

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Desarrollo de una galleta funcional utilizando harina de “Nuez Maya”
(*Brosimum alicastrum*) como ingrediente principal.

Por:

KAREN NATALY PINTO JIMÉNEZ.

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2021

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos

**Desarrollo de una galleta funcional utilizando harina de nuez maya
(*Brosimum alicastrum*) como ingrediente principal**

TESIS

Presentada por

KAREN NATALY PINTO JIMÉNEZ

y que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título profesional de

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Dr. Mario Alberto Cruz Hernández
Presidente

Dr. Ruth Elizabeth Belmares Cerda
Vocal

M.C. Carolina Losoya Sifuentes
Vocal

Dr. Sonia Noemí Ramírez Barrón
Vocal

Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2021

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Departamento de Ciencia y Teología de Alimentos

**Desarrollo de una galleta funcional utilizando harina de nuez maya
(*Brosimum alicastrum*) como ingrediente principal**

TESIS

Presentada por

KAREN NATALY PINTO JIMÉNEZ

Y que somete a consideración del Comité de asesores como requisito parcial para
obtener el título de

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Fue dirigida por el siguiente comité



Dr. Mario Alberto Cruz Hernández
Asesor principal



M.C. Carolina Losoya Sifuentes
Co-asesor



Dr. Ruth Elizabeth Belmares Cerda
Co-asesor



Dr. Sonia Noemí Ramírez Barrón
Co-asesor

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2021

DEDICATORIAS

A mis padres Ataulfo de Jesús Pinto Díaz y Maribel Jiménez Pérez que son las personas mas nobles, generosas y amorosas que he conocido , a quienes amo infinitamente, ellos me han motivado a mejor día a día e inculcado valores , gracias por brindarme su amor , cariño y apoyo incondicionalmete, por que a pesar de no ser perfecta siempre estuvieron a mi lado aun con la distancia me escucharon e hicieron sentirme bien en los momentos difíciles,quiero que sepan que me siento afortunada y agradecida con Dios por regalarme la dicha de ser hija suya, gracias por creer en mi y brindarme su apoyo incondicional en este proceso de formacion académica.

A mis hermanos(a) Jesus Pinto Jiménez por estar siempre a mi lado y apoyarme, gracias por hacerme reir, pasar buenos momentos juntos, por que cada decisión que he tomado siempre has estado ahí conmigo,por brindarme tu amor incondicional. A Zulma Pinto Jiménez que en el día a día con paciencia, respaldo y cariño me ha impulsado a salir adelante ademas de saber que mis logros también son lo tuyos quiero que sepas que sin ti esto no hubiera sido posible. “Los Amo”.

A mi esposo Bricio Antonio Diaz Pérez a quien amo y admiro, ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos mas difíciles. Este proyecto no fue fácil , pero estuviste motivandome y ayudandome hasta donde tus alcances lo permitian te agradezco con muchisimo amor.

A mis abuelos José Miguel Jiménez Hernández y Esperanza Pérez Juárez, gracias a ustedes he culminado mis estudios universitarios, por todo el amor y apoyo incondicional que me brindaron los amo.

A mis tios(as) Candelaria Soledad Jiménez Pérez, Miguel Angel Jiménez Pérez, Sergio Jiménez Pérez, Oliver Jiménez Pérez y Carmen Jiménez Pérez, quiero agradecer en esta ocasión tan especial, por toda su ayuda, confianza, aporte y consejos dados para lograr mis objetivos, les agradezco de todo corazón. Que Dios los bendiga.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por regalarme la vida y cumplir una de mis más grandes metas y sueños, por permitirme persistir a pesar de los tropiezos y dificultades en este proceso de formación académica.

Agradezco a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que me dió la bienvenida al mundo del aprendizaje como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, antes de todo esto ni pensaba que fuera posible que algún día si quiera me topara con una de ellas.

Gracias a mi asesor de tesis Dr. Mario Alberto Cruz Hernández por haberme guiado en este proyecto, en base a su experiencia y sabiduría. Por que siempre estuvo al pendiente de todo lo necesario sin importar los horarios.

Gracias a la Dra. Ruth Belmares por la confianza brindada en el acceso al laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos, por que cuando necesite ayuda en base a sus conocimientos siempre estuvo ahí.

Gracias a la M.C. Carolina Lozoya Sífuentes por brindarme su apoyo y conocimientos, por toda la paciencia y dedicacion con la que me enseñó a hacer dichos experimentos, por los buenos momentos vividos en el laboratorio y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

Gracias a la Dra. Sonia Noemí Ramírez Barrón por brindarme el acceso al Laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro y por brindarme su apoyo en conocimientos del laboratorio.

Gracias a mis amigas Wendy García Calvo, Anayeli Méndez Cádenas y Perla Guadalupe Coronel Méndez, por sua apoyo incondicional, por que siempre que necesite de ustedes nunca me dejaron sola a pesar de la distancia, son unas personas maravillosas. Las quiero.

ÍNDICE

DEDICATORIAS _____	ii
AGRADECIMIENTOS _____	v
ÍNDICE _____	vi
RESUMEN _____	10
1.-INTRODUCCIÓN _____	12
2.- JUSTIFICACIÓN _____	14
3.- OBJETIVOS _____	15
3.1 Objetivo general _____	15
3.2 Objetivos específicos _____	15
4.- ANTECEDENTES _____	16
4.1 Alimentos funcionales _____	16
4.1.2 Tipos de alimentos funcionales _____	18
4.1.3 Galletas funcionales _____	19
4.2 Nuez maya o árbol de ramón _____	20
4.2.1 Usos _____	21
4.2.2 Forraje _____	22
4.2.3 Madera, medicina y otros usos _____	23
4.2.4 Alternativa alimentaria <i>Brosimum alicastrum</i> _____	24
4.2.5 Composición química de <i>Brosimum alicastrum</i> _____	25
4.3 Harinas compuestas _____	27
4.3.1 Harina de arroz _____	27
4.3.2 Harina de trigo _____	28
4.3.3 Harina de calabaza _____	28
4.4 Antioxidantes _____	28
4.5 Fenoles _____	29
5.- METODOLOGÍA _____	29
5.1 Obtención de la materia prima _____	29
5.2 Análisis de materia prima _____	31

5.2.1	Análisis Bromatológico	31
5.2.2	Determinación humedad	31
5.2.3	Determinación de contenido de cenizas	31
5.2.4	Determinación de grasa por el método de soxhlet	32
5.2.5	Fibra	33
5.2.6	Determinación de proteína por método Macro - Kjeldhal	33
5.2.7	Determinación del contenido de carbohidratos totales	35
5.2.8	Extracción de compuestos antioxidantes	35
5.2.9	Cuantificación de compuestos fenólicos solubles	35
5.2.10	Antioxidantes (ABTS)	36
5.2.11	Antioxidantes (DPPH)	36
5.3	Formulación de las galletas de harina y nuez maya (<i>Brosimum alicastrum</i>)	37
5.3.1	Análisis bromatológico	39
6.-	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
6.1	Análisis de materia prima (composición química)	39
6.2	Análisis de la materia prima (Determinación de antioxidantes) Contenido de Compuestos Fenólicos totales y capacidad antioxidante de las harinas de nuez maya	41
6.3	Análisis de las galletas con harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural (capacidad antioxidante)	43
6.3.1	Antioxidantes (ABTS)	43
6.3.2	Antioxidantes (DPPH)	45
6.4	Análisis de las galletas con harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural (composición química)	46
6.4.1	Determinación humedad	46
6.4.2	Determinación de contenido de cenizas	47
6.4.3	Determinación de grasa por el método de soxhlet	49
6.4.4	Fibra cruda	50
6.4.5	Determinación de proteína por método Macro – Kjeldhal	52
6.4.6	Determinación del contenido de carbohidratos totales	53
7.-	CONCLUSIONES	55
8.-	BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 .Alimentos funcionales A) frutos secos B)aceite de aguacate C)Leche con alto valor energetico.</i>	18
<i>Figura 2. Galletas funcionales A) Galleta de linaza B) Galleta de almendra C) Galleta de avena D) Galleta de arroz integral.</i>	19
<i>Figura 3 . Árbol, Corteza, Hoja y Flor.</i>	20
<i>Figura 4 .Fruto inmaduro, fruto maduro y semilla de nuez maya</i>	21
<i>Figura 5 . Utilización de Brosimum alicastrum</i>	22
<i>Figura 6 . A) Y B) Alimentación con hojas verdes; c) y D) Alimentacion con frutos de Brosimum alicastrum</i>	23
<i>Figura 7. A) Madera B) Medicamentos C) Ornamentales</i>	24
<i>Figura 8. Tortilla a base de harina de nuez maya</i>	25
<i>Figura 9. Harina de nuez maya (Brosimum alicastrum) Comercial</i>	30
<i>Figura 10. Harina de nuez maya natural</i>	30
<i>Figura 11 . A) 20% harina de nuez maya, B) 40% harina de nuez maya c) 60% harina de nuez maya</i>	38
<i>Figura 12. Galletas trituradas listas para el análisis bromatológico.</i>	39
<i>Figura 13 . Antioxidante en galletas de harina nuez maya por ABTS</i>	44
<i>Figura 14. Antioxidante en galletas de harina nuez maya por DPPH</i>	45
<i>Figura 15 .Contenido de humedad en galletas de harina de nuez maya</i>	47
<i>Figura 16. Contenido de ceniza en galletas de harina de nuez maya</i>	48
<i>Figura 17 .Contenido de grasa en galletas de harina de nuez maya</i>	50
<i>Figura 18. Contenido de fibra en galletas de harina de nuez maya</i>	51
<i>Figura 19. Contenido de proteína en galletas de harina de nuez maya</i>	52
<i>Figura 20. Contenido de carbohidratos en galletas de harina de nuez maya</i>	54

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 .Porcentaje de componentes nutrimentales de harina de nuez maya)</i> <i>(González-González et al., 2020)</i>	26
<i>Tabla 2.Minerales (González-González et al., 2020)</i>	26
<i>Tabla 3. Ingredientes y cantidades para la elaboración de las galletas prueba</i> <i>(harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural)</i>	37
<i>Tabla 4. Ingredientes y cantidades de las galletas final (harina de nuez maya</i> <i>comercial y harina de nuez maya natural)</i>	38
<i>Tabla 5. Análisis bromatológico en harina de nuez maya comercial y natural</i>	41
<i>Tabla 6.Determinacion agentes antioxidantes en harina de nuez maya comercial y</i> <i>harina de nuez maya natural</i>	42

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de elaborar una galleta funcional a base de harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*) evaluando sus propiedades nutricionales, para proporcionar una alternativa de una galleta nutritiva, con el fin de sustituir las harinas comerciales por una de mejor calidad.

