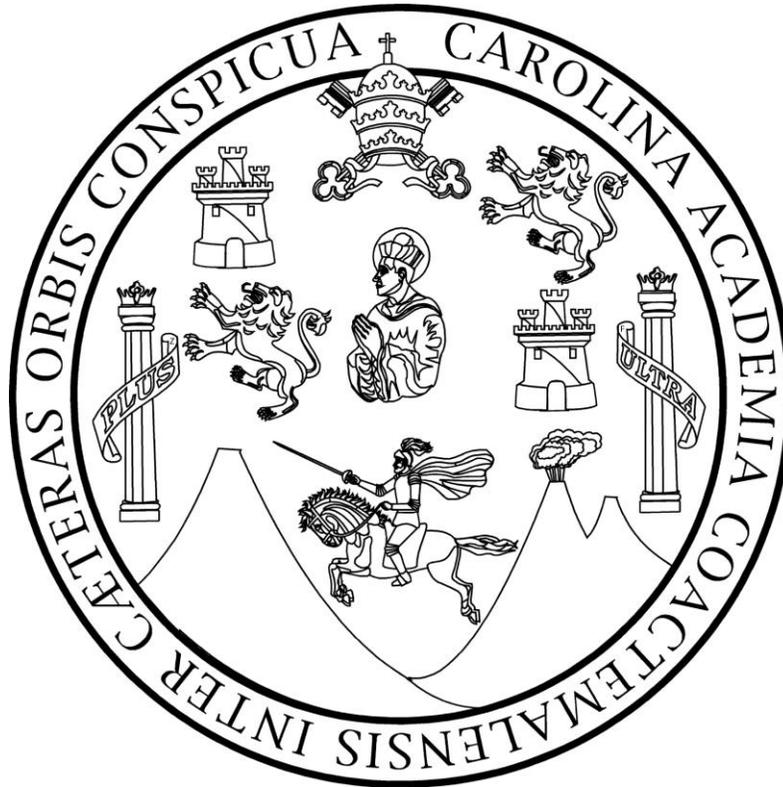


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DESARROLLO DE UNA TORTILLA CHIP A BASE DE MAÍZ, ENRIQUECIDA
CON OMEGA 3 A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE SEMILLAS DE
AJONJOLÍ, CHÍA Y LINAZA”.**

PRESENTADO POR:

T.U. Estefany Rennief Calderón Monge.

200942043

Mazatenango, septiembre de 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

Lcda. Elisa Raquel Martínez González

Vocal

Lic. Irrael Esduardo Arriaza Jerez

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

MSc. Alvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Mauricio Cajas Loarca
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Rodrigo Almengor Posadas
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lic. Henrich Herman León
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por ser la fuente de sabiduría y luz que ha guiado mi vida.

A MI FAMILIA

Por su apoyo total, amor y consejos durante toda mi formación académica y como persona. Este sueño cumplido es para ustedes.

A LA USAC

Mi gloriosa alma mater que me albergó y brindó el conocimiento, las destrezas y formación para desarrollarme como profesional.

A MIS AMIGOS

Por el apoyo, cariño, lealtad en los buenos y malos momentos, ustedes saben quiénes son, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

A MI MADRE

Por ser un modelo a seguir, por tu amor, paciencia y amor incondicional, por apoyarme siempre en todas las circunstancias y etapas de mi vida.

A MIS ASESORES

Al Doctor Marco Antonio del Cid Flores por su paciencia, apoyo y orientación en la realización de este trabajo.

A la Ingeniera Rosario Aguilar por compartir sus conocimientos, guiarme y haberme dado la oportunidad de crecer como profesional.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4.MARCO TEÓRICO	8
4.1Maíz.....	8
4.2 Consumo de maíz en Guatemala	8
4.3 Procesos en la elaboración de tortilla chip.....	9
4.3.1Nixtamalización.....	10
4.3.2 Importancia de la nixtamalización de maíz	11
4.3.3 Reposo	11
4.3.4 Lavado	11
4.3.5 Molienda.....	12
4.3.6 Amasado y moldeado	12
4.3.7 Horneado y enfriado	13
4.3.8 Fritura y aplicación del sabor	13
4.3.9 Empaque	13
4.3.10 Parámetros de control de calidad en tortilla chip	14
4.4 Semillas de linaza	14
4.4.1 Propiedades y beneficios de las semillas de linaza.....	14
4.5 Semillas de chía.....	15
4.5.1 Propiedades y beneficios de las semillas de chía	15
4.6 Semillas de ajonjolí	16
4.6.1 Propiedades y beneficios de las semillas de ajonjolí.....	16
4.7 Aporte de Omega 3 de semillas de ajonjolí, chía y linaza.....	17
4.8 Evaluación sensorial del producto.....	17
4.8.1 Pruebas sensoriales	17
4.8.2 Pruebas afectivas	19
4.8.3 Escala hedónica	19

4.8.4 Factores que influyen en la evaluación sensorial	20
4.8.5 Factores que influyen en la preferencia y aceptación	20
4.8.6 Metodología de evaluación sensorial	20
5.OBJETIVOS	22
5.1 General.....	22
5.2 Específicos.....	22
6.HIPÓTESIS	23
7.RECURSOS.....	24
7.1 Humanos	24
7.2 Institucionales.....	24
7.3 Físicos	24
7.4. Económicos	24
7.5 Materiales y equipos utilizados en la investigación	24
8.MARCO OPERATIVO.....	25
8.1 Descripción del proceso de elaboración de tortilla chip.....	25
8.2 Diagrama de proceso de tortilla chip.....	27
8.3 Prueba sensorial del producto final	28
8.4 Muestras para analizar	28
8.5 Análisis estadístico	28
9.RESULTADOS	29
9.1 Descripción del proceso de elaboración de tortilla chip.....	29
9.2 Resultados de laboratorio de tortilla chip	29
9.3 Resultados de análisis estadísticos t de Student para aspectos sensoriales	30
9.4 Resultados de prueba de preferencia pareada.....	33
10.ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
11.CONCLUSIONES.....	37
12.RECOMENDACIONES	38
13.GLOSARIO	39
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
15.ANEXOS	44
16.APÉNDICES	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Clasificación de pruebas sensoriales según su objetivo.....	44
Anexo 2. Formato de encuesta escala hedónica color	45
Anexo 3. Formato de encuesta escala hedónica olor.....	46
Anexo 4. Formato de encuesta escala hedónica sabor.....	47
Anexo 5. Formato de encuesta escala hedónica textura	48
Anexo 6. Prueba de preferencia pareada realizada a consumidores.....	49
Anexo 7. Distribución T de Student	50
Anexo 8. Valores mínimos de vitaminas y minerales para formular declaraciones.....	51

ÍNDICE DE APÉNDICES

Contenido	Página
Apéndice 1. Resumen de resultados de prueba hedónica color.....	52
Apéndice 2. Resumen de resultados de prueba hedónica olor	53
Apéndice 3. Resumen de resultados de prueba hedónica sabor	54
Apéndice 4. Resumen de resultados de prueba hedónica textura.....	55
Apéndice 5. Resumen de resultados prueba de preferencia pareada.....	56
Apéndice 6. Resultados escala hedónica	57
Apéndice 7. Informe de laboratorio externo omega 3	64
Apéndice 8. Informe de laboratorio externo calcio y hierro.....	65
Apéndice 9. Ficha de especificaciones tortilla chip con semillas.....	66
Apéndice 10. Control de calidad del producto tortilla chip con semillas	67

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Contenido	Página
Gráfica 1 Aceptabilidad de las muestras investigadas.....	58
Gráfica 2 Aceptabilidad total tortilla chip	59
Gráfica 3 Promedios de aceptación textura	60
Gráfica 4 Promedios de aceptación color	61
Gráfica 5 Promedios de aceptación olor.....	62
Gráfica 6 Promedios de aceptación sabor.....	63
Gráfica 7 Prueba de preferencia pareada	64

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Aporte de omega 3 de semillas de ajonjolí, chía y linaza	17
Tabla 2. Color método t de Student.....	30
Tabla 3. Olor método t de Student.....	31
Tabla 4. Sabor método t de Student.....	31
Tabla 5. Textura método t de Student.....	32
Tabla 6. Resumen de aceptabilidad analizado mediante prueba de X^2	32
Tabla 7. Prueba de preferencia pareada.....	33
Tabla 8. Distribución t de Student	50
Tabla 9. Valores mínimos de vitaminas y minerales para formular declaraciones	51
Tabla 10. Resultados escala hedónica	58

RESUMEN

En la actualidad los consumidores prefieren productos que además de satisfacer sus necesidades aporten a su dieta la mayor cantidad de nutrientes posibles, siendo éste uno de los grandes retos que enfrenta la industria de alimentos y bebidas, darles a sus consumidores productos alimenticios que contienen un plus nutricional o que potencialicen algún nutriente esencial.

Debido a este reto que presenta el mercado es necesario que las empresas apuesten por productos con alto valor nutricional llevándolos al desarrollo de productos que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores, es por esto que se realizó el desarrollo de un snack que pudiera contribuir al aporte de omega 3 en los consumidores finales.

Para la elaboración del producto se tomó en cuenta un alimento que es de consumo popular y de una materia prima que es la base de la dieta en la mayoría de los guatemaltecos, desarrollando una tortilla chip de maíz enriquecida con una mezcla de semillas de ajonjolí, chía y linaza; ya que por la naturaleza de estas semillas poseen un alto contenido en Omega 3, teniendo como objetivo principal que este producto final contenga un aporte significativo de Omega 3, pero que además sea aceptable en el mercado.

La investigación se denominó: “DESARROLLO DE UNA TORTILLA CHIP A BASE DE MAÍZ, ENRIQUECIDA A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE SEMILLAS DE AJONJOLÍ, CHÍA Y LINAZA”. Se evaluó una tortilla chip sin semillas previamente aceptada por los consumidores y una tortilla chip enriquecida con semillas para determinar la aceptación del producto nuevo mediante una prueba de preferencia pareada.

Para proceder a declarar que el producto desarrollado contenía omega 3, se tomaron pruebas del producto para realizar análisis de laboratorio externos, los cuales indicaron un contenido alto en ácido alfa-linolénico (ALA).

Entre otras pruebas que se realizaron están las microbiológicas que comprendieron: coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras, las cuales obtuvieron resultados satisfactorios para el producto nuevo.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que se acepta la hipótesis alternativa debido a que la tortilla chip con semillas presenta un aporte de Omega 3 significativo, al incorporarle semillas de ajonjolí, chía y linaza, debido al alto contenido de este ácido graso en la composición proximal de las semillas agregadas. Por lo anterior, se recomienda desarrollar a nivel comercial la formulación de tortilla chip formulada y evaluada.

ABSTRACT

Nowadays, consumers prefer products that, in addition to satisfying their needs, contribute to their diet as many nutrients as possible, this being one of the great challenges facing the food and beverages industry, giving its consumers food products that contain a plus nutritional or that potentiate an essential nutrient.

Due to this challenge presented by the market it is necessary for companies to bet on products with high nutritional value leading them to the development of products that can satisfy the needs of consumers, that is why the development of a snack prepared with corn was carried out that could contribute to the contribution of omega 3 in the final

For the elaboration of the product a food was taken into account that is of popular consumption and of a raw material that is the base of the diet in the majority of the Guatemalans, developing a Nacho of corn enriched with a mixture of seeds of sesame, chia and flaxseed; since the nature of these seeds have a high content of Omega 3, having as main objective that this final product contains a significant contribution of Omega 3, but also be acceptable in the market.

The research was named: "DEVELOPMENT OF A CHIP TORTILLA BASED ON MAIZE, ENRICHED THROUGH THE INCORPORATION OF SEEDS OF AJONJOLÍ, CHÍA AND LINAZA". A chipless tortilla without seeds previously accepted by the consumers and a tortilla chip enriched with seeds was evaluated to determine the acceptance of the new product by means of a paired preference test.

In order to proceed to declare that the developed product contained omega 3, product tests were taken to perform external laboratory analyzes, which indicated a high content of alpha-linolenic acid (ALA).

Among other tests that were carried out are the microbiological ones that included: total coliforms, E. coli, Molds and yeasts, which obtained satisfactory results for the new product.

Based on the results obtained, it is concluded that it accepts the alternative hypothesis because the tortilla contains a significant Omega 3 content, the color of the seeds of sesame, chia and flaxseed, due to the high content of this fatty acid in the proximal composition. of the added seeds. Therefore, it is recommended to develop a commercial level tortilla formulation formulated and evaluated.

1. INTRODUCCIÓN

Cada día aumenta el número de consumidores que prefieren un producto con un alto valor nutricional, derivado de la relación que ha establecido la ciencia entre hábitos alimentarios y enfermedades degenerativas como el cáncer. Todo esto, obliga a las empresas procesadoras de alimentos y bebidas a innovar y brindar a los consumidores productos que contengan un alto valor nutricional o potencializar un nutriente o micronutriente en especial, para satisfacer las necesidades de los consumidores finales y mantenerse activos en el mercado.

Por lo antes expuesto, la presente investigación persigue innovar un producto que permita agregar valor nutricional en las dietas de sus consumidores, específicamente ayudar en el aporte de omega 3, en un producto de alto consumo en Guatemala, como lo son las frituras de maíz, adicionando una mezcla de semillas de ajonjolí, chía y linaza, semillas que son reconocidas por sus aportes de omega 3.

