, en estas se aprecia un comportamiento homogéneo muy similar a los controles, pero la viscosidad se ve disminuida semejante a las muestras que no se les adicionó el mucílago. De acuerdo a Li, *et al.* (2014), quienes observaron un comportamiento semejante al adicionar una mayor concentración de sorbitol a una mantequilla de cacahuete, el bajo contenido de agua de estos productos puede verse afectado por las características hidrofílicas del mucilago con lo que se disminuyen sus propiedades reológicas, en este caso la viscosidad.



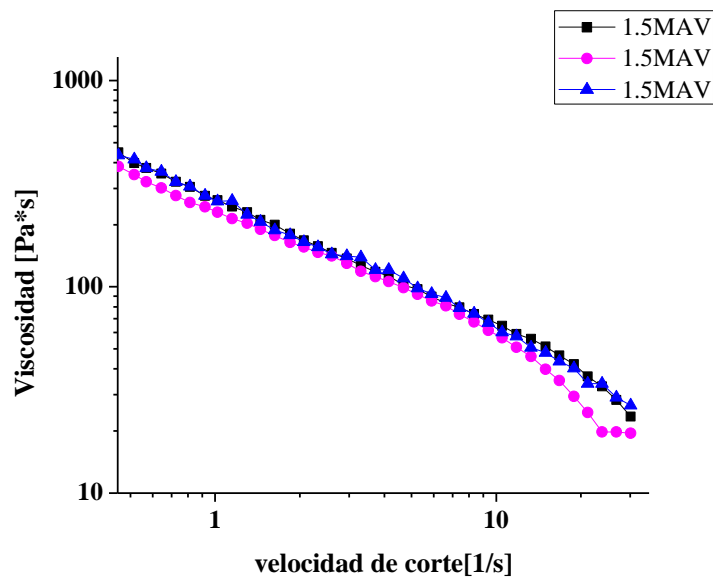
A)



B)



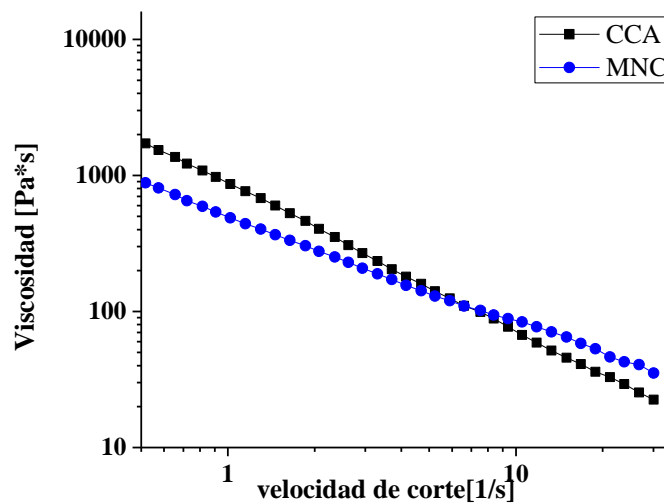
C)



D)

**Figura 14.** Comportamiento al aumento de velocidad de corte de la mantequilla de almendras A) sin mucílago y con diferentes porcentajes de mucílago B) 0.5%, C) 1%, D) 1.5 %.





**Figura 15.** Comportamiento al aumento de velocidad de corte de las muestras control (CCA, MNC).

En la tabla 18 se muestran los valores del comportamiento pseudoplástico de las muestras de mantequilla de almendras con MAV y las muestras comerciales. Los valores de  $R^2$  indican que se tiene un buen ajuste para la ley de la potencia, mientras que los valores de desviación estándar (SE) son muy pequeños lo cual indica que los valores obtenidos para  $n$  y  $K$  no presentan una dispersión significativa.

$K$  es el índice de consistencia del material, se observa que la crema de almendra con 1% de MVA es más cercana a los parámetros obtenidos de las cremas comerciales en especial a MNC.

**Tabla 18. Parámetros del ajuste de las curvas de las muestras para la ecuación de la Ley de la potencia.**

Muestra	n	SE(n)	K	SE(K)	R <sup>2</sup>
Sin MAV	0.460	0.0053	253.90	1.29	0.996
0.5% MAV	0.737	0.0058	339.70	1.29	0.998
1% MAV	0.911	0.0168	446.44	4.07	0.994
1.5% MAV	0.612	0.0059	256.46	1.16	0.997
CCA	1.053	0.0067	869.59	2.83	0.999
MNC	0.814	0.0058	503.79	1.73	0.999

La **n** representa el índice de comportamiento al flujo, como se puede observar los valores de **n** en todos los casos son de  $n < 1$ ; lo que quiere decir que las muestras presentan un comportamiento pseudoplástico o de adelgazamiento por cizalladura típico. Este comportamiento es característico de las mantequillas a base de oleaginosas (Pérez-Trejo *et al.*, 2010).

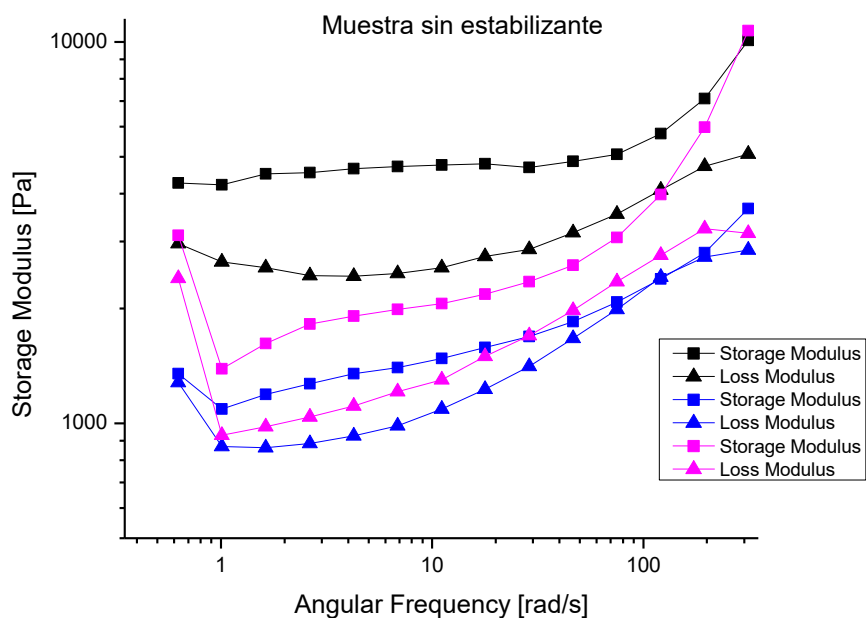
#### 5.5.5.2 Pruebas reológicas estado dinámico

Las propiedades reológicas en este tipo de alimentos son cruciales para su calidad y su aceptación en el consumidor (Li *et al.*, 2014). En la Figura 16 se muestran los resultados de la prueba de viscoelasticidad que se le aplicó a la Mantequilla de almendras con MAV a diferentes porcentajes. Los resultados en el módulo de almacenamiento ( $G'$ ), nos indica el comportamiento elástico de las muestras, donde se observa una tendencia de aumento en este comportamiento a partir de la adición de 0.5 % de MAV con respecto a la muestra sin estabilizantes. Esta tendencia de aumento en el comportamiento elástico permanece en las muestras con 1% de MAV, además se aprecia un aumento en la separación entre la elasticidad ( $G'$ ) y la viscosidad ( $G''$ ) aumentando los valores de ambos parámetros, también se puede

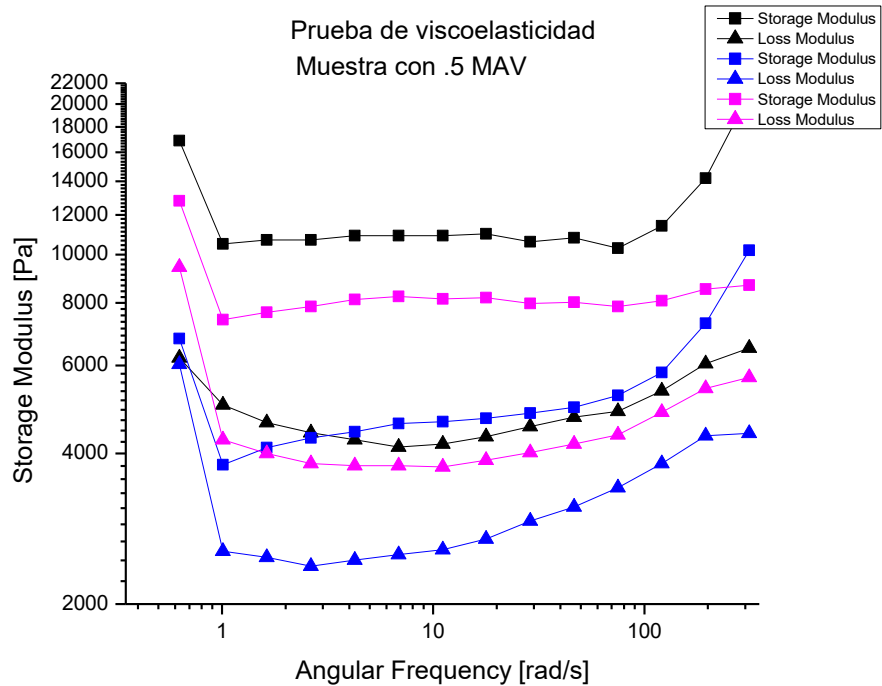
apreciar que el comportamiento de las muestras es más homogéneo con respecto a la muestra sin estabilizante

En las muestras adicionadas con 1.5% de mucílago su comportamiento fue diferente, disminuyó la diferencia entre  $G'$  y  $G''$  y los valores de ambos también fueron menores, lo que indica que la mantequilla comienza a ser menos fluida y menos untable.