Para la realización de este trabajo se utilizaron dos tipos de harinas: La harina comercial (HNMC) y una elaborada en laboratorio por este equipo de investigación (HNMN). Para la preparación de esta última, los frutos se secó a temperatura ambiente por un tiempo de 12 meses, posteriormente se molieron los frutos para obtener la harina.

Después de tener las dos harinas se prosiguió a formular las galletas para esto se utilizaron 3 tratamientos con cantidades consecutivas 20% , 40 %, 60% de harina nuez maya.

Finalmente se realizó un análisis bromatológico y la determinación de fenoles para saber que tratamiento es el mejor .

ABSTRACT

The present work was carried out to elaborate a functional cookie based on Mayan nut flour (*Brosimum alicastrum*), evaluating its properties and thus providing a nutritious cookie alternative to replace commercial flours with a better quality one.

In this work, a commercial flour was used and another flour was developed by drying the Maya nut seeds to obtain the flour. The Maya nuts were dried at room temperature for 12 months and then milled into flour.

For the elaboration of the cookies, the flours were used to replace wheat flour with 20%, 40%, 60% of commercial Maya nut flour or natural flour. A bromatological analysis was carried out, determining the total hydrolyzable polyphenols and antioxidant activity of the flours and the cookie formulations obtained.

1.-INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de alimentos está aumentando rápidamente debido a el crecimiento de la población. Países en desarrollo y subdesarrollados presentan importantes problemas relacionados con la desnutrición proteico-energética, especialmente en mujeres lactantes y niños pequeños. Esto ha llevado a buscar alimentos que puedan garantizar la seguridad alimentaria y también proporcionar mejor nutrición, proteínas de buena calidad o compuestos nutraceuticos (Al Farga et al., 2016; Barba de la Rosa et al., 2009). Una solución a este problema es la introducción a la dieta alimentos con un alto contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos y micronutrientes (mínerales y vitaminas). Las proteínas de semillas ofrecen varias ventajas, incluidas su alta disponibilidad en la naturaleza, buena digestibilidad, niveles adecuados de aminoácidos esenciales y bajos costos de producción. Además, algunos consumidores prefieren comer proteínas vegetales debido a sus creencias o adopción de estilos de vida más saludables y sustentables (Timilsena, Adhikari, Barrow y Adhikari, 2016).

Un alimento funcional es aquel alimento que se elabora no solo por sus características nutricionales sino también para cumplir una función específica como puede ser el mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades,

pueden tratarse de alimentos naturales o alimentos que han sido manipulados para añadirles o quitarles algún componente, estos tienen una presentación similar a la de un alimento convencional ya que se consumen como parte de una dieta normal aun que contienen propiedades beneficiosas. (Mixta et al., 2013)

Las galletas son ampliamente consumidas y representan la categoría más grande de bocadillos. Generalmente, son ricas en carbohidratos, grasas y calorías, pero bajas en fibra, vitaminas y minerales. Afortunadamente, la fortificación de galletas ha evolucionado para mejorar su calidad nutricional y funcional. Hay una escases de productos dulces, como las galleta, que tengan propiedades funcionales, mucho menos que utilicen insumos naturales existentes en la zona de producción, como es la harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*). Se pueden desarrollar galletas nutritivas que contengan un alto contenido de fibra, bajas en grasa, excelente sabor, además de estar enriquecidas con vitaminas y minerales. (Mixta et al., 2013)

Brosimum alicastrum es un gran árbol tropical de hoja perenne que se distribuye ampliamente en la zona maya. Sus semillas y hojas ricas en proteínas se pueden usar como alimento, forraje, medicamentos y bebidas a partir de partes del árbol. Su producción en promedio es de 800 a 1000 kg de fruto, se conoce desde la antigüedad, los mayas tostaban y después molían los frutos para producir harina.(Berg, 1972)

Los alimentos funcionales se deben de presentar en forma de alimentos de consumo cotidiano, no produce efectos nocivos, contiene propiedades nutritivas y beneficiosas para el organismo además de tener una función como por ejemplo el disminuir y/o prevenir el riesgo de contraer enfermedades, además de mejorar el estado de salud del individuo .Poder demostrarse sus efectos beneficiosos dentro de las cantidades que normalmente se consumen en la dieta. Los efectos de un alimento funcional se observan cuando el alimento se consume de forma habitual dentro de una dieta equilibrada. (Mixta et al., 2013)

Por lo anterior la presente investigación tiene como objetivo, elaborar una galleta a base de harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*) como propuesta de alimento funcional.

2.- JUSTIFICACIÓN

El consumo de harina nuez maya (*Brosimum alicastrum*) en México no es muy habitual por lo que no es usada comúnmente, haciendo así que se pierda grandes toneladas de frutos, existen muchas formas para incorporar esta harina en la alimentación, pero no son reconocidas tanto como nacionalmente y mundialmente haciendo que esta harina no sea comercializada en los mercados por la falta de información o creación de productos. (Baumanns, 2017)

La harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*) es una oportunidad para sustituir harinas que no son saludables, dado que esta no contiene gluten además de esto tiene una gran cantidad de agentes antioxidantes, La semilla de nuez maya (*Brosimum alicastrum*) tiene alto contenido de minerales (calcio y hierro), fibra dietética y proteínas para un mejor bienestar. (Martínez-Ruiz et al., 2018)

Por lo tanto, al hacer una galleta funcional con harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*) que contenga propiedades benéficas para los seres humanos representa una alternativa para el desarrollo de nuevos productos.

3.- OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Elaborar una galleta funcional a partir de una harina obtenida del fruto de la planta *Brosimum alicastrum* con alto contenido nutricional y antioxidante

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Caracterizar la materia prima para la elaboración de la harina de *Brosimum alicastrum*.

3.2.2 Determinar una formulación para elaborar la galleta y evaluar diferentes concentraciones de la harina.

3.2.3 Determinar las propiedades nutrimentales de las formulaciones desarrolladas para la selección.

3.2.4. Determinar las propiedades funcionales de la galleta mediante la evaluación de la capacidad antioxidante.

4.- ANTECEDENTES

4.1 Alimentos funcionales

La comida es un término que se relaciona básicamente como el componente necesario para varias funciones de soporte vital como producción de energía, suministro de nutrientes, apoyo de diversas actividades metabólicas además del crecimiento y mantenimiento del cuerpo. A principios del siglo XX, la nutrición estaba absorta en prevenir deficiencias y apoyando el crecimiento corporal. Durante las dos últimas décadas, el conocimiento de la influencia de la dieta en la salud y el bienestar ha aumentado considerablemente, lo que ha llevado a diseñar alimentos nuevos y más saludables que reducen el riesgo de varias enfermedades crónicas. Los alimentos así diseñados se denominan alimentos funcionales que son alimentos tradicionales modificados de tal manera que tengan beneficios para la salud (Kaur & Das, 2011).

Ahora bien el término alimento funcional se introdujo por primera vez en Japón en 1980, que se refiere a los alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones corporales específicas además de ser nutritivo. Hasta la fecha, Japón es el único país que formuló un proceso de aprobación regulatorio específico para alimentos funcionales. Los japoneses acuñaron el término Alimentos para Uso sanitario especificado o FOSHU, al que se le ha agregado un

ingrediente con efecto saludable específico, ha tenido lugar en el futuro. (Kaur & Das, 2011).

Por otra parte los alimentos funcionales tienen efectos fisiológicos positivos más allá de su función nutricional de proporcionar nutrientes. Las sustancias nutraceuticas con valor comercial pueden obtenerse a partir de alimentos funcionales que han demostrado un beneficio fisiológico o son capaces de proporcionar algún tipo de protección contra una enfermedad crónica o infecciosa (G. Rivera, 2010).

Aunque los alimentos funcionales pueden incluir alimentos enriquecidos o fortificados para restaurar los niveles de nutrientes pre procesados (harina enriquecida), para mejorar la calidad nutricional de un alimento deficiente en nutrientes (calcio en el jugo de naranja) o para resolver problemas de salud pública (vitamina D en leche, sal de mesa yodada). Algunos consideran que un alimento funcional es cualquier alimento que proporcione beneficios para la salud más allá de la nutrición básica, como la fibra soluble que se encuentra en la avena y la grasa mono insaturada que se encuentra en los aguacates. Se están realizando estudios para identificar las características funcionales de los alimentos tradicionales y desarrollar nuevos productos que aprovechen los componentes beneficiosos. (Phillips & Rimmer, 2013). Sin embargo además de las evaluaciones de seguridad previas al lanzamiento, los alimentos funcionales deben someterse a evaluación después de llevarse al mercado como alimentos modificados que afirman proporcionar beneficios en términos de salud, calidad de vida o bienestar. Actualmente, estos productos están mayoritariamente regulados en el nivel de una evaluación de seguridad obligatoria antes de que lleguen al mercado. Aunque quedan dudas sobre el número de personas que usan alimentos funcionales y el nivel de beneficio que derivan de hacerlo, si los alimentos resultan eficaces para mejorar la salud (Inpharma 1589 - 26 May 2007 Chewing over the Issue Of, 2010).



Figura 1 .Alimentos funcionales A) frutos secos B)aceite de aguacate C)Leche con alto valor energetico.

4.1.2 Tipos de alimentos funcionales

Un alimento funcional deben presentarse en forma de alimentos de consumo cotidiano.

Los hongos comestibles tienen un gran potencial como fuente de alimento, entre otras razones, el *Pleurotus ostreatus* es uno de los hongos comestibles más investigados por el contenido de sus compuestos funcionales y antioxidantes, así como por la capacidad de sintetizar aminoácidos esenciales, aunque se debe considerar cuáles son los productos más consumidos y aceptados por la población. (Verdugo-Silva, Felipe Eleazar, et al 2014)

Los cereales y las legumbres cumplen con estas características, también se consideran saludables por el contenido de fibra, compuestos antioxidantes y al mezclarse aportan proteínas de alto valor biológico (Espinosa-Páez *et al.*, 2021)

De igual manera el salvado de avena se ha utilizado para el enriquecimiento de productos horneados (galletas). Por su buen sabor, mucho antes que sus beneficios para la salud descubierto. Sin embargo, el salvado de avena contiene bastante ácido (PA) como otros salvados de cereales. PA es un anti nutriente, que forma complejos insolubles con cationes minerales (hierro, magnesio, zinc y calcio) y proteínas. (Baumgartner et al., 2018)

4.1.3 Galletas funcionales

Las galletas son productos de alta demanda, snacks obtenidos a partir de una pasta única o compuesta, sometidos a cocción y su preparación generalmente se realiza con harina de trigo. Se ha demostrado que el contenido nutricional en los productos de panadería aumenta o disminuye de acuerdo con la materia prima utilizada (Espinosa-Páez *et al.*, 2021). Uno de los bocadillos de panadería consumidos universalmente con mayor valor energético, bajo costo y vida útil prolongada se considera que es el producto adecuado para la mejora y fortificación nutricional. La adopción de ingredientes de mezcla para galletas debe ser rápidamente accesible, socialmente admisible y apoyar una alta calidad de la nutrición en este contexto, para optimizar y caracterizar las cookies funcionales (Tyagi *et al.*, 2020).