La investigación se denomina: “Desarrollo de una tortilla chip a base de maíz, enriquecida a través de la incorporación de semillas de ajonjolí, chía y linaza”, teniendo como objetivo un producto final que pueda declarar un aporte significativo de omega 3.

Para declarar el omega 3 en el etiquetado, el producto *debe contener 300mg de omega 3 por cada 100 gramos o al menos 40mg, esto según el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) de Etiquetado Nutricional.*

Se realizaron análisis de laboratorio para determinar la cantidad de omega 3 presente en la tortilla chip con mezcla de semillas de chía, ajonjolí y linaza, mediante la

cuantificación de la presencia del ácido poliinsaturado omega 3, dando como resultado que al adicionar la mezcla de semillas a la tortilla chip, se logra el aporte de omega 3 exigido en el RTCA de Etiquetado Nutricional para declarar que un producto lo contiene.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad son más los consumidores que se detienen a leer la información nutricional declarada en los alimentos, dando como resultado que cada vez sea mayor la cantidad de personas que se preocupan por elegir productos que además de satisfacer sus necesidades nutricionales, contribuyen con un aporte y/o impacto positivo en su salud, lo que ha coadyuvado a un incremento en la demanda de compra de alimentos que se encuentren enriquecidos o que dentro de sus ingredientes contengan los denominados superalimentos, llamados así porque poseen un alto contenido en nutrientes y beneficios de la salud o reducción de padecimientos degenerativos.

Todo esto obliga a la industria alimentaria a buscar la innovación mediante el desarrollo de productos que contengan propiedades funcionales, altamente nutritivas y además posean la aceptación en el mercado.

En Guatemala, se consumen muchos “Snacks” siendo los más populares las frituras de maíz. El problema que se presenta en las frituras disponibles en el país es que aportan alta energía calórica, pero no son nutricionalmente balanceadas, no contienen micronutrientes y tienen poca o ninguna proteína disponible. La FDA (Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos), recomienda aumentar el consumo de proteínas y fibra y reducir el consumo de grasas.

Las frituras pueden ser transformadas o desarrolladas para ser productos alimenticios que aporten algunos micronutrientes. Por ejemplo, elaborar procesos y formulaciones innovadoras que permitan que el producto final tenga propiedades

funcionales, adicionando cereales o semillas que posean altos niveles de nutrientes o estén considerados como superalimentos.

Con base en lo anterior se presenta la siguiente interrogante: ¿Qué posibilidad existe de la presencia de omega 3, en el desarrollo de una tortilla chip a base de maíz, a través de la incorporación de semillas de ajonjolí, chía y linaza?

3. JUSTIFICACIÓN

El consumo de frituras en Guatemala es elevado, por lo que la elaboración de alimentos procesados de este tipo ha aumentado, sin embargo, tienen poco o ningún aporte nutricional significativo. Según el reglamento Técnico Centro Americano (RTCA) *se define como alimento procesado a todos aquellos que han sido sometidos a un proceso tecnológico adecuado para su conservación y / o consumo.*

Las semillas de ajonjolí, chía y linaza son ricas en ácidos grasos insaturados, siendo el principal el omega 3, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el aporte nutricional de estas semillas agregadas en una tortilla chip a base de maíz y evaluar si la proporción de OMEGA 3 es adecuada para incorporarlo al empaque de comercialización.

Guatemala es un país que presenta altos índices de desnutrición; algunos autores lo consideran como el primer lugar en desnutrición en América Latina y otros en segundo lugar. Es lamentable que muchas personas consumen alimentos carentes de valor nutritivo o con bajo valor nutritivo.

Uno de los nutrientes indispensables para la adecuada alimentación de las personas es incluir dentro de su dieta el ácido graso Omega 3. Los ácidos grasos omega-3 (**ω-3**) son un grupo de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y de cadena muy larga que se encuentran en alta proporción en los tejidos de ciertos pescados y mariscos; y en algunas fuentes vegetales tales como el aceite de soja, el aceite de canola, las nueces y las semillas de linaza.

Se ha demostrado experimentalmente que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo cual explica por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con omega-3. Las fuentes bibliográficas indican que la ingesta dietética de ácidos grasos ω -3 reduce modestamente el curso de la arteriosclerosis coronaria en humanos. Además, el consumo de omega-3 tiene efectos beneficiosos sobre el cerebro. También hay estudios que sugieren que el consumo de omega 3 durante del embarazo puede tener una buena influencia en el bebé. Altas cantidades podrían disminuir los efectos de la depresión, e incluso grupos de niños en edad escolar aumentaron notablemente su rendimiento después de ingerir pastillas con aceite de pescado rico en omega 3.

Luego del análisis de los elementos teóricos anteriores, se considera que la importancia de esta investigación se fundamenta en el hecho de que las tortillas de maíz son parte fundamental en la gastronomía y dieta de los guatemaltecos y con ellas se hacen tacos, flautas, quesadillas y enchiladas. Las tortillas no sólo se pueden fabricar con maíz nixtamalizado, sino también con harina de maíz, harina de trigo, harina de trigo integral, harina de maíz violeta. Sin embargo, es necesario agregar a la misma, componentes que sean ricos en ácidos grasos, principalmente en Omega 3, debido a las virtudes mencionadas en párrafos anteriores.

Es necesario considerar que dicha adición debe hacerse en un alimento que sea apetecible por la población; por lo cual, en esta investigación se decidió hacerlo en tortillas chip a base de maíz; enriqueciendo las mismas con semillas de linaza, ajonjolí y chía.

Una viruta de la tortilla o tortilla chip es un alimento de bocado hecho de tortillas de maíz, que se cortan en rodajas y fritas, o al horno (o bien pueden ser discos de prensado de masa de maíz y fritos o al horno). El maíz frito similar snack es el chip de maíz, que no es hecha de una tortilla, sino de harina de maíz que ha sido procesado en una forma particular, normalmente una cucharada pequeña. La diferencia principal entre el maíz en tortilla y frituras de maíz es que el maíz en un chip de tortilla ha experimentado un proceso conocido como nixtamalización, que consiste en procesar la materia prima maíz con cal viva.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Maíz

El maíz, o elote (*Zea mays*) es una planta gramínea anual originaria de América, introducida en Europa en el siglo XVI. Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y al arroz. En la mayor parte de los países de América, el maíz constituye la base histórica de la alimentación, principalmente en México y Centroamérica. En estos países, el maíz cuenta con una gran importancia nutricional debido a sus niveles de ingesta, composición química, valor nutritivo y variedad de formas en las que se consume.

En algunos lugares con mayores índices de ingesta de maíz éste representa la fuente del 80% de las calorías y el 70% de las proteínas en la dieta de la población adulta.

4.2 Consumo de maíz en Guatemala

En Guatemala, el consumo de maíz se mantiene en más del 75% de los hogares; se estima que cada persona consume una cantidad mínima equivalente a 8 tortillas medianas per cápita, aunque obviamente hay sitios donde el consumo es mayor y otros donde es menor. También se debe considerar el consumo de otros productos derivados de maíz. En unas regiones se adquieren principalmente las tortillas ya elaboradas como ocurre en las regiones Metropolitana y Nor Oriente (81% y 45% de hogares respectivamente). En otras regiones se adquirió tanto tortillas ya preparadas como maíz en grano, mientras en la región Nor Occidente es mayor el número de hogares que usaron maíz en grano.

Un alto porcentaje de hogares en todas las regiones adquieren las tortillas ya preparadas y el uso de harina de maíz nixtamalizada en los hogares todavía es muy bajo. Es probable que una buena proporción de las tortillas adquiridas ya elaboradas sean preparadas con harina de maíz.

4.3 Procesos en la elaboración de tortilla Chip

Las tortillas chip o tortillas fritas en Guatemala son conocidas como “Nachos”. Puede tener forma triangular o redonda. La tortilla chip, chip de tortilla, totopos o nachos es un aperitivo elaborado a base de tortillas de harina de maíz aplastadas y fritas en aceite vegetal. Las tortillas chip se elaboran con ingredientes muy básicos: maíz, aceite vegetal, sal y agua. Las tortillas chips se inventaron en Los Ángeles entre el año 1940 y 1950. Las tortillas chips pueden encontrarse de forma natural de color amarillo, pero se comercializa en otros colores como blanco, azul o rojo.

La tortilla chip fue inventada por *Rebecca Webb Carranza* al hacer uso de las tortillas deformes rechazadas de la fabricación automática de las tortillas. Carranza encontró que las tortillas desechadas, si se cortaban en triángulos y se freían, eran un bocado exquisito; y al darse cuenta de esto, ella misma los vendió por una moneda de diez centavos a cambio de una bolsa en la fábrica de tortillas *El Zarape*.

Como ingredientes se utilizan el maíz amarillo, maíz blanco, harina de maíz, entre otros. Para hacer los nachos se utiliza una masa gruesa. La masa consiste en una mezcla de maíz mezclado y con cal de grado alimenticio, la cual tiene como función utilizado para romper la cáscara del grano. Luego los granos se muelen para hacer harina. El resto de los ingredientes que se utilizan son: aceite, sal y sazónadores especiales. Las características de las materias primas determinan la calidad del producto terminado, teniendo como los parámetros de calidad la cocción y el color del mismo. Los principales procesos necesarios para la elaboración de la tortilla frita o nachos son: nixtamalización, molienda, amasado, moldeado, horneado, enfriado y fritura.

4.3.1 Nixtamalización

La nixtamalización es el proceso milenario de origen mesoamericano por el cual se prepara la harina de maíz. La palabra proviene de nixtamal, a su vez del náhuatl nextli "cenizas de cal" y tamalli "masa de maíz cocido". En el método tradicional, se hierve el grano del maíz en una olla de barro con dos litros de agua y dos cucharadas de cal por kilo de maíz. Se calienta lentamente mientras se revuelve con un cucharón de madera, luego se hierve, se deja reposar durante la noche hasta el día siguiente, tiempo en el que revienta y se separa el grano de la cáscara (llamada hollejo). Para saber si el proceso fue exitoso, se debe pelar fácilmente el grano de maíz al frotarlo entre los dedos.

En el método industrial, para el cocimiento del maíz se utilizan calderas de cocimiento de acero inoxidable o marmitas cerradas verticales. Se agrega 1% de cal y aproximadamente 18% de agua respecto al peso del maíz. Se calienta indirectamente con vapor y se agita mecánicamente. Las calderas están diseñadas para cocinar a la temperatura de ebullición, o cerca de ella, de la solución cal-agua-maíz.

Las marmitas verticales usan inyección de vapor directo para calentar y agitar la solución cal-agua-maíz en un tanque largo, que sirve para cocinar y al mismo tiempo para el reposo. Adicionalmente, la agitación se realiza con aire comprimido. Como estos sistemas están diseñados para cocinar a temperaturas debajo del punto de ebullición de la solución (185 °F ó 85 °C), el tiempo de cocción es mayor que el de las calderas de vapor. La capacidad de las marmitas verticales varía entre las 3,000 y las 6,000 libras. El tiempo de cocción varía entre pocos minutos y media hora, dependiendo del sistema que se use.

En general, las temperaturas arriba de 155 °F (65 °C) se consideran óptimas. La cocción depende de las características del maíz y de la interacción entre el tiempo, temperatura, concentración de cal, tamaño del grano y la agitación. El nixtamal utilizado para productos fritos se cocina generalmente por menos tiempo que el nixtamal utilizado para las tortillas de mesa. Inmediatamente después del cocimiento, la solución se apaga y se enfría rápidamente hasta

llegar entre 154 – 162°F (68 – 72 °C). Esta reducción de temperatura disminuye la absorción durante el tiempo de remojo. Este paso ayuda a mejorar la consistencia de la masa para que absorba menos aceite durante la fritura. Después del enfriado, se deja en reposo por 8 horas mínimo.

4.3.2 Importancia de la nixtamalización del maíz

El cocimiento alcalino ha tenido implicaciones muy importantes como base del desarrollo de las culturas mesoamericanas.

Los cambios químicos durante el proceso de elaboración dan maleabilidad a la masa y a las tortillas. El proceso de nixtamalización aumenta la biodisponibilidad de aminoácidos, el contenido de fósforo y calcio, de fibra soluble y almidón resistente, el contenido de ácido fítico disminuye también, mejorando con ello la absorción de minerales.

4.3.3 Reposo

Si se utiliza una marmita vertical, los granos se dejan en reposo entre 8 y 16 horas en el tanque de cocimiento; si se utiliza una caldera de vapor, se transfieren a tanques de reposo. El reposo permite que el agua se absorba, lo que ayuda a desintegrar la cáscara y a suavizar el núcleo del grano. Durante el tiempo de reposo la temperatura baja a 104° F (40 °C).

4.3.4 Lavado

Después de cumplir el tiempo de reposo, el maíz se bombea hacia las lavadoras de nixtamal construidas de acero inoxidable. Se escurre el agua residual y el maíz se lava con agua presurizada o sistemas de atomización. La mayor parte del pericarpio y el exceso de cal son removidos en esta etapa. El proceso comercial de lavado se puede hacer en dos tipos de equipo: lavadora de tambor o sistema de plataforma baja Lowboy system.