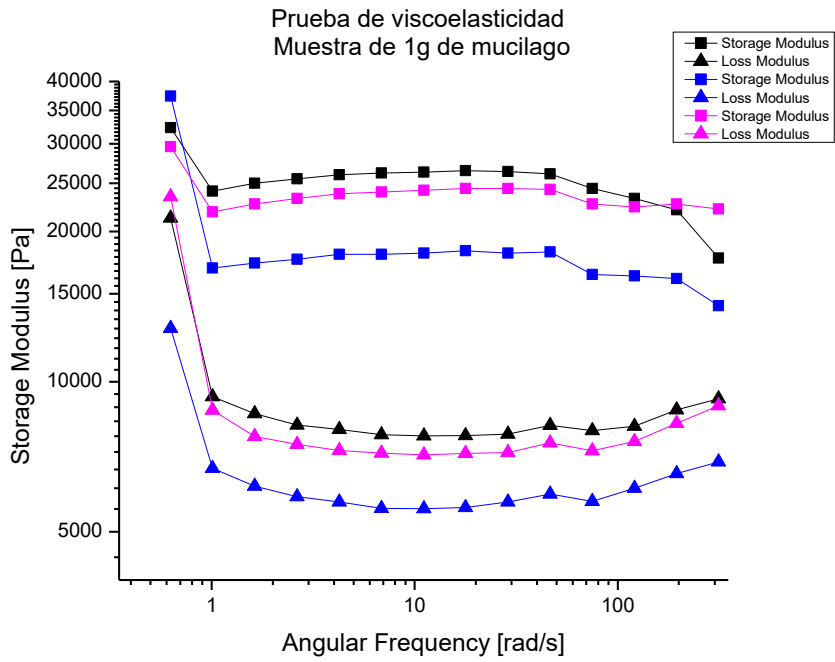
En las muestras se puede observar que se comenzaban a perder su fluidez y tomaban un aspecto más seco, esto se puede deber a que al aumentar la cantidad del hidrocoloide adicionado la parte hidrofílica del mismo comienza a absorber el agua disponible con que cuenta la mantequilla modificando así las propiedades viscoelásticas y debilitando el sistema lo que conlleva a una disminución de los parámetros  $G'$  y  $G''$ , un efecto similar lo observó Li *et al.* (2014) al adicionar sorbitol en crema de cacahuete.



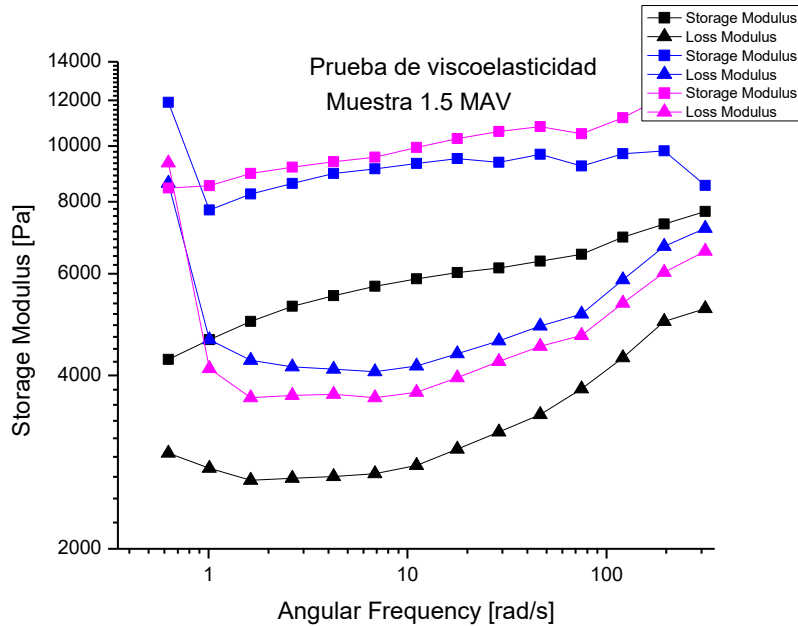
A)



B )



C)



D)

**Figura 16.** Análisis de las propiedades viscoelásticas de la mantequilla de almendras sin mucílago y con tres diferentes concentraciones (0,0.5, 1, 1.5 % Mucílago de *Aloe vera*).

En la Figura 17 se pueden observar las mediciones hechas a la mantequilla de maní usada como control. El comportamiento de estas mediciones con respecto a las muestras que fueron adicionadas con 1% de mucílago de *Aloe vera* presentan una semejanza en relación a los módulos de pérdida y almacenamiento. Las muestras adicionadas en un 0.5% y 1.5% mostraron mediciones muy por debajo de los que la muestra control presenta.

Los parámetros arrojados por el estudio hecho a las muestras con 1% de mucílago corroboran que la adición del mucílago como estabilizante funciona igualando la viscosidad y elasticidad con respecto a los productos presentes en el mercado.

Los parámetros establecidos en aditivos para evitar una separación de fases y una buena textura de untabilidad marca que se deben agregar menos de 1.6% según lo reportado Lima and Guraya, 2005, siendo la mejor opción el de 1% donde se mantiene una elasticidad y viscosidad semejante a la que dan los aceites

hidrogenados. La adición de mucílago *Aloe vera* proporciona estabilidad, elasticidad y viscosidad semejante a las mantecillas del mercado.

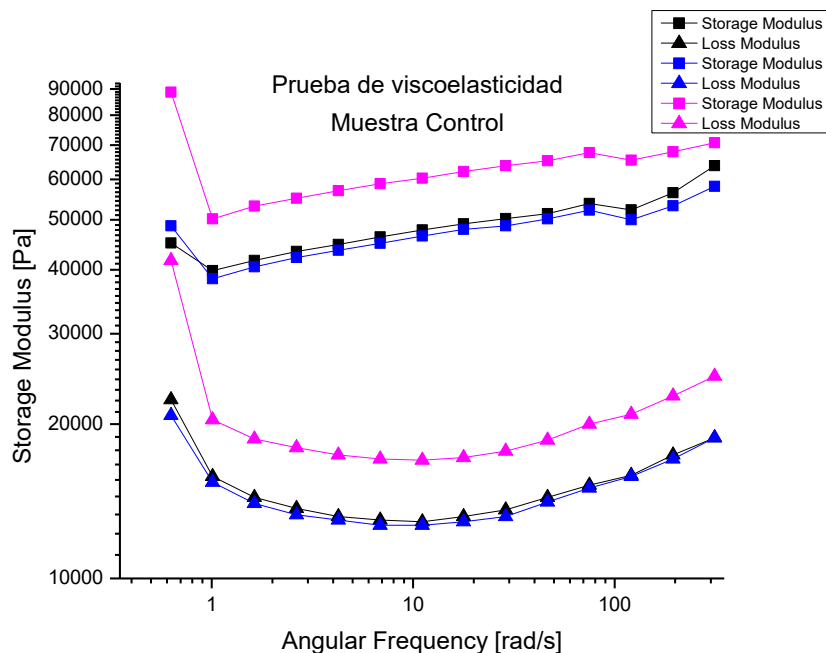


Figura 17. Prueba de viscoelasticidad de la muestra control CCA

De acuerdo a los resultados de las pruebas reológicas de estado estable y de estado dinámico, la concentración más adecuada de mucílago de *Aloe vera* para la crema de cacahuate es del 1%.

### 5.5.6 Análisis microbiológicos

#### 5.5.6.1 Normas mexicanas para untables

Basándose en la NORMA Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995 donde se marcan los límites permitidos para cada microorganismo, los resultados que se obtuvieron en el análisis microbiológico para la mantecilla de almendras se muestran en la tabla 19.

**Tabla 19. Límites de microorganismos formadores de colonias para jaleas, grasas untables, ates y pures.**

MICROORGANISMO	LIMITE UFC/g	Resultado de la muestra
Mesofílicos aerobios	50	< 50
Coliformes totales	Menos de 10	Menor a 10
Mohos y levaduras	Menos de 10	Menor a 10

Como se muestra en la tabla para mesofilos aerobios se obtuvieron valores menores a 50 UFC por gramo en las muestras de mantequilla de almendras, lo que nos quiere decir que en el producto se encuentra dentro de la norma. Los coliformes totales muestran menos de 10 unidades formadoras de colonias por gramo de muestra y en cuestión de mohos y levaduras los parámetros marcados por la norma oficial mexicana son menores a 10 UFC por gramo. Los resultados obtenidos en el análisis demuestran que la mantequilla de almendras está por debajo de los límites máximos que marcan las normas mexicanas, esto indica una inocuidad en el producto que se elaboró y una correcta implementación de las buenas prácticas de laboratorio en cuestión de higiene y manipulación de los alimentos. Los resultados analizados nos corroboran que el producto es apto para el consumo humano.