Figura 2. Galletas funcionales A) Galleta de linaza B) Galleta de almendra C) Galleta de avena D) Galleta de arroz integral.

Por lo tanto, las galletas son una valiosa suplementación vehicular para la mejora nutricional, ya que son ampliamente aceptados y consumidos por todos los grupos de edad. En este segmento de mercado, que promueve la inclusión de ingredientes saludables en las galletas, como antioxidantes, vitaminas, minerales, proteínas y fibras. Además del cambio en las actitudes de los consumidores hacia una dieta más saludable, Cabe destacar que los ingredientes alimentarios y sus

necesidades nutricionales varían, entre individuos, especialmente niños, ancianos y deportistas.(Vieira *et al.*, 2020).



Figura 3 . Árbol, Corteza, Hoja y Flor.

4.2 Nuez maya o árbol de ramón

Brosimum alicastrum (ramón) es un árbol originario de Mesoamérica y el Caribe con amplia distribución en México, habita en áreas de clima cálido, semicálido, tropical y templado, en un intervalo altitudinal de 10 a 1600m, crece de manera silvestre en distintos tipos de vegetación.

Los ejemplares alcanzan 45m de altura y 1.5m de diámetro, en algunas selvas de Chiapas, Tabasco y Guatemala. En la Península de Yucatán su altura máxima varía entre 15m y 22m los adultos poseen un tronco contrafuertes aparentes, de corteza escamosa y suave que va del gris claro al gris pardo, en ocasiones café. Cuando se le hacen incisiones, produce abundante látex blanco, dulce y pegajoso, las ramas son ascendentes, forman una copa ancha, densa y piramidal. Es una especie perennifolia; es decir, conserva su follaje durante todo el año (Hernández-gonzález & Larqué-saavedra,)

Además, es un gran árbol tropical de hoja perenne que se distribuye ampliamente homenajeado en México. Sus semillas y hojas ricas en proteínas pueden usar como alimento, forraje, hacer varios medicamentos y bebidas a partir de partes del árbol. Aunque fue un alimento alternativo importante en la época precolombina, el uso actual del árbol es muy limitado. Estudios recientes indican que su mayor uso extremadamente beneficioso es en medicamentos.(Charles, 1982)

Así mismo se tiene una Estimación de rendimiento de frutos que oscilan entre 50kg y 75kg por árbol (Martínez, 1936; Gonzfilez, 1939; Puleston, 1968) por tanto, no todos los árboles dan fruto en México. *Brosimum alicastrum* es conocido por más de 50 nombres comunes, de los cuales ramón (del verbo español ramonear que significa hojear o forrajear), ojite, ojoche y capomo son los más comunes. (Charles, 1982)



Figura 4 Fruto inmaduro, fruto maduro y semilla de nuez maya

Por lo tanto, debido al crecimiento de la población y la constante amenaza de escasez de alimentos en regiones tropicales, ha habido un renovado interés en las plantas autóctonas como fuentes de alimentos y forrajes. *Brosimum alicastrum*, Un neo-tropical ampliamente distribuido se puede utilizar de diversas formas, parece ser uno de los más prometedor de estos recursos vegetales. Academia Nacional de EE. UU.of Sciences (1975)

4.2.1 Usos

Tradicionalmente, las frutas se recolectaban y consumían crudas o convertidas en jugo y mermeladas (Roys, 1931). Con el paso del tiempo, las semillas se secaron, molieron y convirtieron una masa para ser mezclada con maíz convirtiendo de esta manera en tortillas. En muchos casos, las semillas fueron hervidas,

machacadas y consumidas como sustituto de los cultivos de raíces. También se hizo combinaciones de las semillas molidas con miel. Las semillas de *Brosimum alicastrum* se utilizan de manera similar en la actualidad. Las semillas son actualmente más un artículo de especialidad que un alimento de subsistencia. La disponibilidad inmediata y el bajo precio del maíz subvencionado por el gobierno pueden ser parcialmente responsables del uso limitado, pero en muchas regiones también parece haber un estigma sociológico asociado con consumo de sus semillas. (Charles, 1982)



Figura 5. Utilización de *Brosimum alicastrum*

4.2.2 Forraje

Poco después de la introducción del ganado en México, se descubrió que *Brosimum alicastrum* es un muy buen forraje. Actualmente, este es el uso más extendido del árbol. Donde quiera que sea abundante, las hojas, ramitas y semillas son una alimentación de stock. Esto es especialmente cierto en las partes más áridas de su rango donde las hojas pueden proporcionar el único forraje fresco disponible durante tiempo seco. El forraje se recolecta trepando al árbol y

cortando las ramas entre el 25-50% de la corona se corta cada año, pero no aparece la poda repetida dañar gravemente el árbol. Donde se encuentran rodales densos, no es necesario cortar el ganado puede pastar libremente en las plántulas, hojas recién caídas y semillas. Una descripción interesante de la recolección de forraje de *Brosimum alicastrum*. Las hojas contienen un promedio de proteína cruda al 10% en peso seco de alimentación utilizando diversas mezclas de semillas con sorgo dieron como resultado un excelente aumento de peso en ganado vacuno, ovino, porcino y cabras (Pardo-Tejeda y Sfinchez-Mufioz, 1980; Charles, 1982).



Figura 6 . A) Y B) Alimentación con hojas verdes; c) y D) Alimentación con frutos de *Brosimum alicastrum*

4.2.3 Madera, medicina y otros usos

Dado que la madera de los árboles *Brosimum alicastrum* es blanda en comparación con otros árboles tropicales, es fácil mango y ampliamente utilizado en la fabricación de muebles y otros utensilios económicos.

Asimismo medicinalmente la fruta, las hojas, el látex y la corteza del árbol *Brosimum alicastrum* tienen usos terapéuticos tradicionales entre la población tanto de México como de Guatemala. La semilla se utiliza como galactogogo, el látex para combatir las caries, las hojas para el jarabe para la tos y la corteza para asma.

Además se utiliza como planta ornamental y para dar sombra a Plantaciones de café. Se considera muy importante como contribuyente a la protección del medio ambiente. (Ortiz et al., 1995)



Figura 7. A) Madera B) Medicamentos C) Ornamentales

4.2.4 Alternativa alimentaria *Brosimum alicastrum*

El árbol ramón (*Brosimum alicastrum*) llega a producir en una sola hectárea alrededor de 20 toneladas de semillas al año, las cuales pueden ser una alternativa viable de alimentación, reduciendo con ello el consumo de maíz. Este vegetal apoyaría cualquier programa alimentario, como la Cruzada contra el Hambre, (AMC). Está siendo promovido como alternativa alimentaria en una cruzada para reducir la importación de granos al país, incluyendo por primera vez al sector agroforestal en esta lucha para poder compensar o reducir la importación de granos que nos está afectando en la economía de manera importante. Este

árbol tiene un potencial que no hemos sabido aprovechar ya que se considera una de las especies subexplotadas con promisorio valor económico. Respecto de que el maíz en México tiene un rendimiento promedio de 3.3 toneladas por hectárea contra alrededor de 10 toneladas de Estados Unidos o Brasil (excepto en Jalisco o Sinaloa, donde hay producciones similares a la de estos países), el ramón es una alternativa, pues con 200 árboles por hectárea se podrían cultivar 20 toneladas de semillas. La concentración de la producción agrícola en ciertas regiones del país donde 10% de productores venden casi 80% del total nacional y 75% de productores están por debajo de la línea de pobreza hacen de Ramón una alternativa. Nuez de ramón, un producto que puede sacar de la pobreza a las comunidades campesinas del sur del estado. (Larqué, 2014)



Figura 8. Tortilla a base de harina de nuez maya

4.2.5 Composición química de *Brosimum alicastrum*

La nuez maya tiene grandes propiedades nutrimentales que hasta el momento no se han aprovechado de la manera correcta por lo que se presenta los compuestos nutrimentales presentes en la harina de nuez maya (Tabla 1).

Tabla 1 .Porcentaje de componentes nutrimentales de harina de nuez maya) (González-González et al., 2020)

COMPONENTES	PORCIENTO (%)
Agua	9.91
Proteína	11.5
Grasas	0.69
Cenizas	3.4
fibra dietética	13
Carbohidratos	61.5

Las semillas de *B. alicastrum* tienen compuestos fenólicos como químico: Ácido clorogénico y cafeico, y derivados del ácido cumaroílico. Además de algunos minerales que benefician a la salud (Tabla 2)

Tabla 2.Minerales (González-González et al., 2020)

MINERALES	CANTIDADES EN GRAMOS
Cobre	(0,5 mg / 100 g)
Potasio	(1256 mg / 100 g)
Hierro	(4 mg / 100 g)

4.3 Harinas compuestas

Las harinas compuestas pueden considerarse en primer lugar como mezclas de trigo y otras harinas para la producción de panes con levadura, productos horneados sin levadura, pastas, papillas y Meriendas; o, en segundo lugar, mezclas de harinas totalmente distintas de trigo o comidas, con el mismo fin. Las harinas premezcladas contienen todo los componentes no perecederos de la receta de ciertos productos horneados, una mezcla de diferentes harinas de verduras ricas en almidón o proteínas, con o sin harina de trigo aumenta los nutrientes esenciales en la dieta humana se llama harina compuesta que contenga propiedades funcionales en efecto las propiedades fisicoquímicas fundamentales que reflejan la compleja interacción entre la composición, estructura, conformación molecular y propiedades físico-químicas de componentes alimentarios junto con la naturaleza del medio (Chandra et al., 2015)

4.3.1 Harina de arroz

El arroz es un importante cultivo de cereal con grandes fuente de energía que lo convierte en un grano deseable para ser utilizado en productos de valor agregado, que es más barato al almidón de maíz y está disponible en abundancia, por lo que se puede utilizar en la producción de harina de arroz. La harina de arroz ofrece potencial para el desarrollo de productos tradicionales y nuevos alimentos debido a sus características ,fragancia , aroma y beneficios para la salud según su mayor contenido de proteínas y menor índice glucémico (Singh & Prasad, 2015)

4.3.2 Harina de trigo

La harina de trigo es una buena fuente de manganeso, magnesio y fibra dietética , ya que trigo sarraceno entero contiene de 2 a 5 veces más compuestos fenólicos que la avena o la cebada, mientras que el salvado de trigo sarraceno y las cáscaras tienen de 2 a 7 veces más actividad antioxidante que la cebada, el triticale y la avena (Holasova et al., 2002)