4.3.5 Molienda

La molienda empieza cuando un transportador de tornillo en la base de la tolva empuja al nixtamal hacia una abertura entre las piedras, donde se traspasa el grano. El material viaja hacia afuera desde el centro hasta el perímetro de las piedras. Se agrega agua durante la molienda para enfriar las piedras, prevenir desgaste y reducir la temperatura de la masa. Para un molino con una capacidad de 600kg/h, se debe agregar entre 0.6 y 1.2 litros de agua por minuto. Esto incrementa la humedad de la masa para facilitar el moldeado posterior.

Así como las piedras, también la humedad depende del producto final que se desea. El tamaño de partícula de la masa es el resultado de varios factores: el grado de cocción del nixtamal, el tamaño y profundidad de las ranuras en las piedras del molino, la abertura entre las piedras, el agua utilizada durante la molienda y el tipo de maíz utilizado.

4.3.6 Amasado y moldeado

Luego, la masa gruesa es amasada y mezclada hasta obtener una masa plástica que alimenta los rodillos laminadores. La masa se lamina en una capa muy fina que se corta de acuerdo con la configuración del molde. El grosor de la lámina determina el peso del producto final. La laminación empieza cuando la masa es alimentada en medio de un par de rodillos lisos generalmente recubiertos de teflón, uno rotativo contra las agujas del reloj y el otro con las agujas del reloj. El espacio entre los rodillos es ajustable, por lo que se pueden formar productos de diferente grosor.

La masa pasa en medio de los rodillos, y se separa de ellos por medio de unas espas colocadas en la parte frontal y trasera de los rodillos. El cortador gira debajo de uno de los rodillos. Se pueden configurar diferentes moldes: triangulares, circulares, rectangulares, entre otros. Los pedacitos de masa cortados caen del rodillo sobre una banda que los transporta hacia el horno.

4.3.7 Horneado y enfriado

Generalmente se utiliza un horno de gas para hornear la masa formada. Se hornea a temperaturas entre los 500-554 °F (260 – 290 °C) con un tiempo que varía entre los 35 y 50 segundos. El horneado resalta el sabor alcalino, reduce la humedad y la absorción del aceite durante la fritura. Los nachos se enfrían transportándolos a través de una serie de bastidores de enfriamiento abiertos. Durante este proceso continúan perdiendo humedad (arriba del 3%) y ésta se distribuye de mejor manera.

4.3.8 Fritura y aplicación del sabor

El próximo paso consiste en freír los nachos utilizando temperaturas entre los 338 - 374 °F (170 - 190 °C) por 50 – 80 segundos. La temperatura de la fritura y el tiempo dependerán del tipo de productos. La sal y el sazónador se deben aplicar inmediatamente después de la fritura mientras los nachos están todavía calientes. Estos se transportan a un cilindro inclinado rotativo, donde una mezcla líquida de sazónador se rocía sobre ellos. Generalmente esta mezcla tiene aceite caliente, sal, sazónadores, sabores y colores. Cuando se enfría, el aceite se cristaliza formando una cobertura de sabor.

4.3.9 Empaque

Las tortillas fritas se llevan a temperatura ambiente e inmediatamente se empacan en bolsas que tengan alta barrera a la humedad. Debido a que los productos fritos son muy higroscópicos, si se retrasa el empaque puede causar pérdida de textura. Al final el producto tiene una humedad aproximada de 1.5% y se transporta a la máquina de empaque. Esta máquina pesa y deposita la cantidad establecida en el envase final, el cual por último se sella.

4.3.10 Parámetros de control de calidad en tortillas chip

Los parámetros de control de calidad en las frituras son fundamentales, los cuáles consisten en controlar lo siguiente durante el proceso:

- Temperatura de cocción de maíz
- Humedad de masa
- Granulometría de masa
- Temperatura de horneado y frito
- Deterioro de ácidos grasos del aceite
- Humedad de producto final
- Porcentaje de sal
- Empaque final

4.4 Semillas de linaza

La linaza es la semilla de la planta *Linum usitatissimum* (lino). Es usada para consumo humano, por ejemplo, en infusiones. De la semilla se extrae el aceite de linaza, el cual es rico en ácidos grasos de las series Omega 3, Omega 6 y Omega 9.

4.4.1. Propiedades y beneficios de las semillas de linaza

Una de las maravillas de la semilla de linaza es que contiene una sustancia que se asemeja a la prostaglandina, la cual regula la presión y función arterial, cuyos beneficios juegan un papel importante en el metabolismo de las grasas, del calcio y de la energía. El lino es el único alimento que bloquea el camino del estrógeno. Ello se debe a que contiene esa rara combinación de un estrógeno débil y un ácido graso omega-3.

Las semillas de lino poseen gran cantidad de fibra dietética, son la fuente vegetal más rica que se conoce de ácidos grasos Omega 3 y la fuente más rica de estrógenos débiles, lo que la convierte en un superalimento. El lino también puede reducir el estrógeno en las células grasas, limitar el efecto de estímulo del estrógeno, prolongar el período menstrual y aumentar el número de transportadores de estrógeno. Los fitoquímicos llamados lignanos, son potentes anticancerígenos.

Su cantidad de fibra es superior a cualquier otro cereal y por ello el lino es muy aconsejable en dietas para adelgazar, para reducir el colesterol y prevenir el estreñimiento. El Omega 3 que posee el lino, supera al del pescado o a cualquier vegetal o cereal. Los lignanos actúan en la prevención del cáncer de mama y colon, estos están al alcance de todas las personas simplemente con añadir semilla de linaza molida a sus dietas.

Las ligninas, de acuerdo a investigaciones científicas, luchan contra los químicos causantes de los tumores cancerosos y bloquean a los receptores de estrógeno, lo cual podría reducir el riesgo de cáncer de colon, cáncer de pulmón, cáncer de próstata, cáncer de mama.

4.5 Semillas de chía

La chía o chan (*Salvia hispanica* L.) es una planta herbácea de la familia de las lamiáceas; es nativa del centro y sur de México, El Salvador, Guatemala y Nicaragua y, es una de las especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso alfa-linolénico omega 3.

4.5.1 Propiedades y beneficios de las semillas de chía

Las semillas de chía representan la fuente vegetal con más alta concentración de Omega 3. Poseen un 33% de aceite, del cual el ácido alfa-linolénico (omega 3) representa el 62% y el linoleico (omega 6) el 20%. La chía es el cultivo con mayor porcentaje de ácidos grasos esenciales (AGE) al tener el 82% de sus lípidos con dicha característica.

Se denominan ácidos grasos esenciales (AGE) a un grupo de ácidos grasos que el organismo no puede fabricar y que tienen que ser ingeridos a través de los alimentos o de los complementos. Se diferencian de los no esenciales (ácidos grasos saturados y mono insaturados) en que estos últimos se pueden obtener a partir de otros nutrientes.

Los ácidos grasos esenciales (AGE) tienen funciones muy importantes en el organismo: ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares, a normalizar la tensión arterial elevada, a mantener la flexibilidad de las membranas celulares, reducen el nivel de colesterol, protegen el corazón, mejoran la salud del sistema nervioso e inmunológico, etc.

4.6 Semillas de ajonjolí

El ajonjolí es una planta herbácea conocida con el nombre de *Sesamun Indicum*. También se la conoce con el nombre de sésamo, y sus semillas son habitualmente muy utilizadas en la cocina para la elaboración de una gran diversidad de recetas; también desde un punto de vista medicinal, gracias a que ayuda en el tratamiento y prevención de diversas dolencias.

Pertenece a la familia de las Pedaliáceas, pudiendo alcanzar hasta el metro de altura. Es una planta fácilmente distinguible, ya que ofrece unas flores características, de un llamativo color blanco-rosáceo.

4.6.1. Propiedades y beneficios de las semillas de ajonjolí

El ajonjolí o sésamo destaca por su alto contenido en ácidos grasos omega-3 y omega-6, que ayudan a reducir el colesterol LDL y los triglicéridos, previniendo por tanto el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Gracias a su alto contenido en fibras, el ajonjolí es un alimento especialmente útil para depurar el organismo de forma natural.

Entre otros aspectos, su consumo regular en una dieta equilibrada ayuda a normalizar el funcionamiento del intestino, ayudando no solo a depurar el organismo y a eliminar las toxinas. Destaca por su alto contenido en calcio (675 mg), hierro (9 mg) y zinc (5 mg). El calcio es fundamental para los huesos y dientes, el hierro ayuda a prevenir la anemia y el zinc previene la infertilidad masculina.

4.7 Aporte de Omega 3 de semillas de ajonjolí, chía y linaza

Tabla 1. Aporte de omega 3 de semillas de ajonjolí, chía y linaza

SEMILLAS	APORTE DE OMEGA 3
Ajonjolí por cada 100 gramos	30 a 50 gramos de omega 3
Chía por cada 100 gramos	30 gramos de omega 3
Linaza por cada 100 gramos	50 gramos de omega 3

Fuente: elaboración propia, 2018.

4.8. Evaluación sensorial del producto

La evaluación sensorial es una disciplina de la química analítica de los alimentos y se ocupa de los métodos y procedimientos de medición en los cuales los sentidos humanos constituyen el instrumento. Para lograr que los resultados de la evaluación sensorial sean objetivos, no totalmente dependientes de las observaciones e informes de un individuo, y verificables por otros, es indispensable asegurar las siguientes condiciones:

- Instalaciones adecuadas para la cata
- Presentación y preparación de muestras
- Panel de catadores entrenados
- Empleo de métodos estadísticos para el cálculo del resultado de la prueba sensorial.

4.8.1 Pruebas sensoriales

Uno de los aspectos de mayor importancia para la obtención de resultados confiables es la selección de pruebas sensoriales adecuadas a los objetivos. En la práctica se ha comprobado que éste es uno de los aspectos en el cual más confusión ha existido y existe. Para facilitar la comprensión de los tipos de

pruebas sensoriales éstas se clasificarán en dos grandes grupos: pruebas analíticas y pruebas afectivas.

Las pruebas analíticas tienen como objetivo, la evaluación comparativa o descriptiva de la calidad mediante un grupo reducido de catadores experimentados, adiestrados o expertos, mientras que las afectivas, por el contrario, brindan información acerca de la preferencia o aceptación que tienen los consumidores por el producto que se evalúa, para lo que se debe trabajar con un gran número de degustadores no adiestrados, es decir, consumidores representativos de la población.

Un error generalizado es utilizar catadores en las pruebas afectivas, o lo que es peor aún, consumidores en pruebas analíticas. Estos errores deben evitarse. Presenta la clasificación de las pruebas sensoriales en función de los objetivos. Esta clasificación permite identificar el tipo de prueba a partir del objetivo, por lo que resulta muy práctica.

Las definiciones que se han establecido para el concepto de “análisis sensorial” son diversas. Según la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de los Alimentos (1975): el “análisis sensorial” es la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Hay que señalar que, etimológicamente, la palabra “sensorial” proviene del latín estímulo, estímulos generados por los alimentos, esto no significa que se obtenga una información subjetiva, ya que los estímulos y las respuestas se dan en unas condiciones bien establecidas y controladas.

Son varias las disciplinas que, de una u otra forma, intervienen en el análisis sensorial. Entre ellas están la psicofisiología, que intenta explicar la forma por la que los sentidos se impresionan, así como su posterior interpretación y respuesta en el cerebro: la psicología, que propone la forma de transformar una técnica claramente subjetiva en un instrumento de medida objetivo; la estadística, que ayuda a extraer conclusiones mediante la transformación y reducción de la

información total proveniente de los datos, y la sociología, que ayuda a interpretar los resultados anteriores, ya depurados, a la luz de usos y costumbres de los colectivos a que se dirigen a los productos (Ibáñez Moya & Barcina Angulo, 2001 *Análisis sensorial de alimentos* <https://www.kilibro.com/books/840700801X/analisis-sensorial-de-alimentos>).

4.8.2 Pruebas afectivas

Para el presente estudio, se utilizará una prueba afectiva. El objetivo de las pruebas afectivas es conocer el gusto, la aceptación o reacción de los consumidores ante un determinado producto o productos. Lo más importante en estas pruebas es la selección de un grupo de degustadores representativos de los consumidores. Por lo general, se requieren grupos grandes de individuos de más de 30 personas, aunque en algunos casos se realizan pruebas tentativas con grupos reducidos de consumidores, generalmente trabajadores de la institución que realiza la prueba.

En estos casos se debe seleccionar cuidadosamente a los degustadores, pues la participación de una población no representativa puede provocar un sesgo tal que desvirtúe los resultados e impida su utilización, aún como orientación preliminar.

4.8.3 Escala hedónica

Es la más popular de las escalas afectivas, en este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. Se utiliza en la industria para medir la posible aceptación del alimento.

La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 ó 5 puntos. Las que se utilizan generalmente son las estructuradas de 5 puntos, que van desde “me gusta muchísimo”, hasta “me disgusta muchísimo”, pasando por “ni me gusta ni me disgusta”. Los resultados del panel se analizan por varianza, pero también pueden transformarse en ranking y analizar por cómputos.