#### 5.5.6.2 Normas de aditivos

De acuerdo a las determinan de aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias (COFEPRIS). Se siguieron los parámetros establecidos los cuales marcan un máximo de 200 mg por cada kilogramo de producto. Se respetó estas normas utilizando menos del 1 % por kg de producto, así se cumplió un estándar establecido por la normativa mexicana.

#### 5.5.7 Análisis sensorial

Los resultados de los atributos evaluados en el análisis sensorial de la mantequilla de almendras se muestran en la Tabla 20.

**Tabla 20. Tabla ANOVA para agrado general por muestra**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	19.9623	1	19.9623	26.55	0.0000
Intra grupos	78.1887	104	0.751814		
Total (Corr.)	98.1509	105			

La tabla 20 se aprecia la evaluación de agrado general entre las muestras evaluadas. El estadístico nos muestra que existe una diferencia significativa entre ambos grupos. La tabla 21 se presenta la prueba de Kruskal-Wallis aplica a los dos grupos evaluados.

**Tabla 21. Prueba de Kruskal-Wallis para AGRADO GENERAL por MUESTRA**

MUESTRA	Tamaño Muestra	Rango Promedio
559	53	66.1698
789	53	40.8302

Se puede apreciar que la muestra 559 (mantequilla de almendras) que corresponde a la mantequilla de almendras elaborada tuvo una mayor preferencia en comparación con la mantequilla de cacahuete que se utilizó como control.

En cuestión de textura untable ambas muestras no presentaron diferencias estadísticas (Tabla 22) lo que quiere decir que las mantequillas evaluadas en la esta categoría presentan la misma aceptación por parte de panelistas.



**Tabla 22. Tabla ANOVA para textura unttable por muestra**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0377358	1	0.0377358	0.02	0.8773
Intra grupos	163.698	104	1.57402		
Total (Corr.)	163.736	105			

La tabla 23 se presenta la prueba de Kruskal-Wallis donde nos muestra las diferencias que existen entre ambos grupos evaluados, siendo la muestra 559 (MA) la que presenta una preferencia de mayor aceptación por los panelistas evaluados.

**Tabla 23 Prueba de Kruskal-Wallis para sabor por muestra**

MUESTRA	Tamaño Muestra	Rango Promedio
559	53	62.0472
789	53	44.9528

Con base a los datos obtenidos en el análisis sensorial de la mantequilla de almendras (559) contra un control crema de cacahuete (789), se obtuvo una aceptación general del 92 %, esto indica que el producto desarrollado es una buena alternativa de alimento unttable y que puede ser viable para su venta al público en general como un alimento saludable.

### 5.5.8 Análisis bromatológicos

La tabla 24 muestra los valores obtenidos en el análisis bromatológico realizado a la mantequilla de almendras.

**Tabla 24. valores del análisis bromatológico realizado a la Mantequilla de Almendras**

Categoría	Valor obtenido por 100 g
Humedad	1.71 ± 0.21
Lípidos	48.94 ± 2.33
Proteínas	25.77 ± 1.93
Carbohidratos	20.73 ± 0.64
Fibra soluble	2.8 ± 0.1
Fibra insoluble	13.6 ± 0.1
Azúcares totales	0.064
Valor energético	565.14 Kcal/100g
Minerales	
Sodio	0 mg
Calcio	421 mg
Zinc	4.70 mg

La humedad se define como el agua que tiene disponible un alimento. El resultado obtenido en el análisis bromatológico con respecto a la humedad fue de  $1.71 \pm 0.21$ , donde se puede apreciar que el valor es menor al 10 % del producto siendo este el límite máximo que marca la norma del CODEX STAN 256-2007 para pertenecer a la categoría de grasas untables.

El valor reportado en nivel de proteínas en las almendras sin cáscara según Fundación Española de la Nutrición (2014) es de 20 gramos por cada 100g de muestra. El resultado reportado en el análisis para la mantequilla de almendras para las proteínas es de  $25.77 \pm 1.93$  siendo este un valor por encima de lo reportado. Con base en los datos obtenidos se puede declarar un producto alto en proteína ya que los parámetros reportados por la FAO (FAO, 1997) es de dos veces los valores del contenido básico, siendo el contenido básico del 10 % por cada 100 g de muestra

sólida y la muestra de mantequilla de almendras muestra un valor mayor al 20 % por cada 100 g de muestra.

Según el perfil nutrimental reportado por (Yada *et al.*, 2011; Yada *et al.*, 2013; Fundación Española de la Nutrición, 2014), las almendras aportan en cuestión de lípidos totales un valor de 53.5 g por cada 100 de producto, la muestra hecha para el estudio obtuvo un valor de  $48.94 \pm 2.33$  siendo este un valor por debajo a lo reportado en la literatura. Esto se puede deber a los tratamientos a los que se sometieron las muestras, pudiendo generar algunas pérdidas en estos nutrientes o se puede deber al tipo de almendra utilizada ya que dependiendo del origen que provengan son los aportes que puede dar (Fulton *et al.*, 2018).

Los carbohidratos totales se obtuvieron por diferencia la muestra presentó  $20.73 \pm 0.64$  por cada 100 g de la muestra, teniendo de fibra insoluble 13.6g y 2.8g de F. soluble este valor está en el rango que marcan las normas para la declaración de un producto con fibra (FAO, 1997), esto se debe a las almendras y a presencia del mucílago de *Aloe vera* el cual es un carbohidrato (fibra) que ayuda al aporte alto de la misma.

El cálculo de las calorías de la mantequilla de almendras estabilizada con *Aloe vera* se estimó en 565.14 Kcal/100g de muestra. Los datos reportados por la revista del consumidor en un estudio hecho a diferentes marcas de mantequilla de cacahuete y avellanas, las mantequillas de maní reportan un aporte calórico por cada 100 gramos de muestra un promedio de entre 641 y 661 calorías, al igual que las cremas de avellanas, cuyo aporte calórico oscila entre 548 y 590 calorías (PROFECO, 2016). Tomando de base los datos proporcionados por la FDA que el aporte por cada 100 g de almendras es de 604 Kcal y el promedio dado por la revista del consumidor que oscila entre 548 y 661Kcal/100g para diferentes mantequillas de oleaginosas, la mantequilla de almendras que se realizó se encuentra entre los datos reportados, teniendo un aporte similar a las mantequillas presentes en el mercado. Siendo un producto que no es bajo en calorías esto se debe por el aporte de ácidos grasos el cual es alto ya que no se le adiciona ningún tipo de endulzante.

### 5.5.8.1 Cromatografía de gases acoplada a masas

Cabe mencionar que la presencia de diferentes compuestos que se determinaron en la mantequilla de almendras, dependen de la variedad, el clima y las condiciones de cultivo de las semillas. En la tabla 25 se muestran los resultados obtenidos en la cromatografía acoplada a gases.

**Tabla 25. Datos obtenidos en el análisis de cromatografía de gases para la mantequilla de almendras.**

Compuesto	Porcentaje	Tiempo	Rt. mach
Ácido palmítico	98	17.5	940
Ácido esteárico	96.7	29.773	924
Ácido linoleico (omega 6)	95.3	19.766	944
Ácido succínico	95.1	8.36	956
Silanol	93.9	5.194	925
Palmitoil glicerol.	82.1	24.428	857
Ácido fítico	73.8	18.627	903
Prolina	69.5	8.945	924
Escualeno	68.2	30.803	952
Ácido alfa-cetobutírico	67.4	7.655	783
Ácido sacárico	59.9	16.079	885
Uridina	55.7	22.91	845
Lactona	55.4	10.962	906
Ácido margárico	53.6	18.508	853
Ácido oleico	52.6	21.468	835

Los resultados indican que la muestra MA presenta una mayor cantidad de ácidos grasos, principalmente palmítico, esteárico y linoleico (98, 96.7 y 95.3 % de coincidencia en base a la biblioteca de datos del Software). Lo cual concuerda con lo reportado por Nawirska-Olszańska et al., (2013) en un estudio de cromatografía

líquida en otro tipo de semillas oleaginosas. La coincidencia de los ácidos grasos se debe a que las dos pertenecen al grupo de oleaginosas las cuales son fuentes vegetales ricas en ácidos grasos.

El ácido palmítico y esteárico indica que la mantequilla de almendras es un producto con presencia de grasas saturadas que le brindan una estabilidad lipídica al alimento (Gutiérrez, 2005; Orozco, 2011). La unión del ácido palmítico y esteárico da como origen al ácido margárico utilizado para la elaboración de la margarina.

La presencia del ácido oleico en la mantequilla de almendras indica que el producto aporta al consumidor ácidos grasos esenciales específicamente el omega 9, estudios reportan que el consumo de este tipo de ácidos grasos tiene beneficios para la salud, como la reducción del nivel de colesterol sérico, la supresión de la tumorigénesis y a la mejora de las enfermedades inflamatorias (O'Byrne et al., 1997; Yamaki et al., 2005; Pandey et al., 2014), además de estar ligado a una buena salud cardiovascular (Maguire et al., 2004). Otros de los beneficios que proporciona el ácido oleico es que no afecta los niveles de colesterol bueno (lipoproteína de alta densidad, HDL) (Kris-Etherton et al., 1999; Pandey et al., 2014). Esto se debe a que se sabe que los ácidos grasos saturados son hipercolesterolémicos, los ácidos grasos poliinsaturados son hipocolesterolemiantes, mientras que los ácidos grasos monoinsaturados son neutros.