4.3.3 Harina de calabaza

El desarrolló de harinas de diferentes frutas y vegetales y ricos en fibras dietéticas, minerales, bioactivos compuestos o actividad antioxidante .En este escenario, las frutas aún subexplotadas, con poca aplicación industrial (por ejemplo: calabaza) como ingredientes alternativos a estudiar. Se distingue por el alto contenido de compuestos bioactivos, presentados principalmente en la piel de la fruta, que está compuesto por el exocarpio y el mesocarpio externo por lo que las calabazas suelen ser ricas en carotenoides, vitaminas y fibras dietéticas(Corre & Bemfeito, 2020)

4.4 Antioxidantes

La actividad antioxidante es una propiedad fundamental importante para la vida. (Holasova et al., 2002) Las dietas ricas en antioxidantes se han asociado con una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, cánceres y procesos degenerativos relacionados con la edad (Dedoussis et al., 2010). La determinación de la actividad antioxidante total, incluidos los compuestos unidos y libres, proporcionó una herramienta para investigar el papel protector de los productos ricos en antioxidantes en las enfermedades degenerativas (Data, 2002)

4.5 Fenoles

En la actualidad, existe un interés creciente por el análisis e identificación de componentes de plantas medicinales, principalmente compuestos fenólicos. Tales metabolitos secundarios comprenden una gran variedad de compuestos: flavonoides simples, taninos, lignina, flavonoides complejos, antocianinas y ácidos fenólico(González-gonzález et al., 2019)

La extracción de ácidos fenólicos se lleva a cabo con disolventes acuosos orgánicos para obtener poli fenoles solubles seguidos de un tratamiento de hidrólisis para obtener polifenoles libres, donde el ácido y la hidrólisis básica son las más comunes (Arranz y Saura-Calixto,2010; Ozer, 2017) . Se ha informado que varios métodos de HPLC cuantificar estos compuestos en extractos de plantas, Los métodos existentes se utilizan para extractos orgánicos y hay pocos informes para la determinación de ácidos fenólicos en extractos acuosos (De Souza y col., 2002; Ziaková y Brandšteterová, 2003; Gonzales 2019)

5.- METODOLOGÍA

5.1 Obtención de la materia prima

La harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*) comercial se obtuvo en una tienda por internet (mercado libre) .Se mantuvo libre de humedad y se conservó en muy buen estado.



Figura 9. Harina de nuez maya (Brosimum alicastrum) Comercial

En el caso de la muestra obtenida de forma artesanal se elaboró de la siguiente manera. El fruto se recolectó un año antes en la comunidad nuevo Antonio municipio de Venustiano Carranza Chiapas. Para eliminar la humedad contenida en la semilla, esta fue expuesta al sol por 365 días.

Posteriormente para eliminar impurezas se realizó una selección de los mejores frutos y convertirlo en harina por medio de molienda, para la conservación se guardó en bolsa de polietileno hermética y posteriormente ser utilizada.



Figura 10. Harina de nuez maya natural

5.2 Análisis de materia prima

5.2.1 Análisis Bromatológico

Se determinó humedad (método 920.151), cenizas (método 940.26), lípidos (método 930.09) y proteínas (método 920.152) se realizaron de acuerdo con los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (AOAC, 2012). El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia (Best et al., 2020).

5.2.2 Determinación humedad

Se colocan crisoles de porcelana en la estufa a una temperatura de 100°C por 12 horas para ponerlo a peso constante, transcurrido este tiempo se sacan de la estufa utilizando unas pinzas, y se colocan en un desecador para que se enfríe por un tiempo de 15 a 20 minutos, alcanzado este tiempo se pesan en la balanza analítica y se registra el peso. Por separado se pesan 2 g de muestra , colocándolos en cada crisol, se meten a la estufa durante 24 horas, pasado este tiempo se sacan los crisoles con la muestra seca de la estufa, se enfrían por 15 a 20 minutos en un desecado y se procede a pesar.

$$\%MST = \frac{\text{peso del crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol solo}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

$$\%Humedad = 100 - \%MST$$

5.2.3 Determinación de contenido de cenizas

La muestra utilizada en la determinación de humedad, se pre-incinera en una parrilla eléctrica, a temperatura alta, hasta que deje de producir humo. El crisol se

pasa a la mufla (marca), con una temperatura de 600 °C por un periodo de tiempo de 2 horas, transcurrido el tiempo se sacan de la mufla, se enfrían de 15 a 20 minutos en un desecador y se procede a pesar.

$$\%C = \frac{\text{peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol solo}}{g \text{ de la muestra}} \times 100$$

5.2.4 Determinación de grasa por el método de soxhlet

El método Soxhlet, consiste en la extracción directa con disolventes de compuestos no polares.

Se colocaron en una estufa los matraces bola de vidrio por 12hrs, para ponerlos a peso constante, transcurrido este tiempo se sacaron y se colocaron un desecador de 15-20 minutos, después de este tiempo se pesan los matraces. Se pesan 5g de muestra seca, se depositan un papel filtro. A los matraces adicionar 250 ml aproximadamente de hexano, se acoplan al refrigerante del dispositivo Soxhlet por un periodo de 8horas, contando el tiempo a partir de cuándo empieza a hervir, al finalizar se retira la muestra y se recupera el solvente excedente. Se colocan los matraces en la estufa a 100°C por un espacio de 12 horas hasta poner a peso constante nuevamente el matraz, transcurrido el tiempo sacar, enfriar, pesar y calcular.

$$\%E.E = \frac{\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz solo}}{g \text{ de la muestra}} \times 100$$

5.2.5 Fibra

Se pesaron 2g de muestra desengrasada, se coloca en un vaso de Berzelius, se agregan 100 ml de solución de ácido sulfúrico al 0.255 N, se conectan al aparato de reflujo , por un periodo de 30 minutos contando a partir de la ebullición, al hervir, se baja la temperatura, para que se mantenga en ebullición suave, transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de una tela y lavar con 100ml de agua destilada .El residuo que queda en la tela se pasa al vaso de Berzelius con 100 ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y conectar al aparato de reflujo por 30 minutos, transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de la tela, lavar con 100 ml de agua destilada, escurrir el exceso de agua, retirar la fibra con una espátula de la tela y depositarla en un crisol de porcelana, poner el crisol a peso constante en la estufa a 100 °C, por 12 horas , transcurrido el tiempo, sacar de la estufa, enfriar y pesar. Pre incinerar la muestra en parrillas y meter en la mufla a 600 °C por 2 horas, transcurrido el tiempo, sacar, enfriar, pesar y calcular.

$$FC = \frac{\text{peso del crisol con fibra seca} - \text{peso del crisol fibra cenizas}}{\text{g de muestra}} \times 100\%$$

5.2.6 Determinación de proteína por método Macro - Kjeldhal

5.2.6.1 Digestión

Se pesa 15-40 mg de muestra seca desengrasada, en tubos de rosca que se ajusten al condensador del equipo, agregar de 300 a 400 mg de mezcla reactiva de selenio (catalizador), adicionar 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado, se conecta al aparato Kjeldhal con un condensador de vapores conectado a la bomba de

vacío para vapores ácidos, en la sección de digestión, hasta que la muestra cambie de color café oscuro a verde claro, tapar los tubos de rosca y dejar enfriar.

5.2.6.2 Destilación

Colocar el residuo blanquecino en un tubo de destilación, agregar 5 ml de agua en dos partes para disolver el residuo blanquecino ,agregar 10 ml de NAOH al 60% lentamente , en un matraz Erlenmeyer colocar 5 ml de ácido bórico al 5% adicionando 2 gotas de mezcla de indicadores, el matraz se coloca en baño con hielo, destilar la muestra en klejeldahl hasta obtener 70- 100 ml de muestra , el matraz con ácido bórico y el indicador poseen un color violeta el cual cambiara a verde cuando se recolecta el destilado.

5.2.6.3 Titulación

Se titula lo recuperado con HCL al 0.01N, hasta permutar a color rosa pálido. Realizar los cálculos con los ml de ácido clorhídrico gastados.

$$\%N = \frac{(v2 - v1) \times Eq. N \times N}{W} \times 100\%$$

%N=Porcentaje de nitrógeno total

V2= Volumen de HCL gastado para titular la muestra (ml)

V1= Volumen gastado para titular el blanco (ml)

N=Normalidad del HCL 0.01N

EqN = 14.007

W = (Peso de muestra en gramos) previamente desgrasada

V.N=Porcentaje de nitrógeno

F= (Factor de conversión) 4.38,6,25

5.2.7 Determinación del contenido de carbohidratos totales

Se determinan a través de una diferencia, esta diferencia es la que existe entre el peso original de la muestra y la suma de, humedad, ceniza, grasa, fibra cruda, proteína.

$\% \text{Carbohidratos totales} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda} + \% \text{ proteína}).$

5.2.8 Extracción de compuestos antioxidantes

Se extrajo harina de nuez de maya (1 gr) con 10mL de etanol al 80% .La extracción fue realizado en un agitador orbital (250 rpm) durante 40 minutos a 30°C en la oscuridad. Después de la agitación, los extractos se centrifugaron a 4500 rpm a 25°C durante 10 min para recuperar el sobrante. El residuo (pellet) se sometió a una segunda extracción después del mismo procedimiento descrito anteriormente. Los sobrantes de ambas extracciones se combinaron (extracto de antioxidantes) y fueron almacenados a 5°C hasta su análisis.

5.2.9 Cuantificación de compuestos fenólicos solubles

Posteriormente, el contenido de compuestos fenólicos totales se determinó por el método de Folin (Singleton & Rossi, 1965); una curva estándar basada en ácido gálico (GA Del sustrato ya extraído anteriormente se agregó 1 mL de reactivo de fenol Folin-Ciocalteu (1:10 diluido con agua destilada) a cada tubo de centrífuga que contiene 200 µL del extracto y 800 µL de carbonato de sodio saturado. El blanco, desprovisto de cualquier extracto, se utilizó como fondo sustracción. Los contenidos de fenoles totales en cada extracto se determinaron a partir de una

serie de soluciones estándar a concentraciones de 25, 50, 100, 200 y 400 $\mu\text{g} / \text{mL}$ de ácido gálico como estándar. Se dejó reposar los extractos durante 30 min. Después de este tiempo, se llevó a la lectura de absorbancia a 520 nm el contenido fenólico soluble se expresó en miligramo de equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra de harina ($\text{mg GAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) (Quintero-hilario et al., 2021) .

5.2.10 Antioxidantes (ABTS)

Del extracto anterior se tomó una concentración de 10 mL -200ml de ABTS. La actividad antioxidante se cuantificó haciendo reaccionar ABTS 7 mM con 2,45 mM (final concentración) persulfato de potasio en la oscuridad a temperatura ambiente durante 12-16 h. Esta solución se diluyó en agua destilada hasta una absorbancia de 0,7 a 734 nm. Se tomó un blanco sin concentración de ABTS. Después de la adición de 100 μl de soluciones acuosas de extracto a 3 mL de ABTS + solución, la lectura de la absorbancia fue tomada a temperatura de 30 ° C durante 20 min para posteriormente tomar la lectura de absorbancia a una longitud de onda de 750 nm. Todas las soluciones se utilizaron recientemente y todas las mediciones se llevaron a cabo por triplicado. La actividad antioxidante se cuantificó a partir de una curva estándar basada en trolox de 500 ppm. Los resultados fueron expresado en miligramos de equivalentes de trolox por 100 g de extracto (Ozer, 2021).