4.8.4 Factores que influyen en la evaluación sensorial

De la gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la evaluación sensorial hay que considerar los siguientes, que pueden agruparse en cinco grupos:

- Factores de personalidad o actitud
 - Factores relacionados con la motivación
 - Errores psicológicos de los juicios
 - Factores que dependen de la relación entre estímulo y percepción.
- Adaptación (Wittig de Penna, 2001, pág 133).

4.8.5. Factores que influyen en la preferencia y aceptación

La aceptación de un alimento varía con el estándar de vida y nivel cultural. La preferencia en cambio involucra una selección al elegir. Está influenciada por prejuicios, principios religiosos, modas respecto de calidad, etc.

Los hábitos alimentarios también experimentan cambios, y sufren la influencia de la moda. También se debe destacar el nivel de ingresos: las preferencias de un grupo de nivel económico alto son en general orientadas a mayor consumo de grasas y dulces, y más vulnerable a los cambios y modas de nuevos alimentos o de preparación y presentación más sofisticada. Son muchos los factores que se combinan para ejercer en la selección y aceptación de un alimento. La forma como estos elementos influyen e interactúan es difícil de explicar (Wittig de Penna, 2001, pág 133).

4.8.6 Metodología de evaluación sensorial

Uno de los aspectos de mayor importancia para la obtención de resultados confiables es la selección de pruebas sensoriales adecuadas a los objetivos. En la práctica se ha comprobado que éste es uno de los aspectos en el cual más confusión ha existido y existe. (Torricella Morales, Zamora Utset, & Pulido Alvarez, 2007, página 135). Para facilitar la comprensión de los tipos de pruebas

sensoriales éstas se clasificarán en dos grandes grupos: métodos para test de respuesta subjetiva y métodos para test de respuesta objetiva (Wittig de Penna, 2001, página 134). La información que proporciona la evaluación sensorial se puede usar con diferentes propósitos, por ejemplo:

- Mantenimiento y mejoramiento de la calidad
- Desarrollo de nuevos productos
- Análisis de mercado
- Reacción del consumidor
- Correlación entre evaluación sensorial y métodos físicos, químicos y microbiológicos
- Efectos de procesamiento
- Selección y entrenamiento de jueces calificados
- Influencia de las materias primas sobre el producto acabado
- Evaluación de la calidad
- Efectos del almacenamiento, etc. (Wittig de Penna, 2001, página 135).

Cada uno de estos propósitos requiere de un test adecuado. Algunos de estos se practican en laboratorios de evaluación sensorial. Usa equipos de laboratorio y panel de degustadores, a veces se requiere un panel altamente entrenado u/y otras veces se requiere un gran número de consumidores, sin entrenamiento, y que no formen parte del equipo de trabajo (Wittig de Penna, 2001, página 135).

5. OBJETIVOS

5.1 General

Desarrollar una tortilla chip, enriquecida con omega 3 a través de la incorporación de semillas de ajonjolí, chía y linaza.

5.2 Específicos

- Establecer el contenido de omega 3, calcio y hierro en tortilla chip con semillas.
- Determinar la aceptabilidad sensorial de la tortilla chip al agregarle semillas, en comparación con otra tortilla testigo.

6. HIPÓTESIS

Ho: La tortilla chip desarrollada no presenta alto contenido de Omega 3, al incorporarse semillas de ajonjolí, chía y linaza.

Ha: La tortilla chip desarrollada presenta alto contenido de Omega 3, al incorporarse semillas de ajonjolí, chía y linaza.

7. RECURSOS

7.1. Humanos

- T.P.A. Estefany Rennief Calderón Monge
- Personal de planta procesadora de snacks.
- Asesores: Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores, Inga. María del Rosario Aguilar Sánchez.

7.2. Institucionales

- Laboratorio de Productos Alimenticios YAESTÁ
- Laboratorio externo de Análisis de Alimentos, Ciudad de Guatemala.

7.3 Físicos

- Planta productora de snacks.
- Oficina para panel sensorial de planta productora de snacks.

7.4 Económicos

Los gastos que conlleve la tesis serán sufragados por la tesista.

7.5. Materiales y equipos utilizados en la investigación

- Platos de polietileno
- Tablas de picar
- Cuchillos
- Vasos de polietileno
- Palillos
- Servilletas desechables
- Bolsas para desecho
- Agua purificada
- Muestras
- Etiquetas
- Boleta de evaluación
- Lapiceros

8. MARCO OPERATIVO

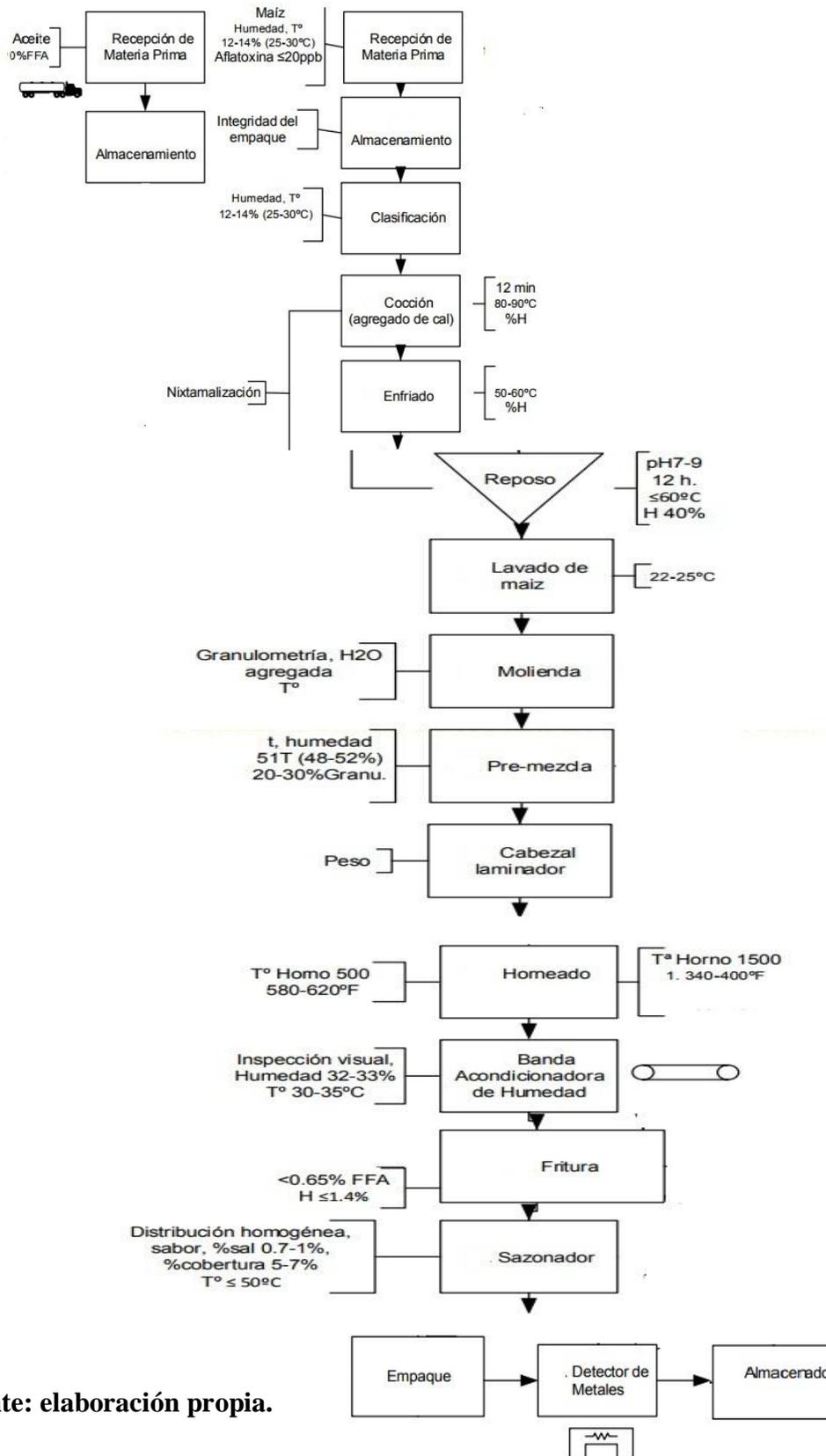
8.1 Descripción del proceso de elaboración de tortilla chip

- Recepción de materia prima: se recibió maíz blanco, semillas de chía, linaza y ajonjolí. El maíz se sometió a análisis de humedad (12-14%) y aflatoxinas el cuál presentó menos de 20ppb de presencia para poder ser recibido y posteriormente utilizado.
- Almacenamiento y limpieza: el maíz fue almacenado en una bodega donde se limpió por medio de tamizado, esto con la finalidad de haber eliminado cualquier material extraño presente en la materia prima.
- Nixtamalización: durante este proceso al maíz pasó a una marmita de cocción donde se le añadió 1% de cal y se llevó a temperaturas de 80°C-90°C durante aproximadamente 12 minutos para finalizar con éxito el proceso.
- Enfriado: el maíz se rebajó a temperaturas entre 50°C-60°C, añadiendo agua a temperatura ambiente.
- Reposo: el reposo fue de 10 horas, al final el maíz obtuvo un pH satisfactorio al momento de la prueba cumpliendo con los parámetros establecidos.
- Lavado de maíz: se realizó con la finalidad de eliminar los residuos de cal, a temperaturas entre 22°C-25°C.
- Molienda: el proceso de molienda se realizó por medio de piedras, en este paso se midió la granulometría (20-30%) y humedad (48-52%) de la masa y la humedad.
- Incorporación de semillas: se realizó por medio de un dosificador de semillas que controla la cantidad de semillas

añadidas por minuto. (Las semillas son previamente sometidas a calor, para inactivar las lipasas presentes).

- Laminado: la masa fue pasada por laminadores que le dieron a la masa la forma deseada del snack, en este caso triangular.
- Horneado: las formas laminadas pasaron al horno el cual se encontraba a una temperatura de 340°F-400°F
- Enfriado: se le realizó una inspección visual y un análisis de humedad que se encontró entre 32-33% antes de entrar al proceso de fritura.
- Fritura: los ácidos grasos del aceite estaban menores al 50% para poder freír los snacks. Al salir del freidor se le realizó análisis de humedad la cual se encontró menor al 1.4%.
- Sazonado: el sazonado se realizó únicamente con una baja cantidad de sal, además se le realizó un análisis de porcentaje de sal para determinar su contenido, el cual no fue mayor al 1%.
- Empaque: la tortilla chip se empacó en bolsas laminadas, las empacadoras cuentan con un detector de metales para asegurar la calidad del producto final.
- Almacenamiento: el producto se procedió a guardar en la bodega de Desarrollo de Productos nuevos, donde se realizaron análisis sensoriales con el panel entrenado, además se analizaron muestras en un laboratorio externo para comprobar la cantidad de omega 3, calcio y hierro contenido en tortilla chip simple y con semillas.

8.2 DIAGRAMA DE PROCESO DE TORTILLA CHIP



Fuente: elaboración propia.

8.3 Prueba sensorial del producto final

La prueba sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de panelistas entrenados de la empresa Productos Alimenticios Yaestá, el panel está conformado por 8 ingenieros en Alimentos previamente entrenados. Se evaluaron aspectos tales como: olor, color, sabor, textura comparando la tortilla chip simple y la tortilla chip con semillas. Se utilizó una escala hedónica de siete puntos.

Además, se realizaron 50 pruebas sensoriales de preferencia pareada al consumidor en los mayores puntos de venta de la empresa como por ejemplo Wal-Mart y otros supermercados ubicados en la ciudad capital.

8.4 Muestras para analizar

Se tomaron muestras significativas de tortilla chip con semillas para analizar en un laboratorio externo, para poder determinar el contenido de omega 3, calcio y hierro. En el laboratorio interno de la planta se realizó: análisis de aflatoxinas, porcentaje de humedad, porcentaje de ácidos grasos del aceite, pH de masa, porcentaje de sal del producto final y además análisis microbiológicos al mismo.

8.5. Análisis estadístico

Se realizaron pruebas sensoriales y se determinó el resultado por el método estadístico de T-student y prueba no paramétrica de Chi Cuadrado X^2 . La prueba de t de Student permitió determinar si diferentes tratamientos muestran diferencias significativas o por el contrario puede suponerse que sus medias poblacionales no difieren. Con la prueba de X^2 , se pudo establecer si existe algún tipo de varianza entre los atributos sensoriales de acuerdo con la muestra (tratamiento) utilizado.

9. RESULTADOS

9.1. Descripción del proceso de elaboración de tortilla chip

El proceso de elaboración de la tortilla chip con semillas se realizó a nivel industrial, pero con principios de un producto artesanal. Para calcular el porcentaje teórico de semillas en el producto final se utilizaron los datos de la Tabla 1 de este documento donde señala la cantidad de omega 3 que contiene cada semilla, que es aproximadamente 30 miligramos a 50 miligramos de omega 3 por cada 100 gramos de semillas.

Por cada kilogramo de masa de maíz, se agregaron 100 gramos de semillas mixtas (chía, ajonjolí y linaza) para obtener aproximadamente de 30 a 50 gramos del ácido graso omega 3 según la teoría, esto con el fin de cumplir con los 40mg a 300mg por cada 100 gramos de producto según el Reglamento Técnico Centroamericano de etiquetado nutricional. Los cálculos teóricos se comprobaron mediante un análisis de laboratorio.