Según reportes hechos por Pandey et al., (2014), la presencia de ácidos grasos como el oleico en los alimentos prevé a estos de una estabilidad auto oxidativa la cual se ve reflejada en una vida de anaquel más larga, lo que hace que la mantequilla de almendras entre en la clasificación descrita por la FDA, (2006), como un alimento no perecedero, ya que su vida útil es mayor a los 6 meses, además de dar una perspectiva al consumidor de un alimento con benéficos en su consumo.

El ácido linoleico es uno de los ácidos grasos con mayor presencia en la mantequilla de almendras teniendo un porcentaje de coincidencia del 95 % en base a la biblioteca de datos, lo que nos dice que la mantequilla de almendras aporta dos tipos de omegas el 6 y el 9. El ácido linoleico mejor conocido como omega 6 es otro precursor de la estabilidad oxidativa de los alimentos (Pandey et al., 2014; Belury et

al., 2018). El omega 6 se le atribuye propiedades cardioprotectoras así como un coadyuvante al buen funcionamiento del cerebro (Pelkman et al., 2004; Belury et al., 2018). Además, también promueve una relación más saludable entre la lipoproteína de alta densidad (HDL) y la lipoproteína de baja densidad (LDL) (O'Byrne et al., 1997). La presencia de estos omegas hace de la mantequilla de almendras una opción de alimento saludable y con beneficios para el consumidor, debido a los beneficios que se les atribuyen a estos ácidos grasos.

El escualeno es un compuesto presente en la MA, cuyo origen proviene de fuentes vegetales ricas en aceites (Rodríguez, 2007). El escualeno es un metabolito intermediario en la síntesis de colesterol y otros esteroides. La presencia de este compuesto puede ayudar a la estabilidad oxidativa del alimento ya que tiene efectos antioxidantes los cuales retardan la oxidación de las grasas presentes en los alimentos (Owen et al., 2000; Maguire et al., 2004; Ryan et al., 2006; Nawade et al., 2018). La presencia de este compuesto reafirma los beneficios que tiene la MA al consumirla ya que es un alimento que aporta antioxidantes y retardar la oxidación lipídica en el producto evitando así la rancidez.

El encontrar en la muestra de MA este tipo de compuestos nos habla que el tratamiento de procesado de las almendras es el idóneo y no interfiere con la disponibilidad de estos compuestos, además de tener un buen manejo de la materia prima, la aplicación de las buenas prácticas de laboratorio y la eliminación del compuesto aloína ya que el instrumento de medición no lo detectó.

## 5.5.9 Empaque, imagen y etiqueta del producto

### 5.5.9.1 Empaque

Se utilizó un envase de vidrio Tarro claro Jar 300 mL. con una tapa de lámina y liner de plastisol. El envase de vidrio es inerte, higiénico, no interfiere en el sabor de los alimentos, soporta temperaturas altas las cuales sirven para una mayor

inocuidad en el alimento. El vidrio tiene una característica de no interactuar con el producto que está conteniendo de manera química, así que no afecta las características organolépticas del producto. (E packaging, 2009).

Es resistente al proceso de fabricación y acepta productos calientes o fríos, antisépticos, pasteurizados o esterilizados. El envase de vidrio es ideal, también, para almacenar productos naturales por largos períodos de tiempo.

#### 5.5.9.2 Tapa

Tapa metálica plastisol rosca estándar

Dimensiones:

- Diámetro 3 11/16"
- Altura: 7/16"
- Laminar
- Forro: Plastisol (cumple con la FDA)
- Temperatura máxima de resistencia: 100 °C

Están concebidas y diseñadas para cerrar frascos de vidrio o plástico, destinados al envasado de alimentos, es un material que proporciona características de anti goteo y es hermético. Lo cual protege al contenido de estar en contacto con el ambiente y de esa forma evitar contaminación del mismo y conservar las cualidades organolépticas (White Label , 2016).

#### 5.5.9.3 Etiqueta e Imagen

Se eligió una etiqueta auto adherible ya que tiene una variedad de sustratos y sobre-laminaciones (ayudan a la flexibilidad de la etiqueta). Se les colocan adhesivos especiales que soportan las condiciones de la intemperie y temperatura extrema.

La imagen elegida para la mantequilla de almendras (figura 18) se basó en la tendencia de label clean la cual marca como parámetros la eliminación de ingredientes dañinos a la salud del consumidor y sustituirlos por ingredientes no perjudiciales, como sucedió el 2010, la salsa de tomate Heinz fue reformulada para eliminar el jarabe de maíz con alto contenido de fructosa de la lista de ingredientes y

pasó a llamarse Simply Heinz y así cumplir con las demandas en tendencia (Katz & Williams, 2011), además el producto debe de proporcionar un momento de calma y claridad para los compradores con diseños simples, concretos y concisos, resaltar los atributos de estos alimentos y mencionar el origen del que provienen (Revista Énfasis, 2017). Dichos alimentos de clean label se basan en el supuesto de que los consumidores clasifican los ingredientes como naturales y conocidos, o procesados y no naturales, y que perciben favorablemente los primeros y evitan los últimos.

Se utilizaron colores claros para evocar calma y confianza en el consumidor potencial (Vogel, 2018), se utilizaron fuentes (tipografía) delgadas y en tonos oscuros para contrastar con el fondo y así poder lograr una identificación del nombre del producto, se exaltaron los atributos y la innovación que se le realizó al alimento, se utilizó la flor del almendro junto con la semilla para orientar al consumidor sobre el tipo de producto que es y de que ingredientes está hecho.

El nombre de la imagen es Almondolce que significa almendras dulces la cual es el tipo de almendras utilizadas para elaborar este producto. Se incorporaron los logos de la UAQ, facultad de ingeniería, posgrado y CAIDEP lugares donde se desarrolló este alimento.

En la figura 18 se muestra la tabla nutrimental de la mantequilla de almendras como marca la normativa de etiquetado y va en la parte trasera de la etiqueta.

A)





## Información nutrimental

Tamaño de porción: 32 g (2 cucharadas)

**Porciones por envase: 9.3 aprox.**

Contenido energético/ calorías	Cantidad por porción 455.38 KJ(200kcal)
<b>Proteínas</b>	<b>8g</b>
<b>Grasas(lípidos)</b>	<b>16g</b>
Grasas saturada	1.2g
Grasa poliinsaturada	4g
Grasa Monoinsaturada	10g
<i>Grasas Trans</i>	0g
<b>Colesterol</b>	<b>0mg</b>
<b>Carbohidratos (hidratos de carbono)</b>	<b>7g</b>
<b>De los cuales</b>	
Azúcares	2 g
<b>Fibra dietaria total</b>	<b>5.2 g</b>
<b>Sodio</b>	<b>0mg</b>



\* porcentaje de ingesta diaria sugerida para la población Mexicana (NOM-051-SCFI/SSA1-2010)

B)

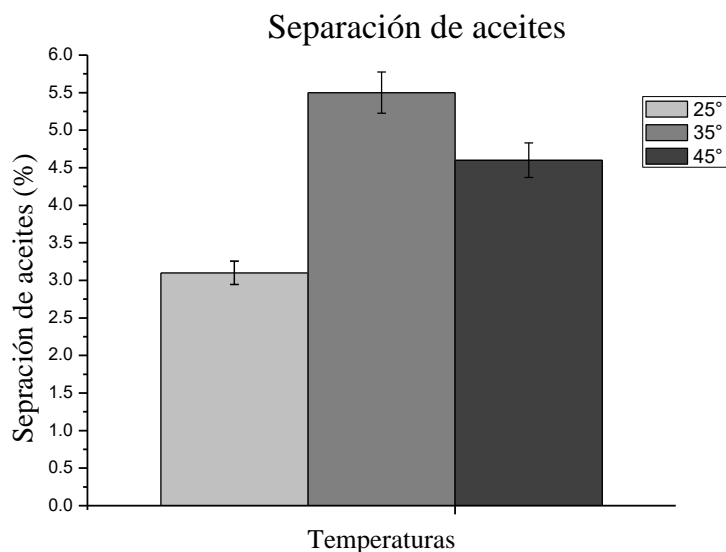
**Figura 18. A)** Imagen final de la mantequilla de almendras y **B)** la tabla de información nutrimental final.

### 5.5.10 Vida de anaquel

#### 5.5.10.1 Separación de aceites

Las muestras de mantequillas de almendras mostraron separación de aceites a partir de la tercera semana de almacenamiento (figura 19). La separación de aceites fue menor a una temperatura de 25°C teniendo como promedio un 3.1% de

separación al finalizar el estudio que duro 5 semanas con condiciones aceleradas. Datos reportados por Mohd Rozalli *et al.*, (2016), mostró que la separación de aceites en mantequillas de diferentes oleagiosas a una temperatura de 25°C en la quinta semana de almacenamiento, mostraban un porcentaje de separación arriba del 10% en todas las muestras.