5.2.11 Antioxidantes (DPPH)

Para evaluar el DPPH actividad de eliminación de radicales de los extractos. Un volumen de 0,5 mL de solución de extracto antioxidante (10,100, 200, 300, 400, 500, 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$ en metanol) se mezcló con 270 ml de DPPH 0,30 ml de solución disuelta en metanol. La absorbancia de la mezcla de reacción se midió a 515 nm después de 1h. Finalmente, la absorbancia de la solución resultante se leyó espectrofotométricamente a 515 nm. Los resultados se expresaron como el contenido de extracto (mg por ensayo) frente a la absorbancia a 515 nm. La

eliminación de DPPH de los extractos se calculó como se describió anteriormente. (Ozer, 2021)

5.3 Formulación de las galletas de harina y nuez maya (*Brosimum alicastrum*)

Se tomó como referencia la formulación reportada por (Deshidratada, 2020) de una galleta con los ingredientes que se pueden observar en el cuadro 3. Posteriormente se modificaron estas formulaciones utilizando harina de la nuez maya y harina de trigo.

Harina de nuez maya comercial HNMC y harina nuez maya natural HNMN

Tabla 3. Ingredientes y cantidades para la elaboración de las galletas prueba (harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural)

Ingredientes	Cantidades (g)
Leche	45
Mantequilla	35
Sal	1
Miel	8
Huevo	7
Arándanos	4

Una vez seleccionada la formulación control se realizaron pruebas sensoriales, modificando algunos ingredientes hasta obtener una formulación más adecuada en cuanto al sabor. Las modificaciones realizadas nos llevaron a adicionar vainilla como saborizante y también adicionar nuez común (*Juglans regia*) para mejorar el sabor, hasta que se obtuvo la formulación final (tabla 4).

Tabla 4. Ingredientes y cantidades de las galletas final (harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural)

Ingredientes	Cantidades (g)
Leche	45
Mantequilla	30
Miel	11
Huevo	6
Arándanos	3
Vainilla	2
Nuez	3

Después de modificar la concentración de ingredientes en la galleta. Los porcentajes adicionados de harina nuez maya (natural y comercia) 0%, 20%, 40% y 60%. Tomando en cuenta que únicamente los porcentajes de dichas harinas fueron modificados y todos los demás ingredientes se mantuvieron igual.



Figura 11 . A) 20% Harina de nuez maya, B) 40% Harina de nuez maya c) 60% Harina de nuez maya

5.3.1 Análisis bromatológico

Se realizó un análisis bromatológico a las galletas adicionadas con harina de nuez maya (*Brosimum alicastrum*), como anteriormente se describe en la sección 5.2.1 Se tomaron las muestras de galletas en tres repeticiones para el análisis a realizar, previamente se molieron para obtener un tamaño de partículas adecuadas.



Figura 12. Galletas trituradas listas para el análisis bromatológico.

6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis se realizaron por triplicado mostrándose los promedios de las repeticiones.

6.1 Análisis de materia prima (composición química)

Los resultados obtenidos del análisis proximal de la harina de nuez maya obtenida y la harina de nuez maya comercial se muestran en la Tabla 5.

La harina de nuez maya natural presentó una humedad de 7.27 %, que fue mayor a los obtenidos para harina de nuez maya comercial 6.51% dado a

que el contenido de humedad depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a las cuales se sometieron durante su procesamiento (Cruz, 2002).

El valor de cenizas obtenido 2.63% en harina de nuez maya natural, es diferente a harina de nuez maya comercial 3.13% pero mayor que los reportados en Galleta formulada con avena y linaza (1.6%) (Ortega et al., 2016). Debido a que el residuo obtenido por la incineración refleja el contenido de sustancias minerales del alimento. (Tamayo & Bermúdez, 1998)

Se observan valores similares en el contenido de grasa de la harina de nuez maya natural 1.29%, comparado con de harina de nuez maya comercial 1.62%, lo cual puede deberse a la naturaleza del fruto y tratamiento dado a la materia prima. (García Luna, 2003).

El contenido de fibra cruda para la harina de nuez maya natural fue de 2.14%, a diferencia de harina de nuez maya comercial 1.31% debido a que el contenido de fibra cruda de los alimentos depende de la fuente, estado de madurez y tratamiento recibido por la muestra durante la obtención del residuo fibroso (Cruz, 2002).

En el contenido proteico de la harina de nuez maya se observa un valor de 10.80%, superior a harina de nuez maya comercial 8.67% debido a que la principal fuente de proteínas en un residuo fibroso son las glicoproteínas presentes en la pared celular primaria donde forman una red de microfibrillas con la celulosa. La incorporación de estos componentes proteicos puede variar dependiendo de la naturaleza del fruto, el grado de maduración de la fruta o verdura y sus condiciones de cultivo (García Luna, 2003).

El contenido de carbohidratos totales de la harina de harina de nuez maya natural fue de 77.99%, que fue menor a lo de harina de nuez maya comercial con 80.05% por lo tanto la diferencia de los porcentajes depende de la fuente, estado de madurez y del contenido de carbohidrato presente (almidón, sacarosa, glucosa, fructosa) (Berlitz & Grosch, 1997)

Tabla 5. Análisis bromatológico en harina de nuez maya comercial y natural

Determinación	Harina de nuez maya natural (%)	Harina de nuez maya comercial (%)
Humedad	7.27	6.51
Ceniza	2.63	3.13
Grasa	1.29	1.62
Fibra	2.14	1.31
Proteína	10.80	8.67
Carbohidratos	77.99	80.05

6.2 Análisis de la materia prima (Determinación de antioxidantes) Contenido de Compuestos Fenólicos totales y capacidad antioxidante de las harinas de nuez maya

Los resultados obtenidos sobre el contenido de compuestos polifenólicos totales y capacidad antioxidante de la harina de nuez maya obtenida y la harina de nuez maya comercial se muestran en la Tabla 6.

Se encontraron diferencias de compuestos fenólicos entre ambas harinas de nuez maya natural y harina nuez maya comercial por lo tanto en el contenido de compuestos fenólicos en harina de nuez maya natural 12.20 mg/g de compuestos fenólicos por otro lado en harina de nuez maya comercial 13.35 mg/g se considera una diferencia debido a que la harina de nuez maya comercial fue sometido a un tratamiento de tostado . El contenido de los compuestos fenólicos y taninos condensados en la harina de nuez maya es mayor debido al efecto de la temperatura.

El contenido de antioxidantes en los dos tipos de harina (HNMN) y (HNMC), se determinó mediante el método de ABTS encontrando diferencia significativa respecto a las harinas de nuez maya donde HNMN tiene 72.89 μmol de Equivalentes Trolox /100 g y en HNMC el resultado 68.79 μmol de Equivalentes

Trolox /100 g, como se puede observar en el cuadro 6 , la diferencia en ambas harinas se debe a el proceso de elaboración a los que fueron sometidas ambas harinas ya que cabe resaltar que HNMN fue expuesta al sol para eliminar humedad y HNMC fue tostada. A una temperatura superior a los 90C por lo tato afecta los resultados ya que la variación de las concentraciones de los compuestos fenólicos entre los tratamientos puede deberse a la formación de productos de la reacción de Maillard, como son las melanoidinas (Budryn et al., 2009). Estos compuestos, con propiedades antioxidantes (Minatel et al., 2017), son polímeros nitrogenados responsables del color marrón de los alimentos, producidos por la interacción de grupos amino (aminoácidos libres, péptidos y proteínas) y grupos carbonilo de los azucars reductores (fructosa y glucosa) presentes en los alimentos (semillas) (Wang et al., 2011)

Se determinó el contenido de antioxidante para HNMN Y HNMC por el método de DPPH que se basa en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH de acuerdo con los datos representados en el cuadro 6, en harina de nuez maya natural y harina de nuez maya comercial, debido a que en HNMN el resultado fue 4.783µmol/g y HNMC 16.87 µmol/g , La razón por la que los valores varían en las nueces puede ser en las diferentes ubicaciones geográficas de las nueces, el disolvente de extracción, o el tiempo empleado en su extracción

Tabla 6.Determinacion agentes antioxidantes en harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural

Determinación	Harina de nuez maya comercial (%)	Harina de nuez maya natural (%)
Compuestos fenoles	12.20	13.35
ABTS	72.89	68.79
DPPH	4.783	16.876

6.3 Análisis de las galletas con harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural (capacidad antioxidante)

6.3.1 Antioxidantes (ABTS)

Se determinó actividad antioxidante por el método de ABTS este método mide la capacidad que tienen todos los antioxidantes presentes en un alimento o muestra para donar átomos de hidrógeno a los radicales peróxido. Se determinó que existe diferencia pero no significativa entre las galletas que no contiene harina de nuez maya (0) ya que se obtuvo 72.18 $\mu\text{mol/g}$ en comparación a las galletas que contienen harinas de nuez maya en dicho porcentaje 20% y 40% de ambas harinas HNMMN y HNMC ya que se encuentra en un rango de 69.4 – 69.8 $\mu\text{mol/g}$ en la harina de nuez maya natural 60% el resultado es menor (58.68 $\mu\text{mol/g}$) como se puede observar en la figura 13. En la galleta con 60% de harina de nuez maya comercial se determinó que existe diferencia significativa dado a que el resultado fue 75.03 $\mu\text{mol/g}$.