9.2. Resultados de laboratorio omega 3, calcio y hierro

Para realizar los análisis de laboratorio se tomó una muestra significativa de producto del lote realizado. El análisis para determinar el contenido nutricional de la tortilla chip con semillas se envió a un laboratorio aprobado para la verificación. La muestra tomada presentó contenido significativo de omega 3, 910mg/kg de producto, de calcio 1058.9mg/kg de producto y hierro 23mg/kg de producto, lo cual indica que la proporción agregada de semillas sí es la adecuada para declarar un producto funcional. (Ver apéndice 7 y 8)

Adicional se realizaron pruebas microbiológicas de coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras, en el laboratorio de la empresa realizada el proyecto de tesis, en las cuales se obtuvo resultados dentro de los parámetros establecidos por la legislación alimentaria para dicho producto. (Ver apéndice 9)

9.3. Resultados de análisis estadístico por el método de t de Student para aspectos sensoriales de la tortilla chip

Tabla 2. Color método t de Student

Muestra	Media Aritmética	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia	T calculado	T tabulado
A	3.97	2.06	0.5267	1.272	1.699 NS
B	3.30	1.95			

En la tabla anterior se muestra el análisis estadístico de t de Student para la variable color. La evaluación de color se hizo con una escala hedónica de 7 puntos. El promedio para la tortilla chip con semillas de linaza, chía y ajonjolí fue de 3.97 puntos en promedio, mientras que la tortilla simple fue de 3.30 puntos. La diferencia de resultados es matemática, no existió diferencia estadística alpha 0.05 entre los valores, sin embargo, es sustancial la diferencia debido a que en una escala de 7 puntos, una diferencia de aceptabilidad en color de 0.67 puntos equivale a una diferencia favorable de 16.88% para el tratamiento experimental. Además que es evidente que se mejoró el valor nutricional del producto. El tratamiento A corresponde al tratamiento experimental (tortilla con adición de semillas de linaza, chía y ajonjolí) y el tratamiento B corresponde al testigo (tortilla sin adición de semillas).

Tabla 3. Olor método t de Student

Muestra	Media Aritmética	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia	T calculado	T tabulado
A	4.00	1.91			
			0.5089	1.120	1.699 NS
B	3.43	1.96			

En lo referente a Olor, en la tabla anterior se observa que el puntaje para el tratamiento experimental fue de 4.00 y del testigo de 3.43 puntos. No existió diferencia estadística; sin embargo es evidente la diferencia matemática, la cual, al ser expresada en porcentaje es de 14.25% en favor del tratamiento A (tratamiento experimental = tortilla con adición de semillas de ajonjolí, chía y linaza).

Tabla 4. Sabor método t de Student

Muestra	Media Aritmética	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia	T calculado	T tabulado
A	3.87	2.06			
			0.5414	0.8681	1.699 NS
B	3.40	2.06			

Para el atributo sabor, el puntaje del tratamiento experimental fue de 3.87 y del testigo de 3.40. Tampoco existió diferencia estadística, pero si una diferencia matemática importante, pues equivalente a 12.15% a favor del tratamiento experimental.

Tabla 5. Textura método t de Student

Muestra	Media Aritmética	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia	T calculado	T tabulado
A	3.57	1.80			
			0.4857	0.618	1.699 NS
B	3.27	1.90			

Para el atributo de textura, el puntaje del tratamiento experimental fue de 3.57 y del testigo de 3.27, no existió diferencia estadística, pero si matemática, el equivalente fue de 8.40% a favor del tratamiento experimental.

Tabla 6. Resumen de aceptabilidad analizado mediante prueba de X^2

Atributo	Muestra A	Muestra B	TOTAL
Color	119	99	218
Olor	120	103	223
Sabor	116	102	218
Textura	107	98	205
Total	462	402	864

$$X_{2c} = 0.211$$

$$X_{2t} = 7.815$$

La tabla 6 corresponde al resumen de la prueba de aceptabilidad, para los atributos color, olor, sabor y textura. Puede observarse que en todos los atributos evaluados existe superioridad del tratamiento A (tratamiento experimental= tortilla con adición de harina de semillas de linaza, chía y ajonjolí). Se utilizó la prueba de Chi Cuadrado, tomando en cuenta que es una prueba no paramétrica que permite establecer correspondencia entre variables cualitativas. Debido a que el valor de X^2_c es menor que X^2_t , se concluye que la calificación asignada para cada uno de los atributos evaluados no incide en la aceptabilidad de la muestra.

9.4. Resultados de prueba de preferencia pareada

Los resultados obtenidos de la prueba de preferencia pareada, fueron de 50 consumidores que se eligieron al azar. La tortilla chip con semillas obtuvo mayor aceptabilidad (76%), que la tortilla chip simple (24%).

Tabla 7. Prueba de preferencia pareada

Tortilla chip	Tortilla chip con semillas
12 personas escogieron la muestra, haciendo referencia a que les gustaba el sabor.	38 personas escogieron la muestra con semillas, haciendo referencia a su originalidad y buen sabor.

Fuente: elaboración propia. Ver apéndice 6. Gráfica 7.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la elaboración de tortilla chip con semillas, determinaron la presencia del ácido graso poliinsaturado (omega 3) en cantidades significativas. Los ácidos grasos Omega-3 son un tipo de grasa poliinsaturada, considerados esenciales porque el cuerpo no puede producirlos. Por lo tanto, deben incorporarse a través de los alimentos. Las semillas de ajonjolí, chía y linaza son ricas en omega 3, razón por la cual se incorporaron en el producto a desarrollar.

Al realizar la lectura analítica del producto, se obtuvo 910 miligramos por cada 100 gramos de producto, el dato anterior se obtuvo mediante análisis de laboratorio, dando positivo el ácido alfa-linolénico (AAL), el cual está formado por una cadena de 18 carbonos con tres dobles enlaces de configuración cis. El primer doble enlace está ubicado en la posición n-3 o en la punta omega del ácido graso; es por ello por lo que el AAL se considera un ácido graso n-3 (omega-3) poliinsaturado, que puede declararse omega 3.

Lo anterior coincide con lo expresado en *Dietary Guidelines for Americans*, quienes manifiestan que los ácidos grasos Omega-3 se encuentran en alimentos como el pescado y la linaza, chía y nueces negras, y en suplementos dietéticos como el aceite de pescado. Por otra parte, destacan también que los ácidos grasos omega-3 son componentes importantes de las membranas que rodean cada célula en el organismo. Las concentraciones de DHA son especialmente altas en la retina (ojo), el cerebro y los espermatozoides. Los omega-3 también proporcionan calorías para dar al organismo energía y tienen muchas funciones en el corazón, los

vasos sanguíneos, los pulmones, el sistema inmunitario y el sistema endocrino (la red de glándulas productoras de hormonas).

El Reglamento Técnico Centro Americano de Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para la población a partir de los 3 años 67.01.60:10 (13.7), hace la siguiente referencia: “*para poder declarar el omega 3 en el etiquetado se debe contener 300mg de omega 3 por cada 100 gramos o al menos 40mg*”. En base a los resultados y a que el producto cumple con lo establecido por la ley que rige el etiquetado en Guatemala, se procedió a realizar el arte y etiqueta del producto, donde se hace referencia de que el alimento contiene omega 3.

Además, fue necesario determinar si en la tortilla chip con semillas, se encontraban cantidades que cumplieran con la normativa de los minerales calcio y hierro. La utilización de hidróxido de calcio en la transformación del maíz en tortillas aumenta considerablemente (hasta en un 400 por ciento) el contenido de calcio del producto es por eso por lo que en los análisis de laboratorio se obtuvieron resultados de 1058.9mg/Kg de calcio en el informe de laboratorio.

Por otra parte, los resultados de hierro en el producto fueron de 23mg/kg de muestra analizada, que son cantidad permisibles establecidas en el cuadro de valores mínimos de vitaminas y minerales para formular declaraciones de propiedades del Reglamento Técnico Centro Americano de Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados Para Consumo Humano (Ver anexo 8. Tabla 2) para declarar en la tabla nutricional del producto. Por su naturaleza el hierro es obtenido en el maíz en altas cantidades.

Para determinar la aceptación sensorial del desarrollo, se realizó una prueba t de apareamiento simple, en donde se entrevistaron a cincuenta personas. La muestra que obtuvo el mayor porcentaje de aceptación fue la de tortilla chip con semillas con el 76%, resaltando en los comentarios que las semillas le daban un toque adicional de sabor al producto final, a diferencia de la muestra de tortilla chip sin semillas que obtuvo un 24% de aceptación.

Los datos anteriores son muy importantes, tomando en cuenta que no solo se logró incrementar el valor nutricional de la tortilla chip, sino que también se mejoró la aceptabilidad de la misma, por lo cual se considera que son muy valiosos los resultados y hallazgos obtenidos en la presente investigación.

Los resultados obtenidos, también permiten recomendar la utilización de las semillas de chía, linaza y ajonjolí, por su alto contenido de Omega 3; ya que, son moléculas estructurales que se encuentran en las membranas celulares, especialmente en el cerebro y su consumo está asociado a una mejor salud neurológica, a la disminución de la depresión y a un menor riesgo de demencia). Asimismo, también juegan un papel esencial en otros procesos celulares como la inflamación, la inmunidad y la coagulación sanguínea.

Cabe indicar que a pesar de que no existen diferencias estadísticas significativa, si existe una diferencia matemática a favor del tratamiento experimental (tratamiento A= tortilla con adición de semillas de chía, linaza y ajonjolí).

11. CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis alternativa debido a que la tortilla chip con semillas presenta un aporte de omega 3 significativo, al incorporarle semillas de ajonjolí, chía y linaza, debido al alto contenido de este ácido graso en las semillas agregadas.
- La realización de la investigación dio como resultado el desarrollo de un producto nuevo, con contenido de omega 3, calcio y hierro.
- Los valores de aceptabilidad obtenidos para la tortilla chip con semillas de ajonjolí, linaza y chía, presentan una aceptabilidad del 76% y la tortilla chip sin semillas una aceptabilidad de 24% en la prueba de apareamiento simple realizada con 50 personas.

12. RECOMENDACIONES

- Ofrecer a nivel comercial la formulación de tortilla chip desarrollada, con semillas de ajonjolí, linaza y chía.
- Desarrollar un panel sensorial, con un número de personas más amplio, obteniendo así datos estadísticos más significativos.
- Evaluar la tortilla chip desarrollada con otras formulaciones de tortilla chip para incrementar la validez externa de la investigación.

13. GLOSARIO

- **Ácidos grasos del aceite:** los ácidos grasos son las unidades estructurales básicas de los lípidos. Lípido es el término general que se refiere a la grasa de la dieta

Los ácidos grasos son los componentes orgánicos (pequeñas moléculas que se unen para formar largas cadenas) de los lípidos que proporcionan energía al cuerpo y permiten el desarrollo de tejidos.

- **Aflatoxinas:** las aflatoxinas son micotoxinas producidas por cepas toxigénicas de los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Estas sustancias son altamente cancerígenas, producen toxicidad y cáncer de hígado. Se han detectado en diferentes cultivos en el campo, cosecha, transporte y almacenamiento en el hogar. El maní y el maíz son productos que se contaminan con facilidad. Las aflatoxinas suelen designarse con letras, que se refieren a una característica física o de otro tipo del compuesto, por ejemplo, las B1 y B2 presentan fluorescencia azul y las G1 y G2, fluorescencia verde cuando se exponen a radiación ultravioleta de onda larga.
- **Micotoxinas:** denominación genérica de toda una serie de metabolitos secundarios tóxicos, biosintetizados por hongos de diferentes géneros y especies.
- **FDA:** la FDA (*Food and Drug Administration*: Administración de Medicamentos y Alimentos o Administración de Alimentos y Medicamentos). Es la agencia del gobierno de los Estados Unidos responsable de la regulación de alimentos (tanto para personas como para animales), medicamentos (humanos y veterinarios), cosméticos, aparatos médicos (humanos y animales), productos biológicos y derivados sanguíneos.
- **Hollejo:** pellejo o piel fina que cubre algunas frutas y legumbres.

- **Lipasas:** las lipasas son enzimas que tienen como sustrato a los triacilglicéridos y dado que tienen actividad, liberan los ácidos grasos correspondientes. Dependiendo del grado de hidrólisis pueden producir diglicéridos, monoglicéridos o incluso glicerol. Los ácidos grasos libres tienden a ser muy reactivos, especialmente si son insaturados, ya que en contacto con el oxígeno del aire producen rancidez oxidativa. Las lipasas endógenas vegetales tienen un efecto no deseable sobre los aceites. Generalmente son suficientes los tratamientos térmicos que se requieren para la inactivación de los inhibidores de lipasa, para destruir la enzima.
- **Nixtamalización:** este proceso químico consiste en un tratamiento térmico en medio alcalino dado a los granos, esto implica sencillamente una cocción de los granos en agua de cal y un posterior reposo en ese caldo alcalino llamado nejayote. La nixtamalización es el proceso mediante el cual se realiza la cocción del maíz con agua y cal, para obtener el nixtamal que, después de molido da origen a la harina y masa que sirven para la elaboración de tortillas, tamales, etc.; Existen muchas evidencias de que este proceso se originó en Mesoamérica.
- **Omega 3:** el omega 3 es un tipo de grasa poliinsaturada que debe su nombre a la ubicación de su primer doble enlace. Se considera un ácido graso esencial ya que el cuerpo no puede producirlos por sí sólo.