**Figura 19.** Porcentaje de separación de aceites a diferentes temperaturas de almacenamiento.

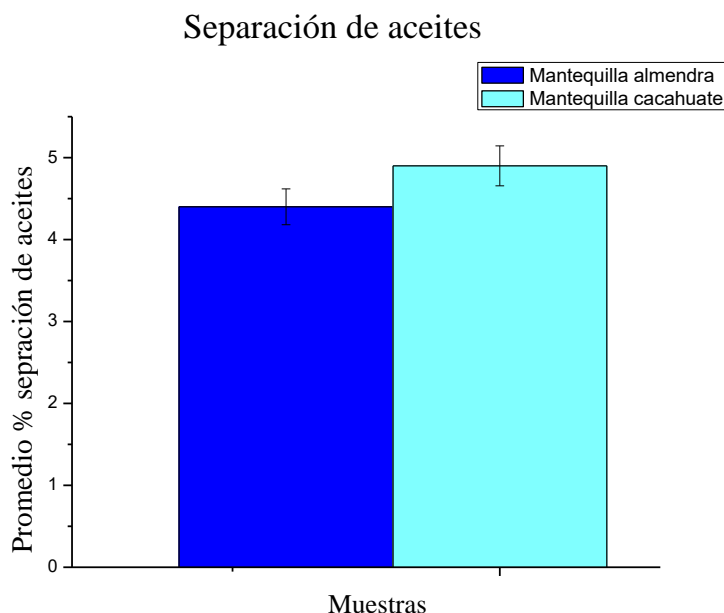
La mantequilla de almendra a una temperatura de 35°C mostró un aumento en la separación de aceites obteniendo un porcentaje de 5.5 % de separación. Las muestras a una temperatura de 45°C mostraron un porcentaje de 4.6 % de separación de aceites, estos porcentajes obtenidos son estadísticamente iguales, lo que nos dice que a una temperatura mayor a 25 °C la separación de aceites aumenta, pero es estable.

Las muestras de mantequilla de almendras mostraron un porcentaje de separación de aceites menor a lo reportado por Mohd Rozalli *et al.*, (2016) ya que el porcentaje de separación en todas las muestras a diferentes temperatura evaluadas

fue por encima del 15% y al termino del estudio obtuvo valores mayores del 40% en las mismas condiciones.

Los datos que se obtuvieron nos indican que con la adición del mucílago de *Aloe vera* las muestras presentan una mayor capacidad de retención de aceites, ya que datos reportados por Elleuch *et al.*, (2011) y Tanti *et al.*, (2016), nos mostraron que los hidrocoloides sirven como estabilizante de grasas.

Se analizó la separación de aceites en una mantequilla de cacahuate para conocer cuál es la capacidad de retención de aceites. Los valores obtenidos a una temperatura de 25°C fue de 4.9% promedio de separación de aceites (figura 20), esto nos dice que la mantequilla de almendra adicionada con mucílago contra una mantequilla de cacahuate tienen una retención de aceites semejantes sin mostrar diferencias estadísticas con un valor de  $p < 0.05$ , esto sugiere que el mucílago de *Aloe vera* tiene la misma capacidad de retención de aceites que la de los aceites hidrogenados y de esta manera se puede evitar la separación de fases en el alimento.

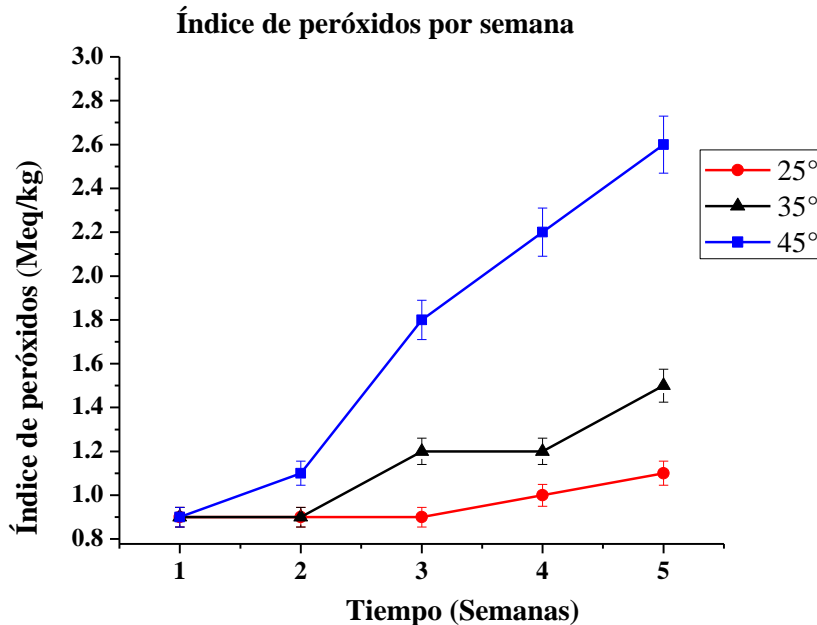


**Figura 20.** Separación de aceites en una mantequilla de cacahuate comercial y la mantequilla de almendras con mucílago de *A. vera*.

#### 5.5.10.2 Índice de peróxidos

El peróxido es el primer producto de la oxidación de grasas y aceites no saturados. Durante el almacenamiento, la formación de peróxido es lenta inicialmente, lo que se conoce como período de inducción y varía de algunas semanas a varios meses dependiendo del aceite y la temperatura a que se encuentran (Kirk y Sawyer 1991).

La Figura 21 muestra el aumento de índice de peróxido (IP) durante el almacenamiento de las muestras, el IP de la mantequilla de almendras partió de un valor de  $0.9 \pm 0,04$  meq de peróxido / kg. El valor de IP aumentó paulatinamente durante el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 25°C manteniendo valores promedio inferiores a 1.1 meq/ kg al finalizar el estudio de cinco semanas, lo que concuerda con datos reportados por Ryan *et al.*, (2006) en varias muestras de aceites de diferentes oleaginosas. Las muestras almacenadas a una temperatura de 35°C mostraron un aumento en los meq. durante la primera semana, igual a las muestras que se almacenaron a 25°C, iniciando la segunda semana las muestras de 35°C comenzaron a presentar un aumento en los meq de 1.2 promedio hasta llegar a 1.5 meq/kg a la quinta semana de almacenamiento siendo estos valores inferiores a los reportados por Mohd Rozalli *et al.*, (2016), ya que reportan valores promedios de 10 meq/ kg a la quinta semana de almacenamiento, pero teniendo unos valores semejantes a los reportados por Ryan *et al.*, (2006) .



**Figura 21.** Índice de peróxidos de la mantequilla de almendras a diferentes temperaturas de almacenamiento (25°, 35° y 45°).

Las muestras almacenadas a una temperatura de 45°C al concluir el estudio obtuvieron valores promedio de 2.6 meq/ kg siendo valores inferiores a los reportados a los estudios ya mencionados. Los valores obtenidos en las muestras a diferentes temperaturas durante el estudio de vida de anaquel acelerada, fueron bajos en comparación con otros estudios hechos a otras mantequillas de diferentes semillas, esto se puede deber a los diferentes compuestos presentes en las almendras como son ac0. Oleico, el tocoferol y el escualeno los cuales tienen efectos antioxidantes (Owen et al., 2000; Maguire et al., 2004; Ryan et al., 2006; Nawade et al., 2018) y pudieran estar retardando la oxidación de las grasas en el alimento.

La tabla 26 muestra los valores de la pendiente, la intersección y el ajuste de la recta, los cuales se utilizaron para la estimación de la caducidad tentativa del producto a una temperatura de 25 °C.

**Tabla 26. Valores obtenidos en la pendiente, intersección, el ajuste de la recta ( $R^2$ ) y energía de activación ( $Q_{10}$ ).**

	Valores		
M	0.00	-0.01	-0.02
Intersección	0.07	0.07	0.05
$R^2$	0.80437327	0.90816706	0.96210314
$Q_{10}$		0.38954738	2.13839209

Tomando de base el valor de índice de peróxido como factor determinante para la vida de anaquel y aplicando la ecuación de Arrhenius se obtuvo un valor ponderado de vida útil de 379 días a 25 °C (Tabla 27), basándose en el límite que marca la FDA de 15 Meq/kg del producto. La MA se puede considerar un alimento no perecedero por la larga durabilidad para su consumo.

**Tabla 27. Valores obtenidos de la vida útil del producto. Se muestra la pendiente, la intersección y el ajuste de la recta ( $R^2$ ).**

Días para llegar a 15 meq.		Valores	
Temperaturas	días	Log días	
25°	379.612295	2.57934027	
35°	148.475364	2.1716544	
45°	68.4677699	1.83548618	
M		-0.0371927	
Intersección		3.49723827	
$R_2$		0.9969282	

### 5.5.11 Corrida financiera

El análisis financiero realizado a la mantequilla de almendras para corroborar su viabilidad económica arrojó lo siguiente, cabe mencionar que el análisis financiero se hizo en un panorama conservador.

La tasa interna de retorno (TIR) y tasa mínima de rendimiento aceptable (TREMA) son factores de suma importancia para evaluar negocios de alto riesgo, ya que toman en cuenta factores inflables como los setes y crecimiento del sector productivo. La tabla 25 muestra los valores obtenidos en la TIR y TREMA, basándonos en las reglas financieras donde nos dice que la TIR debe ser mayor y doble a la TREMA para tener un negocio viable y sostenible. Se puede apreciar que el valor del TIR es del 51% contra un 21.94% del TREMA cumpliendo de esta forma con la regla financiera, lo que convierte al proyecto en viable financieramente.