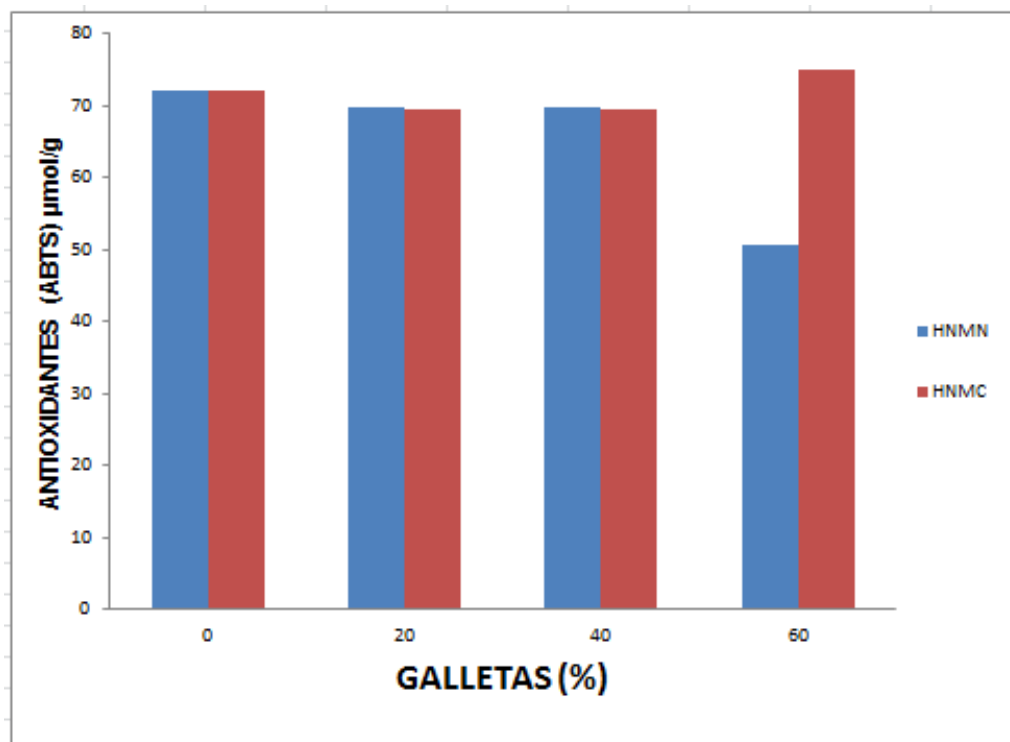


Figura 13 . Antioxidante en galletas de harina nuez maya por ABTS

La cantidad de antioxidante disminuye cuando se aumenta la concentración de ambas harinas tanto comercial como natural en dichos porcentajes 20% y 40%, aunque cuando la concentración de harina comercial es 60% el contenido de antioxidante es mayor esto debido a que la harina de nuez maya comercial fue sometida a un proceso de tostado afectando los flavonoides ya que estos son un grupo amplio e importante de los compuestos fenólicos, uno de los grupos más abundantes y estudiados de origen vegetal (Lee, Koo, & Min, 2004). La disminución de la concentración de estos metabolitos durante el tostado de la semilla pudo deberse a una degradación ocasionada por la temperatura (> 80 °C), ya que estos metabolitos son más inestables (Zhang, Chen, Li, Pei, & Liang, 2010). De tal manera es una galleta rica en antioxidantes ya que los antioxidantes son sustancias químicas que ayudan a detener o limitar el daño causado por los radicales libres el cuerpo usa los antioxidantes para equilibrar los radicales libres. De esta manera, evita que causen daño a otras células por lo tanto una galleta rica en antioxidantes ayuda a mejorar la calidad de vida.

6.3.2 Antioxidantes (DPPH)

Para determinar la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos a partir de todas las formulaciones de galletas desarrolladas (0%,20%,40% y 60%), utilizamos DPPH, dicho método consiste en la eliminación de radicales DPPH se usa comúnmente para evaluar la capacidad de los antioxidantes. En la muestra que no contiene harina de nuez maya (0) el porcentaje de actividad antioxidante 0.80 $\mu\text{mol/g}$, por lo tanto no existe diferencia significativa en HNMC (20% y 40%) ya que esta su porcentaje antioxidantes es 0.88 $\mu\text{mol/g}$ Por lo tanto, La actividad antioxidante indica una rápida disminución de la absorbancia del extracto. Como se muestra en figura 14, los porcentajes de actividades de barrido de DPPH en HNMC (20% y 40%) $1.04 \pm 0.77 \mu\text{mol/g}$.

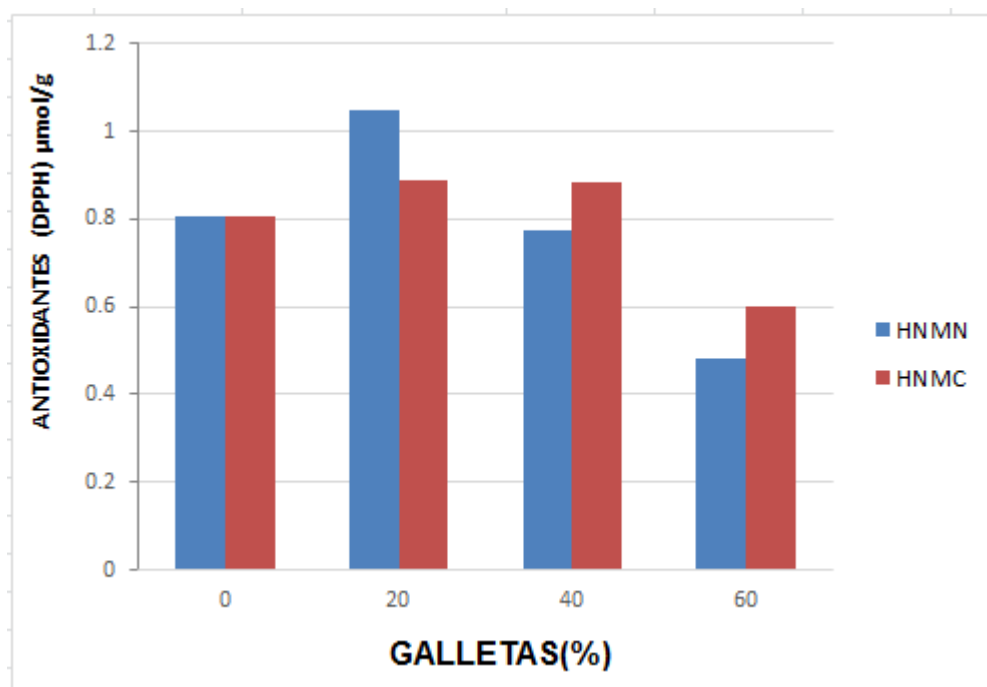


Figura 14. Antioxidante en galletas de harina nuez maya por DPPH

De los resultados antes ya mencionados, cuando se llega a una concentración de ambas harinas en 60% se obtuvo como resultado 0.48 $\mu\text{mol/g}$ (harina de nuez maya natural) por otra parte en (harina de nuez maya comercial) 0.60% $\mu\text{mol/g}$, el extracto de nuez maya tiene una potente actividad antioxidante y podría ser una buena fuente de antioxidantes naturales.

6.4 Análisis de las galletas con harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural (composición química)

6.4.1 Determinación humedad

Las galletas que no tiene harina de nuez maya (0) presento un resultado de 10.83% de cenizas, estos valores fueron los más altos tanto para harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural. Cuando se sustituyó HNMN en un 20% mostro un valor de 7.08% humedad mientras que cuando se utilizó en la misma concentración HNMC fue 4.10% de humedad. Se puede observar que a pesar de ser la misma cantidad agregada en ambas galletas se registra diferencia de humedad, aunque se considera menor entre las dos cantidades, por otra parte cuando se adiciona 40% de HNMN se registra 8.75% humedad y en HNMN un 6.48% humedad, asimismo es aumentado la concentración de HNMN al 60 % obtenido un resultado de humedad del 7.91 y en HNMC 6.41 % de humedad como se puede observar claramente en la figura 15.

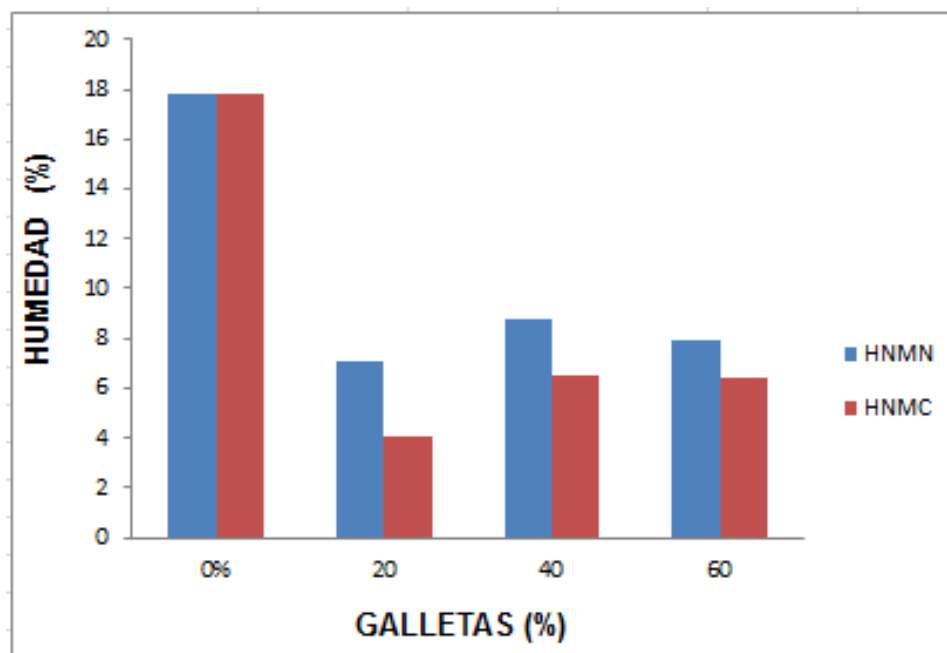


Figura 15 .Contenido de humedad en galletas de harina de nuez maya

El límite permisible se estableció conforme a lo estipulado en la NMX-F-006-1983 para las galletas, cuyo porcentaje máximo de humedad, es de 8.0%. La preparación y dilución de la muestra para análisis microbiológicos se realizó conforme lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994. El contenido de humedad en las galletas de harina de nuez maya ya sea natural o comercial están en el rango establecido de humedad a comparación de las que no contienen harina de nuez maya, ya que esta sobre pasa el limite permisible debido a esto las galletas elaboras son mejores por lo que exceso de humedad en las galletas provoca un deterioró muy rápido, aumentan el peso del agua y puede desarrollar microorganismo.

6.4.2 Determinación de contenido de cenizas

Las galletas que no tiene harina de nuez maya (0) presento un resultado de 2.056% de cenizas, estos valores fueron los más bajos tanto para harina de nuez maya comercial y harina de nuez maya natural. Cuando se sustituyó HNMC en un

20% mostro un valor de 2.306% mientras que cuando se utilizó en la misma concentración HNMN fue 2.239% de cenizas. Se puede observar que a pesar de ser la misma cantidad agregada en ambas galletas se registra diferencia de cenizas, aunque se considera menor entre las dos cantidades. En la figura 16 se observa claramente que cuando se adiciona 40% de HNMC se registra un 2.467% y en HNMN un 2.423%, presentando un aumento significativo al incrementar la cantidad de HNMN al 60%.