Entre los omega 3 se encuentra el ácido alfa linolénico (ALA), predominante en alimentos de origen vegetal, así como el ácido eicosapentanoico (EPA) y docosahexanoico (DHA).

- **ppb:** partes por billón
- **RTCA:** Reglamento Técnico Centro americano de Alimentos
- **Snack:** los snacks, son productos elaborados a partir de cereales como el arroz, el trigo o el maíz, que se comercializan en forma de barritas enriquecidas, en ocasiones con trocitos de chocolate y frutas que aportan

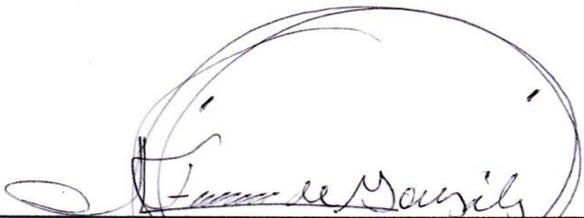
distintos sabores y hacen más atractivo y agradable su consumo. Los snacks son un tipo de alimento que generalmente se utilizan para satisfacer temporalmente el hambre, proporcionar una mínima cantidad de energía para el cuerpo o simplemente por placer. Comúnmente se sirven en reuniones o eventos.

- **Superalimento:** es una categoría especial de alimentos que se encuentran en la naturaleza; son 100% naturales y muchos de ellos milenarios (semillas, tubérculos, raíces secas, hierbas, algas, etc.). Son fuentes superiores de antioxidantes y nutrientes esenciales.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Ajonjolí beneficios y propiedades*. (2015). Recuperado 20/10/17. <https://www.natursan.net/ajonjoli-beneficios-y-propiedades/>.
2. Bressani, R. (1972). *La importancia del maíz en la nutrición humana, en América Latina y otros países*. Guatemala: INCAP.
3. Del Cid, A., Méndez, R. y Sandoval, F. (2010). *Investigación: fundamentos y metodología*. (2ª. ed.). México: Pearson.
4. *Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios*. (2014). RTCA 67.01.60:10. Guatemala.
5. Ibáñez Moya, F., & Barcina Angulo, Y. (2001). *Análisis Sensorial de los Alimentos: métodos y aplicaciones*. Taylor & Francis. España:Sales.
6. Landaverry, R.A. (2009). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Planta Industrial de Fabricación de Tortillas*. (Trabajo de Graduación presentado para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial). Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
7. *Linaza*. (2017). Recuperado 20/10/17. <https://es.wikipedia.org/wiki/Linaza>.
8. Matz, S.A. (1997). *Snack Food Technology*. Third edition. USA: Pan-Tech International.
9. Naciones Unidas. (2003). *Situación de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de Guatemala*. Grupo de Seguridad Alimentaria Nutricional. Guatemala: Naciones Unidas.

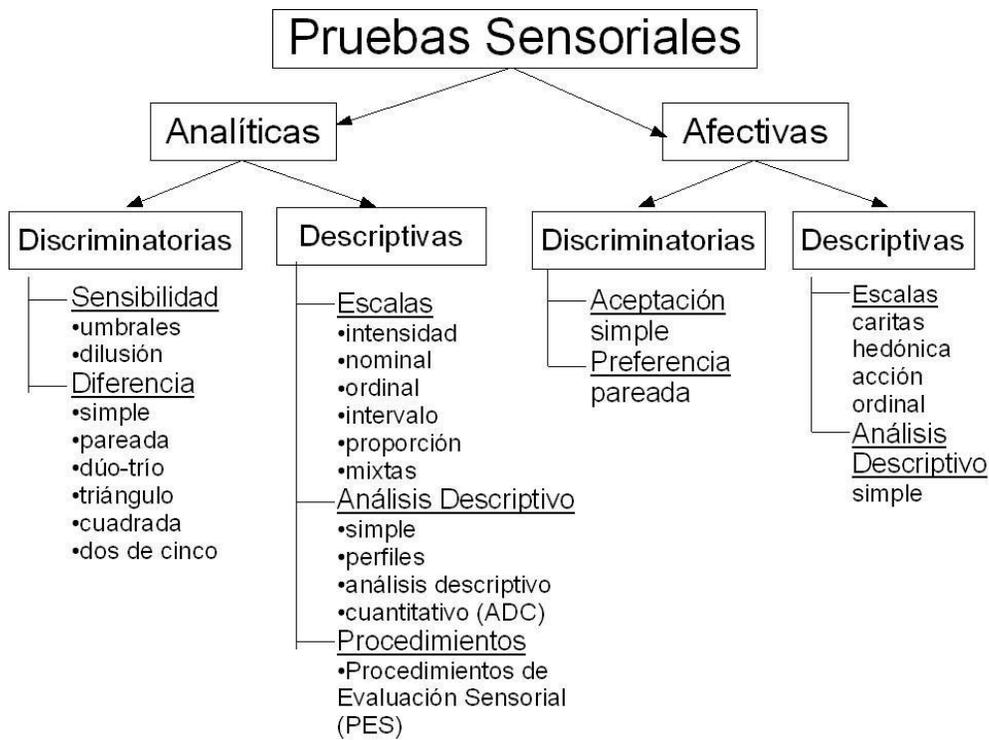
10. Owusu – Apenten, R. (2002). *Food Protein Análisis. Quantitative effects on processing*. USA, Marcel Dekker Inc. 488 p.)
11. Ricardi, F. Q. (2013). La prueba del chi-cuadrado. *Revista Biomédica*. Recuperado 02/05/17. <http://www.mednet.cl/link.cgi/Medwave/Series/MBE04/5266>
12. Rojas Lima, F. (1988). *La Cultura del maíz en Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Cultura y Deportes.
13. *Semillas de chí.* (2017). Recuperado 20/10/17. <http://www.semillasdechia.com/propiedades.html>. Consultado 20/10/17.
14. Torricella M.R. (2007). *Evaluación Sensorial Aplicada a la Investigación, Desarrollo y Control de la Calidad en la Industria Alimentaria*. (2ª ed.). Cuba: Editorial Universitaria.
15. Wittig, E. (2001). *Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos*. Santiago, Chile: Talleres gráficos USACH.


Vo.Bo. Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC.



14. ANEXOS

ANEXO 1: CLASIFICACIÓN DE PRUEBAS SENSORIALES SEGÚN SU OBJETIVO



Fuente: Torricella M.R. et al. 2007. Evaluación Sensorial Aplicada a la Investigación, Desarrollo y Control de la Calidad en la Industria Alimentaria. 2ª. ed. Cuba, Editorial Universitaria



ANEXO 2: FORMATO DE ENCUESTA ESCALA HEDÓNICA COLOR

PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor pruebe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: COLOR

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
1. Me disgusta mucho		
2. Me disgusta moderadamente		
3. Me disgusta levemente		
4. No me gusta ni me disgusta		
5. Me gusta levemente		
6. Me gusta moderadamente		
7. Me gusta mucho		

Comentarios: _____



ANEXO 3: FORMATO DE ENCUESTA ESCALA HEDÓNICA OLOR

PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: OLOR

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
1. Me disgusta mucho		
2. Me disgusta moderadamente		
3. Me disgusta levemente		
4. No me gusta ni me disgusta		
5. Me gusta levemente		
6. Me gusta moderadamente		
7. Me gusta mucho		

Comentarios: _____



ANEXO 4: FORMATO DE ENCUESTA ESCALA HEDÓNICA SABOR

PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: SABOR

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
1. Me disgusta mucho		
2. Me disgusta moderadamente		
3. Me disgusta levemente		
4. No me gusta ni me disgusta		
5. Me gusta levemente		
6. Me gusta moderadamente		
7. Me gusta mucho		

Comentarios: _____



ANEXO 5: FORMATO DE ENCUESTA ESCALA HEDÓNICA TEXTURA

PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: TEXTURA

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
1. Me disgusta mucho		
2. Me disgusta moderadamente		
3. Me disgusta levemente		
4. No me gusta ni me disgusta		
5. Me gusta levemente		
6. Me gusta moderadamente		
7. Me gusta mucho		

Comentarios:

ANEXO 6: PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA REALIZADA A CONSUMIDORES



PRUEBA SENSORIAL DE PREFERENCIA PAREADA

Nombre del producto: Tortilla chip

Fecha:

Nombre:

Departamento:

Sexo: Femenino _____ Masculino _____

Frente a usted hay dos muestras de **tortilla chip**, usted debe probar primero la muestra **631** y luego la muestra **228**

¿Cuál de las dos muestras prefiere? Marque con una **X** la muestra elegida.

MUESTRAS	
<input type="checkbox"/> 631	<input type="checkbox"/> 228
Prefiero la muestra: _____	

¿Por qué la eligió?

Comentarios

¡MUCHAS GRACIAS!

ANEXO 7: TABLA 8. DISTRIBUCIÓN DE T DE STUDENT

2 colas	80%	90%	95%	98%	99%
$\alpha/2$	0.10	0.05	0.025	0,01	0,0015
ν					

1 cola	90%	95%	97.5%	99%	99,5%
α	0.10	0.05	0.025	0,01	0,0015
ν					
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Fuente: (Sandoval, 2010)

ANEXO 8: TABLA 9. VALORES MÍNIMOS DE VITAMINAS Y MINERALES PARA FORMULAR DECLARACIONES DE PROPIEDADES

Nutriente	Unidad de medida	Valor mínimo por 100 g, 100 mL o por porción indicada en la etiqueta
Vitamina A	µg	40
Vitamina D	µg	0,25
Vitamina E	Mg	1
Vitamina K	µg	4
Vitamina C	mg	3
Tiamina	mg	0,07
Riboflavina	mg	0,08
Niacina	mg	0,9
Vitamina B6	mg	0,1
Acido pantoténico	mg	0,5
Acido fólico	µg	10
Vitamina B12	µg	0,05
Biotina	mg	0,015
Calcio	mg	40
Fósforo	mg	50
Magnesio	mg	15
Hierro	mg	0,7
Zinc	mg	0,75
Yodo	µg	7,5
Cobre	mg	0,1
Selenio	µg	3,5
Manganeso	mg	0,1
Cromo	µg	6
Molibdeno	µg	3,75
Cloruro	mg	170
Potasio	mg	175

Fuente: Etiquetado nutricional de Productos Alimenticios. RTCA 67.01.60:10. Guatemala.

16. APÉNDICE

APÉNDICE 1: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS COLOR



PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: COLOR (tabla resumen)

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A (frecuencia)	MUESTRA B (frecuencias)
1. Me disgusta mucho	5	8
2. Me disgusta moderadamente	4	5
3. Me disgusta levemente	3	3
4. No me gusta ni me disgusta	4	5
5. Me gusta levemente	6	4
6. Me gusta moderadamente	3	3
7. Me gusta mucho	5	2

Comentarios: _____

APÉNDICE 2: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS OLOR



PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: OLOR

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
8. Me disgusta mucho	4	7
9. Me disgusta moderadamente	4	5
10. Me disgusta levemente	5	4
11. No me gusta ni me disgusta	3	4
12. Me gusta levemente	6	4
13. Me gusta moderadamente	5	4
14. Me gusta mucho	3	2

Comentarios: _____

APÉNDICE 3: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS SABOR



PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: SABOR

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
1. Me disgusta mucho	5	8
2. Me disgusta moderadamente	5	5
3. Me disgusta levemente	4	4
4. No me gusta ni me disgusta	4	3
5. Me gusta levemente	3	3
6. Me gusta moderadamente	5	4
7. Me gusta mucho	4	3

Comentarios: _____

APÉNDICE 4: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS TEXTURA



PRUEBA CON ESCALA HEDÓNICA DE 7 PUNTOS

TORTILLA CHIP

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: por favor evalúe cada muestra y asígnele una puntuación según la tabla que se le presenta.

CARACTERÍSTICA: TEXTURA

ESCALA HEDÓNICA	MUESTRA A	MUESTRA B
1. Me disgusta mucho	5	7
2. Me disgusta moderadamente	5	6
3. Me disgusta levemente	4	4
4. No me gusta ni me disgusta	7	5
5. Me gusta levemente	4	3
6. Me gusta moderadamente	3	3
7. Me gusta mucho	2	2

Comentarios:

APÉNDICE 5: RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA



PRUEBA SENSORIAL DE PREFERENCIA PAREADA

¿Cuál de las dos muestras prefiere? Marque con una **X** la muestra elegida.

MUESTRAS	
<input type="checkbox"/> 631	<input type="checkbox"/> 228
Prefiero la muestra: _____	

Fórmula 228 → 38 casos (fórmula con adición de semilla de ajonjolí, chía y linaza)

Fórmula 631 → 12 casos (testigo)

¿Por qué la eligió?