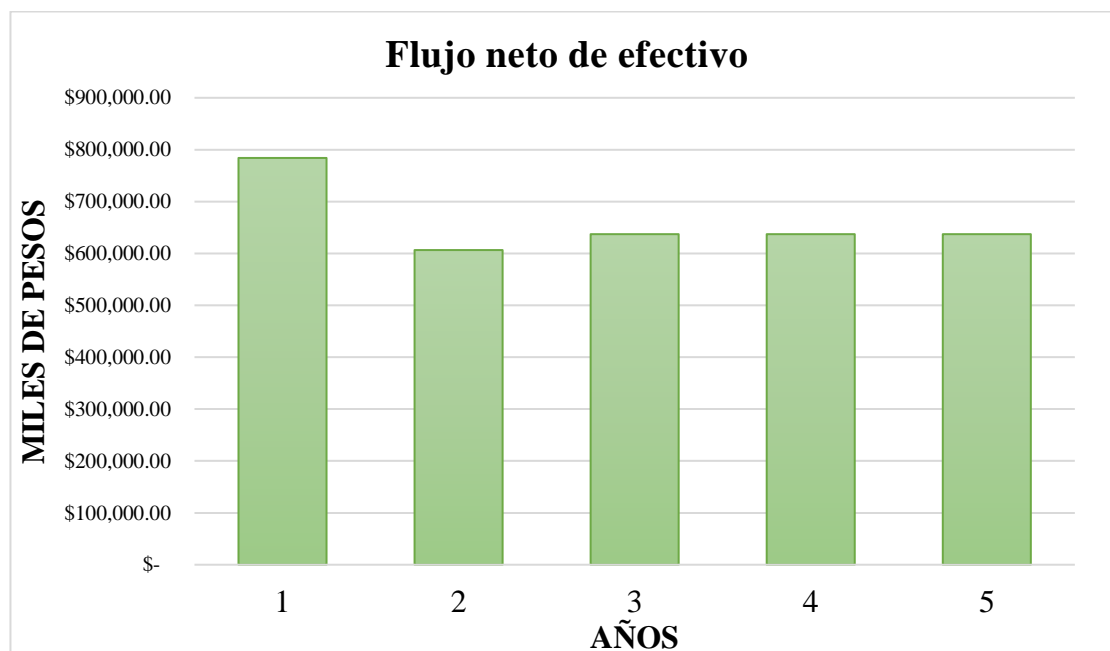
**Tabla 28. Tasa interna de retorno (TIR) vs Tasa rendimiento mínimo aceptado (TREMA)**

TIR	TREMA
51%	21.94%

Se realizó un cálculo para conocer la inversión necesaria con el fin de poner en funcionamiento el proyecto, la cual fue de \$1,173,815.00 MXN y de acuerdo al cálculo hecho de pay back esta inversión se recuperaría en 669.32 días (1.8 años). El préstamo que se estableció fue a 5 años el cual basándose en el este mismo cálculo se recuperaría antes del tiempo establecido, esto puede deberse a que la producción y la tendencia de alimentos sanos está en auge en el mercado de productos orgánicos. Se debe corroborar que no exista una penalización por pronto pago, si fuese el caso se recomienda que se reinvierta el dinero en el negocio.

Se define como el flujo de efectivo a la variación de entrada y salida de efectivo en un periodo determinado, el cual sirve como un indicador de liquidez en una empresa, es decir la capacidad de generar efectivo.

El flujo neto de efectivo se está determinado por el total de ingresos menos los costos fijos, los costos variables, la depreciación, los gastos financieros del financiamiento y por impuestos como el ICR y el 10 % de PTU, al flujo de efectivo se le suma la depreciación debido a que no es una salida de dinero. Como se puede observar en la figura 20 el flujo de efectivo a partir del primer año es casi de \$800,000 MXN esto se puede deber a que es un producto novedoso y nuevo para un sector del mercado interesado en alimentos saludables, este sector de mercado se pretende explotar para traducirse en flujo de efectivo para la empresa. Después del primer año se observa que el flujo de efectivo se estabiliza ya que los activos líquidos tienen a tener un promedio de entre \$600,000 a \$650,00 MXN por año esto se debe a que el sector del mercado al cual es dirigido al producto creo una preferencia. Debido a este flujo de efectivo estable es posible pagar el financiamiento antes de lo previsto ya que la entrada de efectivo es continua y estable.



**Figura 22.** Flujo neto del efectivo con una proyección prevista a 5 años.

La rentabilidad económica o ROA es un indicador que mide la rentabilidad del total de activos de la empresa. El análisis hecho para el ROA demostró que la rentabilidad sobre los activos la está en su punto más alto lo que nos dice que la maquinaria está siendo y será utilizada a su máxima capacidad de producción.



La rentabilidad financiera o ROE es un indicador que mide la rentabilidad obtenida por la empresa sobre sus fondos propios. El estudio para el ROE demostró que la capacidad instalada de la empresa está al máximo, esto nos indica una buena rentabilidad para la empresa como negocio emergente.

## 6. CONCLUSIONES

El método utilizado para la extracción del MAV resultó efectivo para eliminar la aloína, esto corroboró con un análisis de cromatografía (GC-MS) el cual no detectó la presencia de este compuesto.

El tiempo de blanqueado de 1 minuto, el tostado de 8 minutos y una molienda de 7 minutos fueron los tiempos idóneos para estandarizar el producto, ya que fueron los tratamientos que mejor comportamiento reológico presentaron, adicionalmente, el color obtenido con estas condiciones que mostró la MA son las que se buscaban para utilizarse como diferenciador de mercado.

El porcentaje de 1% MAV presentó el mejor comportamiento reológico comparable a los productos presentes en el mercado, además se pudo lograr con este porcentaje la estabilidad del aceite en el producto.

El producto concluido resultó ser una innovación incremental del sector tecnológico. El análisis bromatológico mostró un producto que aporta fibra y bajo en azúcares, mientras el análisis de CG-M indicó la presencia de los ácidos oleico (omega 9) y linoleico (omega 6) los cuales son ácidos grasos esenciales. Adicionalmente al producto no se le agregó estabilizantes a base de aceites hidrogenados cumpliendo esta función el MAV.

El producto tuvo una mejor aceptación en la evaluación sensorial de preferencia que el producto comercial usado como control.

Los resultados del análisis financiero demuestran la viabilidad económica del producto.

De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra la hipótesis planteada.

## 7. REFERENCIAS

- Acosta, B., M. Acosta, and B. Espinoza. 2016. Understanding innovation based on company optics: interpretation mistakes on the types of innovation developed. *RAI Rev. Adm. E Innov.* 13:295–304. doi:10.1016/j.rai.2016.03.006.
- Akaberi, M., Z. Sobhani, B. Javadi, A. Sahebkar, and S. A. Emami. 2016. Therapeutic effects of Aloe spp. in traditional and modern medicine: A review. *Biomed. Pharmacother.* 84:759–772. doi:10.1016/j.biopha.2016.09.096.
- Alshaibani, A., Z. Yaakob, A. Alsobaai, and M. Sahri. 2017. Effect of chemically reduced palladium supported catalyst on sunflower oil hydrogenation conversion and selectivity. *Arab. J. Chem.* 10:S1188–S1192. doi:10.1016/j.arabjc.2013.02.014.
- Arquero, O., A. Rodríguez, and J. M. Quejo. 2013. Manual del almendro. 2nd ed. Estudios e Informes técnicos. Available from: [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Manual\\_almendro\\_v\\_2013.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Manual_almendro_v_2013.pdf)
- Asioli, D., J. Aschemann-Witzel, V. Caputo, R. Vecchio, A. Annunziata, T. Næs, and P. Varela. 2017. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Res. Int.* 99:58–71. doi:10.1016/j.foodres.2017.07.022.
- Baruah, A., M. Bordoloi, and H. P. Deka Baruah. 2016. Aloe vera : A multipurpose industrial crop. *Ind. Crops Prod.* 94:951–963. doi:10.1016/j.indcrop.2016.08.034.
- Bigliardi, B., and F. Galati. 2013. Models of adoption of open innovation within the food industry. *Trends Food Sci. Technol.* 30:16–26. doi:10.1016/j.tifs.2012.11.001.
- Bolling, B. W., G. Dolnikowski, J. B. Blumberg, and C.-Y. O. Chen. 2010. Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. *Food Chem.* 122:819–825. doi:10.1016/j.foodchem.2010.03.068.
- Bott, S., A. Guedes, M. Goodwin, and J. Adams Mendoza. 2014. Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. Organización Panamericana de la Salud.
- Codex Alimentarius. 2007. Norma para grasa untables.
- Contreras-Padilla, M., M. E. Rodríguez-García, E. Gutiérrez-Cortez, M. del C. Valderrama-Bravo, J. I. Rojas-Molina, and E. M. Rivera-Muñoz. 2016. Physicochemical and rheological characterization of *Opuntia ficus* mucilage at