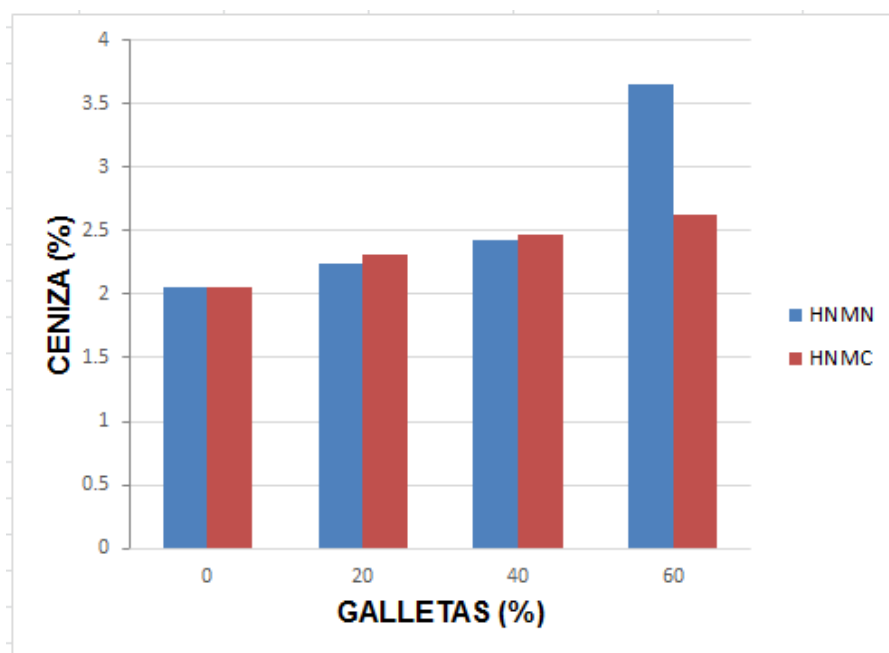


Figura 16. Contenido de ceniza en galletas de harina de nuez maya

La cantidad de ceniza está relacionada con los minerales por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos podemos ver que al incrementar la cantidad de harina de nuez maya ya sea comercial o natural obtenemos valores más altos, este efecto en la galleta genera un producto más nutritivo. Así mismo se observa como al usar harina de nuez maya en una concentración de 60% aumenta casi al doble de cenizas por lo que la galleta obtenida contiene mayor cantidad de minerales. Debido a que el residuo obtenido por la incineración refleja el contenido de sustancias minerales del alimento, la harina de nuez maya podría ser más rico en este componente

que lo antes mencionadas. (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 2001) indica un requerimiento diario de minerales de 2,3 mg/día para hombres y 1,8 mg/día para mujeres por lo que las galletas representan un aporte al requerimiento diario.

6.4.3 Determinación de grasa por el método de soxhlet

La cuantificación de grasa entre las galletas que no contiene harina de nuez maya (0) da como resultado 14.30 % de grasa para ambas galletas. Por lo tanto cuando el porcentaje de ambas harinas es aumentado al 20% el contenido de grasa para HNMN es 14.39%, si bien es cierto que es similar a las galletas que no contienen adición de harina de nuez maya, por otro parte la muestra HNMC contiene 16.54% de grasa. Es necesario resaltar que en este punto las galletas llegan a su rango máximo de concentración de grasa, de igual manera se puede observar claramente en la figura (17) que existe una diferencia significativa de grasa en ambas harinas considerando que contiene una concentración igual. Del mismo modo cuando el porcentaje en ambas harinas es aumentado al 40% de HNMN da como resultado 14.92 % de grasa y para HNMC 15.25% de grasa, aun siendo la misma concentración utilizada existe diferencia aunque esta no es significativa en ambas cantidades. Así mismo cuando se adiciono 60% de HNMN se registra un 15.63% de grasa sin embargo en HNMC da como resultado 14.35% de grasa.

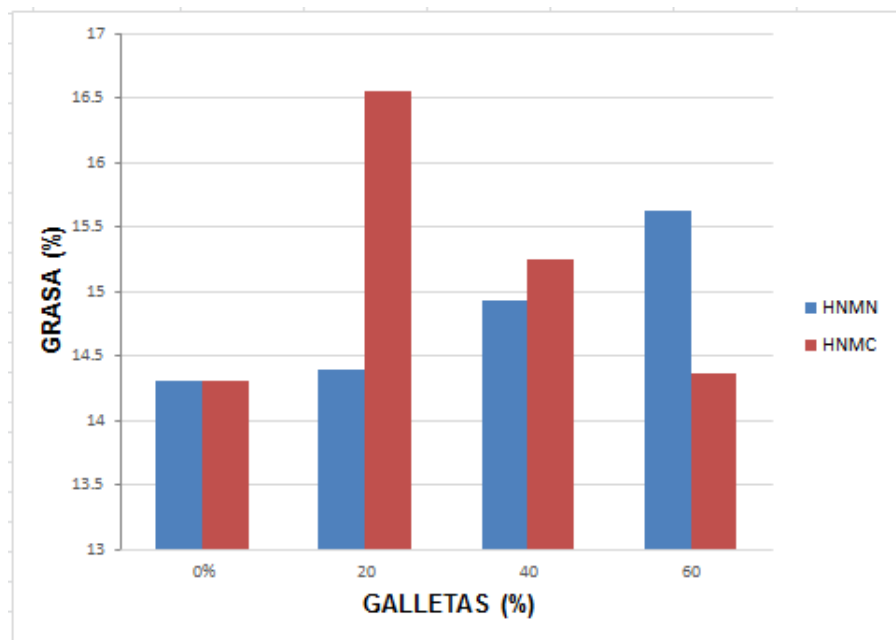


Figura 17 .Contenido de grasa en galletas de harina de nuez maya

El contenido de grasa se realizó en muestras de HNMN y HNMC. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que cuando se agrega HNMC a 20% se registra el valor más alto en todas las muestras, por otro lado podemos decir que existe un aumento proporcional en HNMN ya que entre más se eleva la concentración más aumenta el contenido de grasa en las galletas , a diferencia de HNMC cuando el porcentaje es menor la cantidad de grasa es mayor cuando se aumenta el porcentaje a 60% disminuye la cantidad de grasa , por lo tanto existe diferencia entre ambas harinas esto se debe el proceso de transformación al fue expuesto ambas harinas.

6.4.4 Fibra cruda

La concentración de fibra cruda obtenida de las muestras que no contiene harina de nuez maya 2.13% de fibra cruda, cuando es añadida harina de nuez maya en concentración 20% para HNMC se obtuvo 4.13 % de fibra cruda y en HNMN 0.86 % de fibra cruda, existe diferencia significativa en ambas harinas tomando en cuenta que en HNMC el porcentaje de fibra cruda disminuyo, por lo tanto cuando el porcentaje es aumentado al 40% en ambas harinas existe disminución notable

como se puede observar en la figura 18, para HNMC 2.81% de fibra cruda y para (HNMN) 0.6 % de fibra cruda.

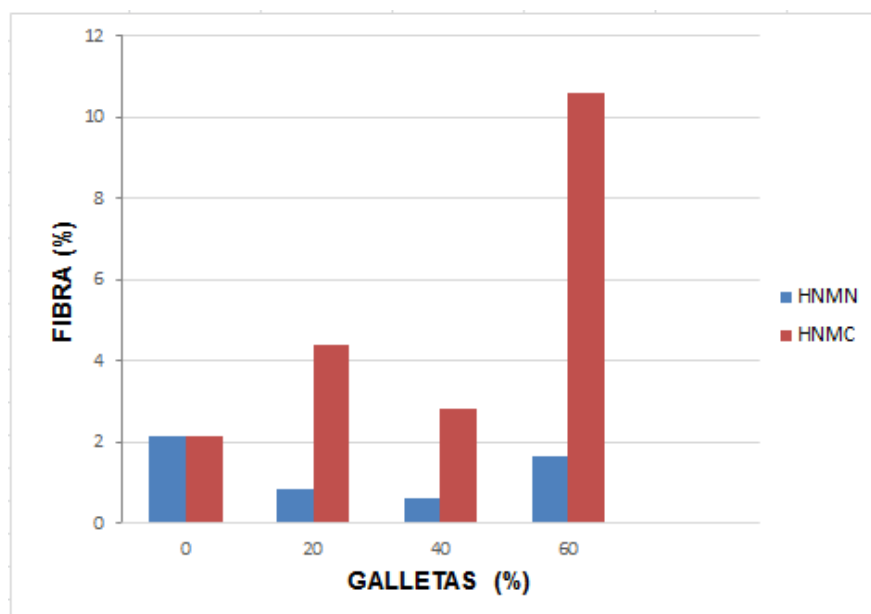


Figura 18. Contenido de fibra en galletas de harina de nuez maya

Los resultados de concentración de fibra cruda en la muestra de harina de nuez maya comercial es mayor debido al tratamiento al que fue expuesto a la diferencia de la harina de nuez maya natural dado a que las concentraciones de fibra cruda disminuyeron. Obteniendo un valor 10.61% de fibra cruda en la concentración de 60% de harina de nuez maya comercial en comparación a la harina de nuez maya natural en misma concentración el porcentaje de fibra 1.66% de fibra cruda. Esto representa claramente el efecto de las harinas en las muestras de galletas elaboradas debido a que el contenido de fibra cruda de los alimentos depende de la fuente, estado de madurez y tratamiento recibido por la muestra durante la obtención del residuo fibroso (Cruz, 2002).

6.4.5 Determinación de proteína por método Macro – Kjeldhal

Para las galletas que no contiene harina de nuez maya (0) el porcentaje de proteína para ambas galletas es 4.30% de proteína. Por lo tanto cuando se agrega 20% de HNMN el resultado 7.53% de proteína por otra parte HMNC 9.65% de proteína, estos resultados muestran diferencias de proteína en las harinas aun cuando contiene el mismo porcentaje, de igual forma cuando se adiciono 40% de HNMN la cantidad de proteína fue duplicada puesto que fue 14.56% de proteína, a lo contrario en HMNC aun siendo el mismo porcentaje de harina adicionada el contenido proteico disminuyo a 6.44% de proteína como se puede observar claramente en la figura 19, por otra parte cuando se a agrega 60% de HNMN el resultado 12.61 % proteína y para HMNC 5.19% de proteína, en este caso existe disminución de proteína en ambas harinas.