La respuesta predominante fue: **Presenta mejores características sensoriales.**

Comentarios

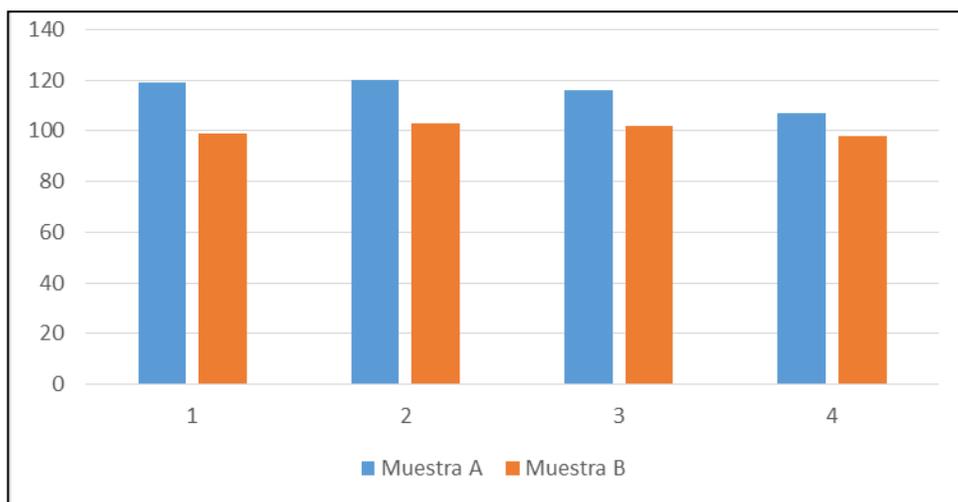
¡MUCHAS GRACIAS

APÉNDICE 6: GRÁFICAS DE RESULTADOS ESCALA HEDÓNICA

TABLA 10. RESULTADOS ESCALA HEDÓNICA

Atributo	Muestra A	Muestra B
Color	119	99
Olor	120	103
Sabor	116	102
Textura	107	98

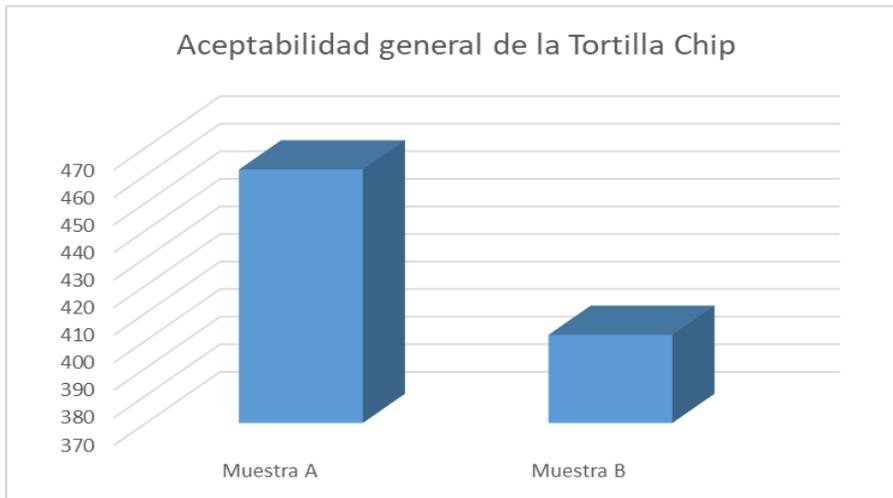
GRÁFICA 1. ACEPTABILIDAD DE LAS MUESTRAS INVESTIGADAS.



Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza

Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

GRÁFICA 2: ACEPTABILIDAD TOTAL DE TORTILLA CHIP



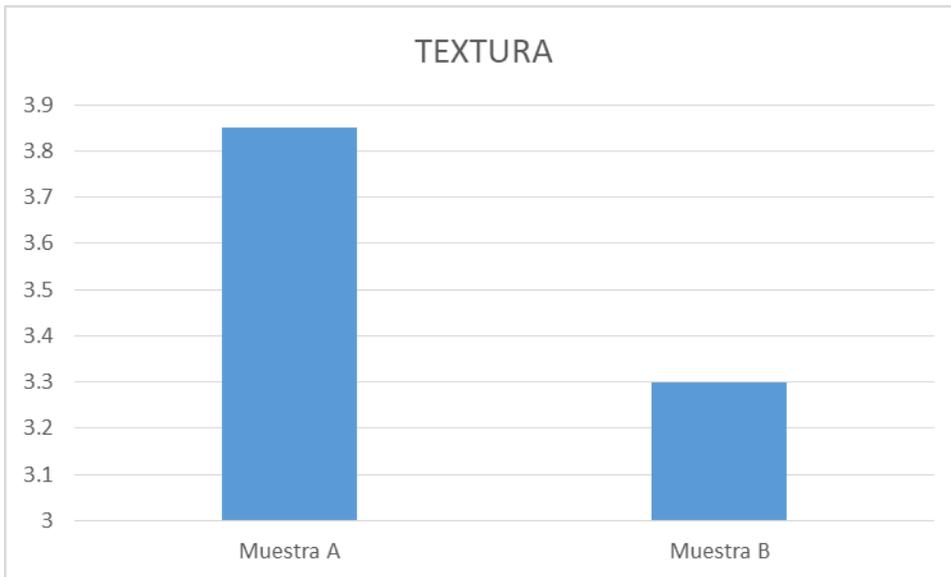
Muestra A
462

Muestra B
402

Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza

Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

GRÁFICA 3. PROMEDIOS DE ACEPTACIÓN (TEXTURA)



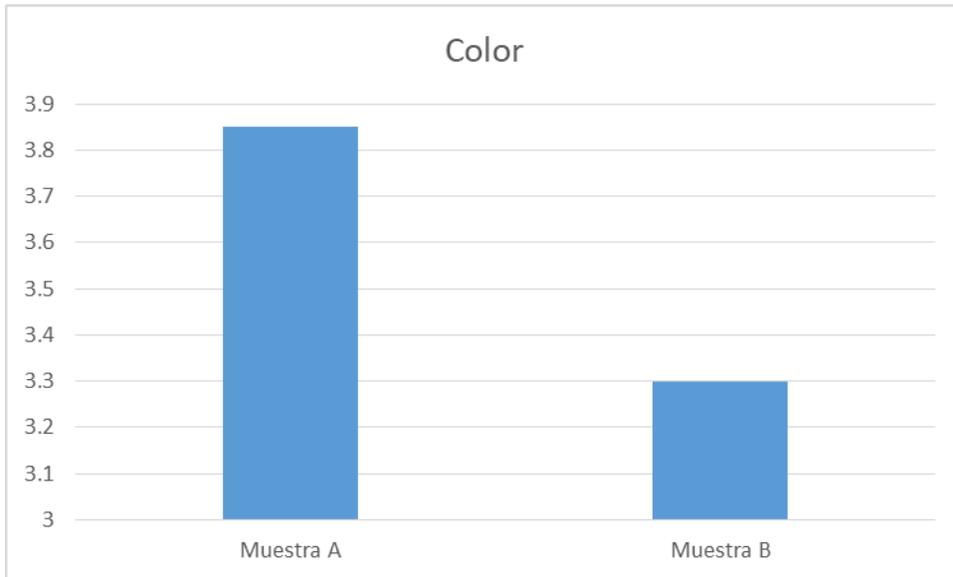
Muestra A
3.57

Muestra B
3.22

Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza

Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

GRÁFICA 4: PROMEDIOS DE ACEPTACIÓN (COLOR)



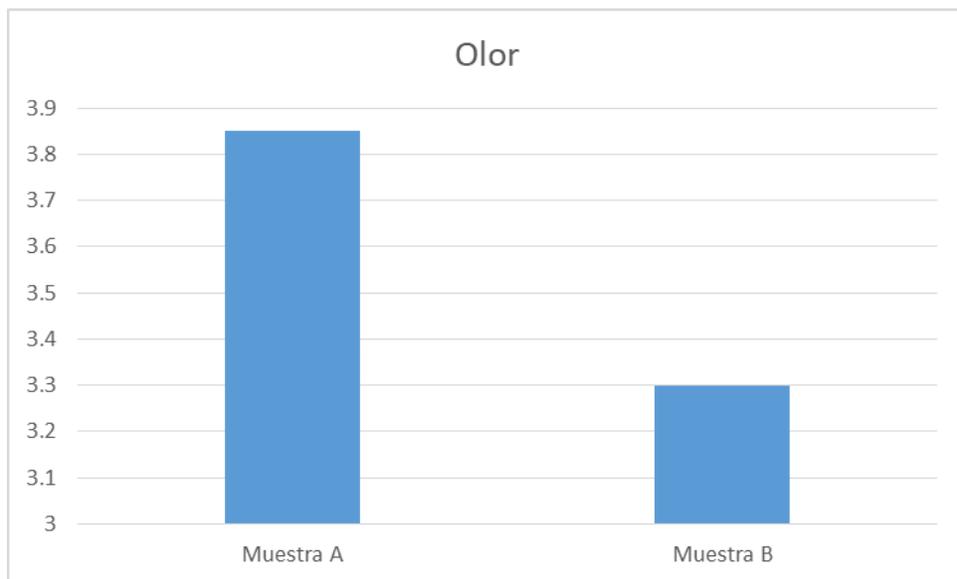
Muestra A
3.97

Muestra B
3.30

Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza

Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

GRÁFICA 5: PROMEDIOS DE ACEPTACIÓN (OLOR)

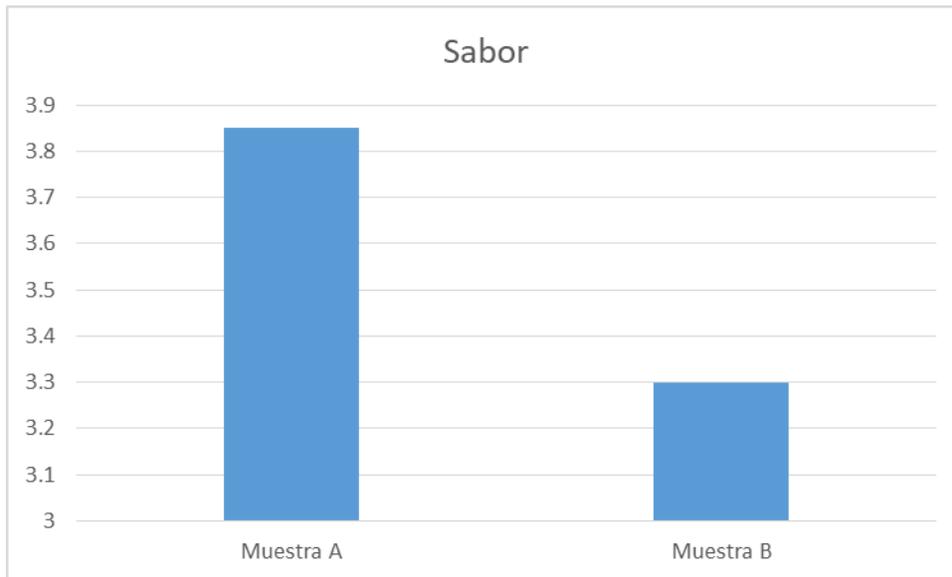


Muestra A
4.00

Muestra B
3.43

Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza
Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

GRÁFICA 6: PROMEDIOS DE ACEPTACIÓN (SABOR)

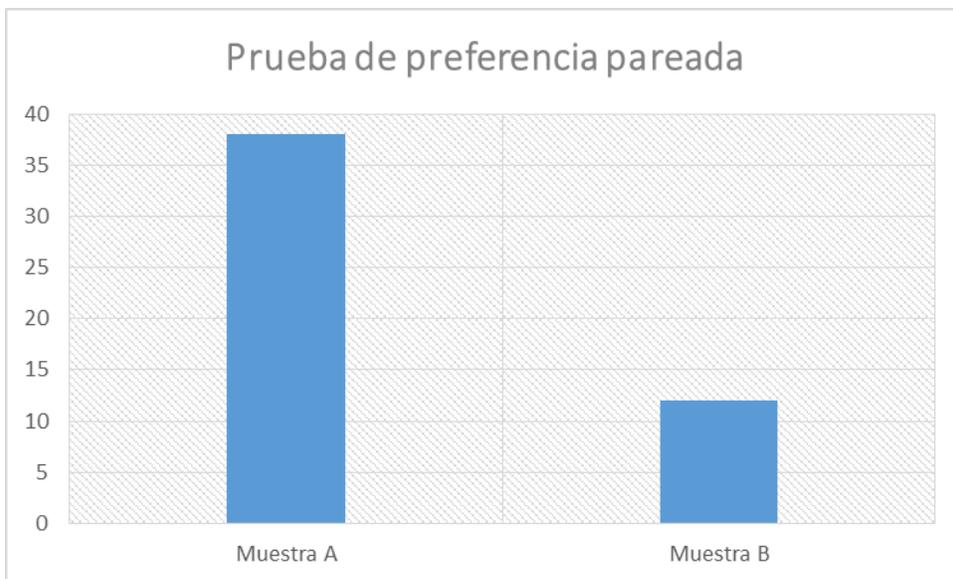


Muestra A
3.85

Muestra B
3.3

Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza
Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

GRÁFICA 7: PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA



Muestra A
3.85

Muestra B
3.3

Muestra A = Tortilla Chip con semillas de chía, ajonjolí y linaza
Muestra B = Tortilla Chip sin semilla

APÉNDICE 7: INFORME DE LABORATORIO EXTERNO OMEGA 3 “MUCHO NACHO ARTESANAL SEMILLAS”