- three different maturity stages of cladode. *Eur. Polym. J.* 78:226–234. doi:10.1016/j.eurpolymj.2016.03.024.
- Del-Ángel, E. 2010. Acción Biomedica potencial y economico de la sábila ( *Aloe barbadensis M.*). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Dziallas, M., and K. Blind. 2018. Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. *Technovation*. doi:10.1016/j.technovation.2018.05.005. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166497217301402>
- Echeverría, J. 2008. THE OSLO MANUAL AND THE SOCIAL INNOVATION. 10. *Énfasis Alimentación*. 2018. Se consumen hasta dos kilos al año de untables indulgentes. *énfasis*. Available from: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/79821-se-consumen-dos-kilos-al-ano-untables-indulgentes>
- Espinoza, P. E. B. 2017. Análisis de precio de venta para la introducción al mercado de la ciudad de Machala de yogurt de almendras.
- FAO. 1997. DIRECTRICES PARA EL USO DE DECLARACIONES NUTRICIONALES Y SALUDABLES. *Hum. Nutr.* 9.
- Femenia, A., E. S. Sánchez, S. Simal, and C. Rosselló. 1999. Compositional features of polysaccharides from *Aloe vera* (*Aloe barbadensis Miller*) plant tissues. *Carbohydr. Polym.* 39:109–117. doi:10.1016/S0144-8617(98)00163-5.
- Fernández, M. B., J. F. Sánchez M., G. M. Tonetto, and D. E. Damiani. 2009. Hydrogenation of sunflower oil over different palladium supported catalysts: Activity and selectivity. *Chem. Eng. J.* 155:941–949. doi:10.1016/j.cej.2009.09.037.
- Fernández, R. N. D., I. A. Vázquez, J. J. C. Pérez, J. S. W. Chanes, J. S. A. González, G. Calderón Domínguez, V. Garibay Febles, and G. F. Gutiérrez López. 2012. El gel de aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Rev. Mex. Ing. Quím.* 11:23–43.
- Franco-Salazar, V. A., J. A. Véliz, and R. V. Caraballo. 2014. Algunos parámetros fisiológicos de aloe vera (*L.*) burm. F.(sábila) en Guayacán, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *SABER Rev. Multidiscip. Cons. Investig. Univ. Oriente*. 26:18–24.
- Fred, W. J., and B. Eugene. 1998. Fundamentos de administración financiera. Available from: <http://www.sidalc.net/cgi->

bin/wxis.exe/?IsisScript=SIDINA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000208

- Fulton, J., M. Norton, and F. Shilling. 2018. Water-indexed benefits and impacts of California almonds. *Ecol. Indic.* doi:10.1016/j.ecolind.2017.12.063. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X17308592>
- Fundación Española de la Nutrición. 2014. Fuente de nutrientes y sustancias no nutritivas. *Fund. Esp. Nutr.* 287–288.
- Furkan, M., M. T. Alam, A. Rizvi, K. Khan, A. Ali, Shamsuzzaman, and A. Naeem. 2017. Aloe emodin, an anthroquinone from Aloe vera acts as an anti aggregatory agent to the thermally aggregated hemoglobin. *Spectrochim. Acta. A. Mol. Biomol. Spectrosc.* 179:188–193. doi:10.1016/j.saa.2017.02.014.
- Gampel, R. 2010. aloe vera. tercera edición. EURO ÉXITO ALOE S.L., Madrid.
- Gills, L. A., and A. V. A. Resurreccion. 2000. OVERALL ACCEPTABILITY and SENSORY PROFILES of UNSTABILIZED PEANUT BUTTER and PEANUT BUTTER STABILIZED WITH PALM OIL. *J. Food Process. Preserv.* 24:495–516. doi:10.1111/j.1745-4549.2000.tb00437.x.
- Guisado-González, M., M. Vila-Alonso, and M. Guisado-Tato. 2016. Radical innovation, incremental innovation and training: Analysis of complementarity. *Technol. Soc.* 44:48–54. doi:10.1016/j.techsoc.2015.08.003.
- Gutiérrez, C. R., E. D. V. Blanco, J. C. Lillo, L. F. Peña, M. A. P. Moncayo, and J. A. de la C. Campa. 1994. Sabila. Instituto Nacional de Ecología.
- Hamman, J. H. 2008. Composition and Applications of Aloe vera Leaf Gel. *Molecules.* 13:1599–1616. doi:10.3390/molecules13081599.
- Hernández, S., and F. Zacconi. 2009. Aceite de almendras dulces: Extracción, caracterización y aplicación. *Quimica Nova.* 32:1342–1345.
- Hölzl, W., and J. Janger. 2014. Distance to the frontier and the perception of innovation barriers across European countries. *Res. Policy.* 43:707–725. doi:10.1016/j.respol.2013.10.001.
- Ibañez, J. Z., E. R. Camacho, M. C. Cadillo, V. R. González, R. M. Fuentes, and M. S. Esqueda. 2016. CONTENIDO DE POLISACÁRIDOS BIOACTIVOS DE ALOE Barbados MILLER BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS. 1:776–781.
- Kahn, K. B. 2018. Understanding innovation. *Bus. Horiz.* 61:453–460. doi:10.1016/j.bushor.2018.01.011.
- Kantar Worldpanel. 2017a. Día de la Crema de Cacahuete - Mexico. Available from: <https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias-/Dia-de-la-Crema-de-Cacahuete>

- Kantar Worldpanel. 2017b. Los mexicanos: fans de la crema de avellana - Mexico. Available from: <https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias-/Los-mexicanos-fans-de-la-crema-de-avellana>
- Levy, T. S., E. M. Borbolla, D. G. V. Bravo, and L. C. Nasu. 2014. Consumo de alimentos en América Latina y el Caribe. *An. Venez. Nutr.* 27. Available from: <http://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2014/1/art-8/>
- Li, L., Y. Huan, and C. Shi. 2014. Effect of Sorbitol on Rheological, Textural and Microstructural Characteristics of Peanut Butter. *Food Sci. Technol. Res.* 20:739–747. doi:10.3136/fstr.20.739.
- Lima, I. M., and H. S. Guraya. 2005. Optimization analysis of sunflower butter. *J. Food Sci.* 70:365–370. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11457.x.
- Maan, A. A., A. Nazir, M. K. I. Khan, T. Ahmad, R. Zia, M. Murid, and M. Abrar. 2018. The therapeutic properties and applications of Aloe vera : A review. *J. Herb. Med.* doi:10.1016/j.hermed.2018.01.002. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210803318300022>
- Maguire, L. S., S. M. O'Sullivan, K. Galvin, T. P. O'Connor, and N. M. O'Brien. 2004. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 55:171–178. doi:10.1080/09637480410001725175.
- Manvitha, K., and B. Bidya. 2014. Aloe vera: a wonder plant its history, cultivation and medicinal uses. 4.
- Marante, F. J. T. 2014. Los polisacáridos mucilaginosos de Aloe vera (AVMP): estabilidad. *Univ. Las Palmas GC Dep. Quím.* 1:2–49.
- Mares, A. I. 2006. Una perspectiva sobre la evolución en la utilización de las razones financieras o ratios. 38.
- Mohd Rozalli, N. H., N. L. Chin, Y. A. Yusof, and N. Mahyudin. 2016. Quality changes of stabilizer-free natural peanut butter during storage. *J. Food Sci. Technol.* 53:694–702. doi:10.1007/s13197-015-2006-x.
- Moscoso, A. A. 2012. Efecto antiinflamatorio y cicatrizante del extracto liofilizado de Aloe Vera (Aloe Vera (L) burm. f.) presentado en forma de gel farmacéutico.
- Murugkar, D. A., N. Kotwaliwale, M. Kumar, and C. Gupta. 2013. Effect of sprouting on rheological properties of soy-butter. *LWT - Food Sci. Technol.* 54:95–100. doi:10.1016/j.lwt.2013.05.010.
- Ni, Y., D. Turner, K. M. Yates, and I. Tizard. 2004. Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. *Future Trends Aloe Ther.* 4:1745–1755. doi:10.1016/j.intimp.2004.07.006.

- Owen, R. ., W. Mier, A. Giacosa, W. . Hull, B. Spiegelhalder, and H. Bartsch. 2000. Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem. Toxicol.* 38:647–659. doi:10.1016/S0278-6915(00)00061-2.
- Patel, A. R., J.-M. Lecerf, S. Schenker, and K. Dewettinck. 2016. The Contribution of Modern Margarine and Fat Spreads to Dietary Fat Intake: Margarines and dietary fat intake.... *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15:633–645. doi:10.1111/1541-4337.12198.
- Pérez, P. S., D. M. G. Andrade, C. I. M. Gallardo, D. L. P. Fuehrer, C. G. Corona, S. T. R. Díaz, A. E. Loeza, and M. U. Andrade. 2010. MANUAL DE EVALUACIÓN SENSORIAL.
- Pérez-Trejo, L., A. F. Méndez-Sánchez, and A. Paniagua-Mercado. 2010. Determinación de la viscosidad de fluidos newtonianos y no newtonianos (una revisión del viscosímetro de Couette). *Lat.-Am. J. Phys. Educ.* 4:237–245.
- PROFECO. 2016. Sabor y muchas calorías, crema de cacahuete. *Rev. Consum.* 459:48–57.
- ProMéxico. 2015. Alimentos Procesados. Available from: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75326/04112015\\_DS\\_Alimentos\\_P.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75326/04112015_DS_Alimentos_P.pdf)
- PROMÉXICO. 2015. Diagnóstico sectorial. Unidad de Inteligencia de Negocios, México.
- Quino, F., and C. Ivanovich. 2016. Efecto regenerador óseo del extracto acuoso liofilizado de hojas de “aloe vera”(sábila) sobre la osteotomía mandibular inducida en cobayo.
- Rabadán, A., M. Álvarez-Ortí, R. Gómez, A. Pardo-Giménez, and J. E. Pardo. 2017. Suitability of Spanish almond cultivars for the industrial production of almond oil and defatted flour. *Sci. Hortic.* 225:539–546. doi:10.1016/j.scienta.2017.07.051.
- Radha, M. H., and N. P. Laxmipriya. 2015. Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of Aloe vera: A systematic review. *J. Tradit. Complement. Med.* 5:21–26. doi:10.1016/j.jtcme.2014.10.006.
- Ramírez-Navas, J. S. 2006. Fundamentos de Reología. primera edición. e-Books, Valle de Cali Colombia.
- Ravasio, N., F. Zaccheria, M. Gargano, S. Recchia, A. Fusi, N. Poli, and R. Psaro. 2002. Environmental friendly lubricants through selective hydrogenation of rapeseed oil over supported copper catalysts. *Appl. Catal. Gen.* 233:1–6. doi:10.1016/S0926-860X(02)00128-X.

- Razavi, S., M. Taghizadeh, and A. S. Ardekani. 2010. Modeling the time-dependent rheological properties of pistachio butter. *Int J Nuts Relat. Sci.* 1:38–45. doi:SI Publications, 2010.
- Reynolds, T., and A. . Dweck. 1999. Aloe vera leaf gel: a review update. *J. Ethnopharmacol.* 68:3–37. doi:10.1016/S0378-8741(99)00085-9.
- SAGARPA. 2012. La Sábila, una opción. Available from: <http://www.sicde.gob.mx/portal/bin/nota.php?accion=buscar&notald=18325065204ffb304b0616c>
- SAGARPA. 2013. Monitor Agroeconómico e Indicadores de la Agroindustria. Available from: [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/MonitorNacionalMacro\\_nv.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/MonitorNacionalMacro_nv.pdf)
- SAGARPA. 2017. Expectativas de producción Agropecuaria y Pesquera. Available from: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/330761/Expectativas\\_MAYO.\\_actual.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/330761/Expectativas_MAYO._actual.pdf)
- Sánchez-Machado, D. I., J. López-Cervantes, R. Sendón, and A. Sanches-Silva. 2017. Aloe vera: Ancient knowledge with new frontiers. *Trends Food Sci. Technol.* 61:94–102. doi:10.1016/j.tifs.2016.12.005.
- Sanders, C. T., C. L. DeMasie, W. L. Kerr, J. L. Hargrove, R. B. Pegg, and R. B. Swanson. 2014. Peanut skins-fortified peanut butters: Effects on consumer acceptability and quality characteristics. *LWT - Food Sci. Technol.* 59:222–228. doi:10.1016/j.lwt.2014.04.001.
- Sarkar, S., and A. Costa. 2008. Dynamics of open innovation in the food industry. *Trends Food Sci. Technol.* 19:574–580. doi:10.1016/j.tifs.2008.09.006.
- SIAP. 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Serv. Inf. Agroaliment. Pesq. Available from: <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Su, M., C. Liu, K. H. Roux, T. M. Gradziel, and S. K. Sathe. 2017. Effects of processing and storage on almond ( *Prunus dulcis* L.) amandin immunoreactivity. *Food Res. Int.* 100:87–95. doi:10.1016/j.foodres.2017.06.061.
- Tabilo-Munizaga, G., and G. V. Barbosa-Cánovas. 2005. Rheology for the food industry. *J. Food Eng.* 67:147–156. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.05.062.
- Tanti, R., S. Barbut, and A. G. Marangoni. 2016. Oil stabilization of natural peanut butter using food grade polymers. *Food Hydrocoll.* 61:399–408. doi:10.1016/j.foodhyd.2016.05.034.



- Tohidi, H., and M. M. Jabbari. 2012. Important Factors in Determination of Innovation Type. *Procedia Technol.* 1:570–573. doi:10.1016/j.protcy.2012.02.124.
- Torres, N. L., C. Laurido, M. F. Pavan, A. Zapata, and J. L. Martínez. 2017. Plantas medicinales de Panamá 2: Etnobotánica de la Reserva Forestal La Tronosa, Provincia de Los Santos. *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromáticas.* 16.
- Vega, A., N. Ampuero, L. Díaz, and R. Lemus. 2005. EL ALOE VERA (ALOE BARBADENSIS MILLER) COMO COMPONENTE DE ALIMENTOS FUNCIONALES. *Rev. Chil. Nutr.* 32:208–214. doi:10.4067/S0717-75182005000300005.
- Yada, S., G. Huang, and K. Lapsley. 2013. Natural variability in the nutrient composition of California-grown almonds. *J. Food Compos. Anal.* 30:80–85. doi:10.1016/j.jfca.2013.01.008.
- Yada, S., K. Lapsley, and G. Huang. 2011. A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. 8th Int. Food Data Conf. Qual. Food Compos. Data Key Health Trade. 24:469–480. doi:10.1016/j.jfca.2011.01.007.
- Zhao, Y., Y. Ren, R. Zhang, L. Zhang, D. Yu, L. Jiang, and W. Elfalleh. 2018. Preparation of hydrogenated soybean oil of high oleic oil with supported catalysts. *Food Biosci.* 22:91–98. doi:10.1016/j.fbio.2018.01.010.
- Zhao, Y., K. Tu, X. F. Shao, W. Jing, J. L. Yang, and Z. P. Su. 2008. Guía para Entender la Comunicación del Color. *X- Rite.* 83:132–136.

## 8. APÉNDICE

Apéndice 1: evaluación sensorial de diferentes marcas de grasas untables

Sexo

- Hombre
- Mujer

Edad \_\_\_\_\_

Consumes mantequillas de maní o de avellanas.

- Si
- No

En caso de que tu respuesta sea no. ¿Por qué?

---



---



---







---



---

Ordena en cuestión de preferencia del 1 al 5 las siguientes marcas de cremas de almendras o cacahuete.

Siendo el 5 el que más te agrada y el 1 el que menos te agrada

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smucker's</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aladino</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Great Value</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutella</li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skippy</li> </ul>		
------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	--

De tu elección como número 5 que es lo que te agrada más.






---



---



---

		Que fue lo que te gusto.	Que es lo que te desagrado
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smucker's</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aladino</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Great Value</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutella</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skippy</li> </ul>			

## Apéndice 2: cuestionario de evaluación sensorial y carta de consentimiento informado.



### EVALUACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS

Saludos. Le agradecemos su participación en esta prueba de análisis sensorial de una mantequilla de mantequillas untables a base de oleaginosas, donde el propósito es evaluar características específicas de la muestra que a continuación se le presenta.

Enfrente tiene dos muestras de mantequilla de almendras y cacahuete, las cuales se pretende que usted evalué el sabor general, textura untable y agrado global en ambas y de esta manera escoja la que es de mayor agrado.

Pruebe las muestras de izquierda a derecha y marque con una X la respuesta que considere más adecuada para cada una de las muestras.

Categoría	Muestra		Muestras		Muestras	
	Sabor general		Textura untable		Agrado global	
	559	789	559	789	559	789
Me gusta muchísimo						
Me gusta mucho						
Me gusta ligeramente						
Ni me gusta, ni me disgusta						
Me disgusta ligeramente						
Me disgusta mucho						
Me disgusta muchísimo						

## Hoja de consentimiento informado

Hola. Se realiza este Análisis Sensorial de Alimentos, bajo la supervisión de la Dra. Margarita Contreras Padilla con el propósito de determinar la preferencia del consumidor de una mantequilla untada cuya composición está basada en almendras y mucílago de aloe vera y le estamos invitando a participar en nuestro estudio. Su participación consistirá en evaluar la experiencia organoléptica al consumir dichos productos.

Su participación en el estudio es libre y es voluntaria. Esto significa que usted está en libertad de participar o no participar en el mismo, si así lo decidiera durante cualquier etapa del estudio. Si esto ocurre, déjele saber su decisión a la persona a cargo de la investigación.

La información que usted nos brinde en el panel sensorial es **anónima y confidencial**. Esto quiere decir que la hoja de evaluación que se le proporcionará no llevará nombre o información que lo identifique. La información que usted brinde se utilizará solo con propósito del estudio. Una vez complete la hoja de evaluación, ésta se archivará bajo llave en mi oficina en el Proyecto del Centro de innovación y desarrollo de Productos (CAIDEP).

Usted no recibirá beneficios, es decir, incentivos económicos por participar en este estudio.

No se anticipa que usted sufra daños por participar en este estudio. Sin embargo, si se siente incómodo con una o varias preguntas de la hoja de evaluación, está en libertad de no contestarla. Si se siente demasiado incómodo, dígaselo inmediatamente a la persona que administra la hoja de evaluación y se dará por terminada su participación.

Si usted tiene alguna duda acerca del estudio puede aclararla ahora o en cualquier momento que lo desee.  
Muchas gracias.

**He leído esta hoja de consentimiento y he escuchado la explicación dada por el investigador. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas acerca de este proyecto y las mismas me han sido contestadas a mi satisfacción. Mi firma en este documento certifica que yo soy mayor de edad, que tengo capacidad legal para decidir y que consiento a participar.**

\_\_\_\_\_  
Firma del participante / Fecha      Firma del Investigador / Fecha

**Certifico que no tengo condición médica, u otra condición, que me impida ingerir o entrar en contacto con alimentos que contienen todos o algunos de los siguientes ingredientes:**

**Almendras y mucílago de aloe vera.**

\_\_\_\_\_  
Firma del participante / Fecha  
Universitario. Parque Biotecnológico 2º Piso. Tel. 1921200 ext. 38400 y 38409

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador / Fecha      Centro