INLASA, S.A.
 29 Calle 19-11 Zona 12
 Teléfonos: 24761795, 24760337
 Fax: 24769349
 E-mail: serviciocliente@inlasa
 www.inlasa.com

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS

Cliente	PRODUCTOS ALIMENTICIOS YA ESTA S.A.	Fecha Emisión	15/03/2018
Dirección	Km. 16.5 a San Juan Sacatepequez Mixco Norte C-12	Hora Emisión	12:39:00
Fecha Ingreso	2/03/2018	Res. Muestreo	Elias Pirir
Hora Ingreso	09:12:00	Numero Informe	3
		Numero Orden	2018000818

Muestra **(139938) Mucho nacho artesanal semillas.**

Observaciones **L. 170118 4 V. 17/07/18**

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Ácidos grasos omega 3					
C18:3 n3 (alfa-Linoleico)	0.91	%	0.01	AOAC 2005, 969.13	02/03/2018
C20:5n3 Eicosapentanoico (EPA)	ND	%	0.01	AOAC 2005, 969.13	02/03/2018
C22:5n3 Acido docosapentanoico (DPA)	ND	%	0.01	AOAC 2005, 969.13	02/03/2018
C22:6n3 Docosahexanoico (DHA)	ND	%	0.01	AOAC 2005, 969.13	02/03/2018

Ultima Línea **

LD: Límite Detección LMP: Límite Máximo Permitido LMA: Límite Máximo Aceptable

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio. Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico

Lic. Raúl Paniagua Piloña
 Químico Biólogo Colegiado 1347
 Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por



APÉNDICE 8: INFORME DE LABORATORIO EXTERNO CALCIO Y HIERRO “MUCHO NACHO ARTESANAL SEMILLAS”

INFORME DE
LABORATORIO



Carretera a Canalitos
21-96 Zona 17
PBX: (502) 2390-2500
FAX: (502) 2390-2599
www.fqblab.com

PRODUCTOS ALIMENTICIOS YAESTA

<i>Tipo de muestra:</i>	<i>Productos:</i>
<i>Condiciones de la muestra:</i>	<i>Temperatura de recepción: Ambiente Envase: bolsa estéril</i>
<i>Análisis solicitado:</i>	<i>Microbiológico</i>
<i>Fecha de muestreo:</i>	<i>11/10/2017</i>
<i>Fecha de recepción:</i>	<i>11/10/2017</i>
<i>Fecha de proceso:</i>	<i>12/10/2017</i>
<i>Método de muestreo:</i>	<i>Puntual, CMF Met. 2.52, Pág. 20, 21, 22, 23</i>
<i>Responsable del análisis:</i>	<i>Leda. Jaqueline Morales</i>
<i>Transcripción del informe:</i>	<i>Lissette Ujví Martínez</i>

MUESTRA	No. Lab.	Cenizas (%) %	Humedad %	Grasas %	Carbohidratos %	Proteínas (*) %
Nachos de maíz, aceite tóxico total 15 bolsas de 150g L-1110171 Vence: 11-04-2018	1720411	1.20	1.3	13.7	76.49	7.31
<i>Límites de detección</i>		0,01	---	---	---	0,04
<i>Metodología utilizada</i>		<i>Cenizas PC-FQ-09</i>	<i>AOAC Met. 7.003</i>	<i>AOAC Met. 7.099 y 7.062</i>	<i>Por cálculo</i>	<i>Proteína PC- FQ-021</i>

MUESTRA	No. Lab.	Fibra dietética (%)(*)	Azúcares totales (*) (%)	Calcio (mg/Kg) (*)	Hierro (*) (mg/Kg)	Sodio (*) (mg/Kg)	Calorías Cal/100g
Nachos de maíz, aceite tóxico total 15 bolsas de 150g L-1110171 Vence: 11-04-2018	1720411	4,45	<1,0	1058,9	23,0	393,5	458,5
<i>Límites de detección</i>		0,01	1,0	0,01	0,01	0,9	
<i>Metodología utilizada</i>		<i>AOAC 985.29</i>	<i>PC-FQ-12 (Bromocresol)</i>	<i>Metales AA PC-FQ-027</i>	<i>Metales AA PC-FQ-022</i>	<i>Metales AA PC-FQ-022</i>	<i>Por cálculo</i>

SIGLAS UTILIZADAS: AOAC: Association of Official Analytical Chemist.

CMF: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, Sed. 2015

Nota: La reproducción únicamente puede ser total y deberá ser aprobada por *F. Q. B. Laboratorios*.
Los resultados se refieren únicamente a las muestras analizadas

(*) Análisis realizados por el personal de INLASA


Leda. Jaqueline Morales
Jefe de Laboratorio
FQB Laboratorios
Química Bióloga
Colegiado No. 3777

Código: ESTA20171001

2/3



APÉNDICE 9: FICHA DE ESPECIFICACIONES TORTILLA CHIP CON SEMILLAS.

	Ficha de especificaciones	Edición: 2
Gestión de Calidad	Código: FESP-CCAL-001	Página: 1 de 2

Especificación de producto	Nombre producto	MUCHO NACHO ARTESANAL CHIA, LINAZA Y AJONJOLI BOLSA 370 GR
	Ingredientes	Maíz nixtamalizado, aceite vegetal, semillas de chia (0.60%), linaza (0.40%) y ajonjolí (0.25%) y sal yodada.
	Presentación	Bolsa de 370 g. (13.05 oz). Caja de cartón corrugado con 9 unidades.
	Manejo	Conservar a temperatura ambiente en empaque bien sellado.
	Vida útil	5 meses

Propiedades físicoquímicas	Parámetro	Estándar	Imagen de producto	
	Gluten	<20 ppm ^{FDA}		
	Aflatoxina de maíz	<20 ppb ^{FDA}		
	% de aceite	22-24%		
% Sal	0.3-0.4%			
Propiedades microbiológicas*	Análisis	Límite máximo		
	Recuento Total	<1,000 UFC/g		
	Mohos y Levaduras	<10 UFC/g		
	Coliformes Totales	< 10 UFC		
	E. Coli	Negativo		
	Salmonella ssp. Ambiental*	Negativo		
S. aureus	<10 ² UFC/g			

*Programa para pruebas ambientales para detección de agentes patógenos (EPTP) y basado en RTCA

Propiedades típicas	Propiedad	Característica
	Apariencia	Nachos blancos triangulares con semillas
	Color	Blanco característico con puntos negros
	Olor	Característico a tortilla de maíz frita con un leve olor a semillas tostadas
	Sabor	Característico a tortilla de maíz frita con un leve sabor a ajonjolí, linaza y chia
	Empaque Primario	Bobina trilaminada mate de 578 mm de ancho
	Empaque Secundario	Caja de cartón corrugado de 604x414x331 mm

Fecha de modificación: 02 de febrero de 2018



Qualquier duda, contactar al Departamento de Gestión de Calidad
 Productos al por Mayor
 Km 18.5 Carretera Interamericana Sur, Complejo Mixco Norte
 Bodega C12. Tel: 2400 1111
 www.paesta.com.gt

Documento de PAESA, prohibida su reproducción parcial o total.

APÉNDICE 10: CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TORTILLA CHIP CON SEMILLAS DE AJONJOLÍ, CHÍA Y LINAZA.

Control de Calidad de Producto		Edición 4	
Gestión de Calidad		Código: FORM-CCAL-057	
Página: 1 de 1			

Código	BQ00153	Lote	150318
Producto	MN Artesanal Chía, Linaza y Ajonjolí 370 g	Fecha Vencimiento	15-09-18
		Vida Útil	6 meses
		Hora arranque	7:50

La hora de arranque indica que la maquinaria liberada por calidad bajo el supuesto de limpieza y distribución. Es posible un error por el momento de los parámetros de calidad y desde los resultados de los análisis. Responsabilidad no que pasaron en blanco.

	PARAMETRO	ESTÁNDAR	RESULTADO				
			9:00	11:00	13:00	15:00	
MEZCLA	Hora		9:00	11:00	13:00	15:00	
	Grano Grueso (%)	<5%	3.7	3.5	3.4	3.3	
	Granulometría Masa (%)	24.0 - 29.5	26.6	25.1	25.3	25.5	
	Humedad (%)	46.0 - 52.0	51.4	51.6	51.4	51.4	
	Temperatura de masa (°C)	46 - 55	53.3	52.1	52.4	66.7	
	Velocidad dosificador de semillas	12-15 rpm	14	14	14	14	
EN PROCESO	pH	7.00 - 9.00	7.0	7.0	7.0	7.0	
	Ácidos grasos libres (%)	≤0.50	0.49	0.48	0.51	0.52	
	Peso Crudo (g)	4.8 - 5.0	4.9	4.8	4.9	5.0	
	Humedad Inicial (%)	31 - 34	35.6	34.6	35.5	34.7	
	Peso Hornado (g)	3.5 - 4.5	3.9	3.6	4.1	4.2	
	Grosor hornado (pulg.)	0.045-0.048	0.044	0.045	0.047	0.046	
	Temp. horno (-F)	Carnal 1		796	796	803	789
		Carnal 2		776	768	770	773
		Carnal 3		589	561	550	565
	T freidora (-F)	360 - 380	363	359	363	364	
	T. prod. después de hornado (°C)	<35	33.7	34.1	36.1	37.9	
	T. prod. antes del tumblar (°C)	<40	55.4	59.1	61.3	62.1	
	T. prod. desp. de sazonador (°C)	<50	46.7	51.3	52.1	54.1	
	T. prod. al empacar (°C)	<55	40.1	43.3	46.7	48.9	
PRODUCTO FINAL	Peso Frito (g)	3.0 - 4.0	3.01	3.07	3.18	3.33	
	Grosor Burbuja (plg)	0.100 - 0.200	0.160	0.170	0.165	0.180	
	Grosor Plano (plg)	0.080 - 0.090	0.084	0.083	0.084	0.084	
	Largo (pulg)	2.4 - 2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	
	Humedad (%)	0.65 - 1.35	1.16	0.86	0.97	1.20	
	Quebrados (%)	<15%	6.3	5.1	6.7	5.5	
	Densidad (g/mL)	0.080 - 0.095	0.088	0.090	0.094	0.096	
	Contenido sal (%)	0.3 - 0.4	0.37	0.36	0.33	0.36	
	Sello del Empaque	Conformado Conforme	✓	✓	✓	✓	
	Resistencia del Empaque	Conformado Conforme	✓	✓	✓	✓	
	Peso Bolsa (g)	370 - 373g	372.10	371.52	371.60	371.05	
	Peso Caja (lb)	9.80 - 10.20	9.90	9.90	9.90	9.90	
	Tarimas Producidas						
Balanza utilizada		PESO - PROD - 004 PESO - CCAL - 002					
Evaluación Sensorial:	Olor, color, sabor y textura características	✓	✓	✓	✓		
Etiqueta:	Colocar una etiqueta en la parte de atrás del registro						
DETECCIÓN DE METALES	Código del Detector:	00	160	Empacadora No.	03-04		
	Ferroso	1,2 mm	✓	No Ferroso	1,5 mm		
	Acero Inoxidable	2,0 mm	✓				
Paquetes producidos:	16.380		Paquetes rechazados:	0			
OBSERVACIONES Y ACCIONES CORRECTIVAS	# Paros (justifique cada paro):						
	Vol. Entrada freidora: 8.6-8.8						
	Vol. Salida freidora: 9.8-10.2						
	15 tarimas liberadas a las 10:00 15 tarimas mas a las 12:00 15 tarimas mas a las 14:15						

Responsable: Jose Alfo Supervisado por: Stimulief



Mazatenango, 06 de agosto de 2018.

Dr. Edgar Roberto del Cid Chacón

Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

CUNSUROC-USAC-

Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarles que la Comisión de Trabajo de Graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del trabajo de graduación titulado: **“Desarrollo de una tortilla chip a base de maíz, enriquecida con omega 3 a través de la incorporación de semillas de ajonjolí, chía y linaza”** de la estudiante: **Estefany Rennief Calderón Monge**, identificada con número de carné: **200942043**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.

Ing. Marvin Manolo Sánchez López

Secretario de comisión de trabajo de graduación





Mazatenango, 06 de agosto de 2018.

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director del Centro Universitario del Sur Occidente

CUNSUROC –USAC-

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como coordinador de la carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente CUNSUROC-USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de graduación titulado: **“Desarrollo de una tortilla chip a base de maíz, enriquecida con omega 3 a través de la incorporación de semillas de ajonjolí, chía y linaza”**.

El cual ha sido presentado por la estudiante: **Estefany Rennief Calderón Monge**, quien se identifica con número de carné: **200942043**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos, en el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente.

Dr. Edgar Roberto del Cid Chacón

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos



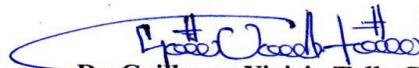
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-1-10-2018

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, doce de septiembre de dos mil dieciocho_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, **“DESARROLLO DE UNA TORTILLA CHIP A BASE DE MAÍZ, ENRIQUECIDA CON OMEGA 3 A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE SEMILLAS DE AJONJOLÍ, CHÍA Y LINAZA”** de la estudiante: **Estefany Rennief Calderón Monge**, carné No. **2008942043** de la carrera **Ingeniería en Alimentos**.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director - CUNSUROC -



/gris