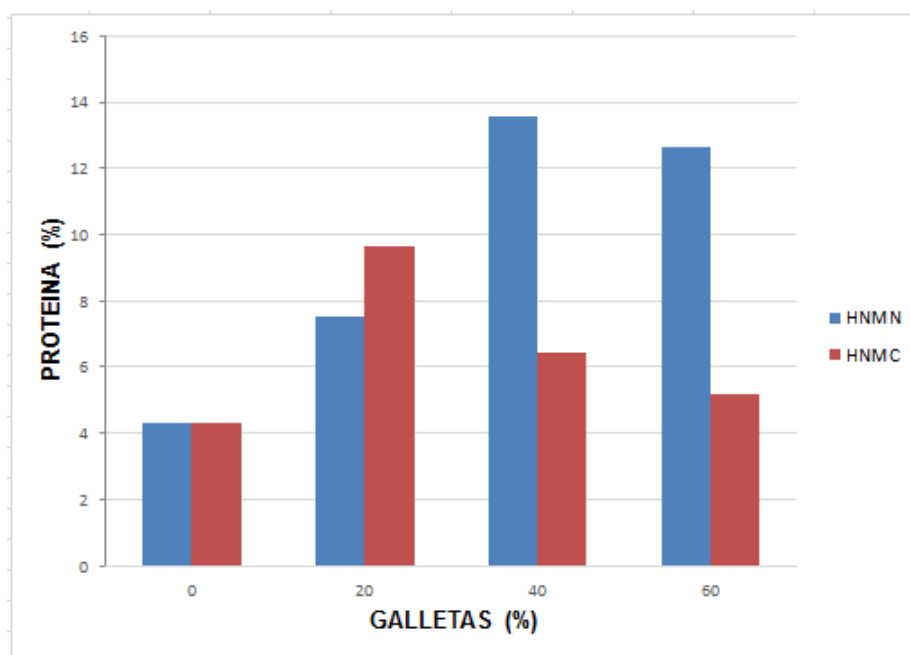


Figura 19. Contenido de proteína en galletas de harina de nuez maya

La proteína en los sistemas alimenticios se debe a las propiedades nutricionales, ya que de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume; así mismo pueden

ser ingredientes de productos alimenticios, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento. Con relación a lo antes mencionado, se evidencia que la harina de nuez maya constituye una fuente importante de proteínas, por lo tanto puede emplearse no sólo en la elaboración de galletas, sino también en otros tipos de alimentos de consumo habitual. La harina de nuez maya natural al 40% contiene 14.56% de proteína por lo tanto representa una cantidad elevada de proteína comparada con Los resultados reportado de mango criollo (12.06%) (García Luna, 2003), debido a que el contenido de fibra cruda de los alimentos depende de la fuente, estado de madurez y tratamiento recibido por la muestra durante la obtención (Cruz, 2002), por todo lo anterior las galletas elaboradas son más nutritivas y favorables a la salud.

6.4.6 Determinación del contenido de carbohidratos totales

El contenido de carbohidratos en las galletas que no contiene harina de nuez maya (0) fue 61.50% de carbohidratos a diferencia de las galletas que contiene concentraciones de HNMN Y HNMC, para las galletas que contienen 20% de HNMN el contenido de carbohidratos es de 68.74%, existe diferencia pero no significativa en HNMC con 67.39% de carbohidratos, por otro lado cuando la concentración aumenta 40% en HNMN los carbohidratos disminuyen de manera significativa a 60.33% y para HNMC 69.3% de carbohidratos como se puede observar en la figura 20.

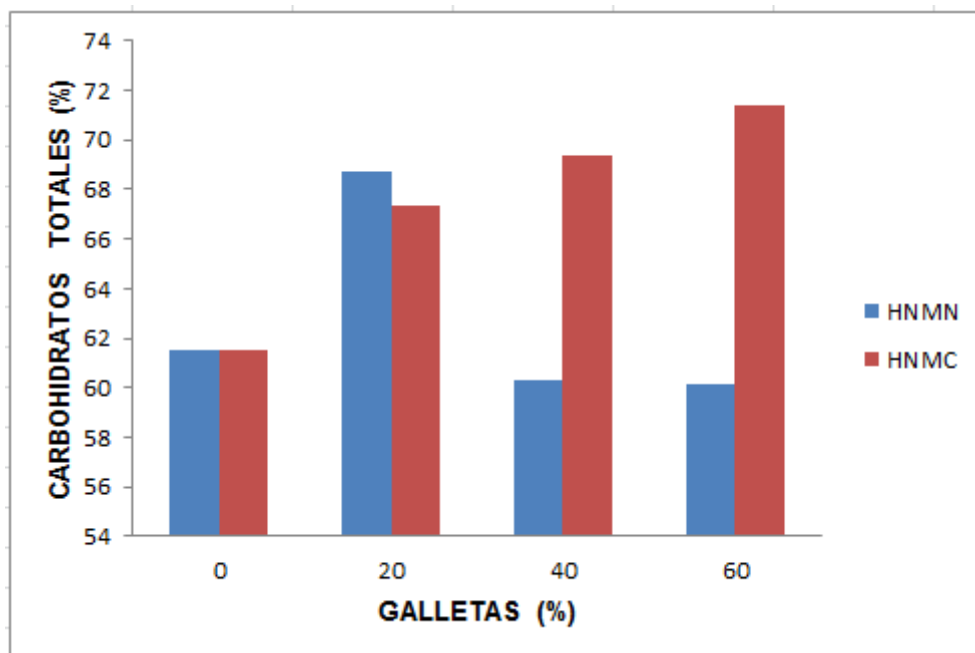


Figura 20. Contenido de carbohidratos en galletas de harina de nuez maya

Las galletas que contienen harina de nuez maya natural, cuando el porcentaje se va aumentando de 0% a 60% esta se comporta de manera lineal dado a que mientras más cantidad de harina se agrega menor cantidad de carbohidratos se obtienen en dichas galletas , por lo tanto en concentración de 60% el resultado fue 60.17% de carbohidratos siendo este el valor más bajo para HNMN , en comparación la harina nuez maya comercial , podemos decir que dicha harina a mayor concentración de harina mayor concentración de carbohidratos, en efecto a un porcentaje de 60% los carbohidratos obtenidos es de 71.40% , a partir podemos decir que las galletas elaboradas son una fuente excelente de carbohidratos ya que estos son la principal fuente de combustible del cuerpo.

7.-CONCLUSIONES

Se caracterizó la harina de *Brosimum alicastrum* que se utilizó como a materia prima para la elaboración de la galleta, obteniendo los siguientes porcentajes: Humedad 7.27, Ceniza 2.63 Grasa1.29, Fibra 8.67, Proteína 2.14, Carbohidratos 77.99.

Se determinó una formulación de acuerdo con las características sensoriales necesarias para las galletas de nuez maya, evaluando diferentes concentraciones de 20, 40 y 60 %, de las cuales las 3 formulaciones funcionaron bien.

Fue posible determinar las propiedades nutrimentales y propiedades funcionales de las formulaciones obtenidas de galletas de nuez maya.

8.-BIBLIOGRAFÍA

- Baumgartner, B., Ozkaya, B., Saka, I., & Ozkaya, H. (2018). Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. 80, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.01.011>
- Best, I., Casimiro-Gonzales, S., Portugal, A., Olivera-Montenegro, L., Aguilar, L., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2020). Phytochemical screening and DPPH radical scavenging activity of three morphotypes of *Mauritia flexuosa* L.f. from Peru, and thermal stability of a milk-based beverage enriched with carotenoids from these fruits. *Heliyon*, 6(10), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05209>
- Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. 52(June), 3681–3688. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1427-2>
- Charles, M. (1982). I-L ..., r. 36(January 1981), 166–175.
- Corre, R., & Bemfeito, C. M. (2020). Nutritional and functional potential of pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and pequi (*Caryocar brasiliense* Camb .) peel flours. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04590-4>
- Data, E. (2002). Total Antioxidant Potential of Fruit and Vegetables and Risk of Gastric Cancer ". 985–991. <https://doi.org/10.1053/gast.2002.35957>
- Dedoussis, G. V. Z., Kaliora, A. C., & Panagiotakos, D. B. (2010). REVIEW Genes , Diet and Type 2 Diabetes Mellitus: A Review. 13–24. <https://doi.org/10.1900/RDS.2007.3.13>
- Deshidratada, M. (2020). ELABORACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE.
- Espinosa-Páez, E., Hernández-Luna, C. E., Longoria-García, S., Martínez-Silva, P. A., Ortiz-Rodríguez, I., Villarreal Vera, M. T., & Cantú-Saldaña, C. M. (2021).

- Pleurotus ostreatus: a potential concurrent biotransformation agent/ingredient on development of functional foods (cookies). *Lwt*, 148(April), 111727. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111727>
- González-gonzález, R. M., Barragán-mendoza, L., Peraza-campos, A. L., Mu, R., Ceballos-maga, S. G., & Parra-delgado, H. (2019). Validation of an HPLC-DAD method for the determination of plant phenolics. 29, 689–693. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.06.002>
- González-González, R. M., Peraza-Campos, A. L., Ceballos-Magaña, S. G., Rodríguez-Pérez, M. A., Sañudo-Barajas, J. A., Parra-Delgado, H., & Osuna-Castro, J. A. (2020). Biochemical and functional characterization of albumins and globulins of *Brosimum alicastrum* seeds. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14679>
- Hernández-gonzález, O., & Larqué-saavedra, S. V. A. (n.d.). Primeras etapas de crecimiento de *Brosimum alicastrum* Sw . en Yucatán First stages of growth of *Brosimum alicastrum* Sw . in Yucatán. 6(27), 38–48.
- Holasova, M., Fiedlerova, V., Smrcinova, H., Orsak, M., Lachman, J., & Vavreinova, S. (2002). Buckwheat — the source of antioxidant activity in functional foods. 35, 207–211.
- Inpharma 1589 - 26 May 2007 Chewing over the issue of. (2010). 7602, 8324.
- Kaur, S., & Das, M. (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20(4), 861–875. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0121-7>
- Larqué, A. (2014). *Brosimum alicastrum*. Ramón. *Gaceta*, 6(49), 6–33.
- Ortiz, M., Azañón, V., Melgar, M., & Elias, L. (1995). The Corn Tree (*Brosimum alicastrum*): A Food Source for the Tropics. 77, 135–146.
- Ozer, H. K. (2021). Composiciones fenólicas y actividades antioxidantes . de nuez maya (*Brosimum alicastrum*): Comparación con nueces comerciales. 2912, 1–12.

- Phillips, M. M., & Rimmer, C. A. (2013). Functional foods and dietary supplements. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405(13), 4323–4324. <https://doi.org/10.1007/s00216-013-6846-9>
- Quintero-hilario, C. C., Esparza-torres, F., García-mateos, M. R., & Ybarra-moncada, M. C. (2021). Página 1. 1–14.
- Singh, Y., & Prasad, K. (2015). Effect of grinding methods for flour characterisation of Pusa 1121 basmati rice brokens. *Journal of Food Measurement and Characterization*. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9279-7>
- Tyagi, P., Chauhan, A. K., & Aparna. (2020). Optimization and characterization of functional cookies with addition of *Tinospora cordifolia* as a source of bioactive phenolic antioxidants. *Lwt*, 130(May), 109639. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109639>
- Vieira, M. V., Oliveira, S. M., Amado, I. R., Fasolin, L. H., Vicente, A. A., Pastrana, L. M., & Fuciños, P. (2020). 3D printed functional cookies fortified with *Arthrospira platensis*: Evaluation of its antioxidant potential and physical-chemical characterization. *Food Hydrocolloids*, 107(September 2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105893>
- Larqué, A. (2014). *Brosimum alicastrum*. Ramón. *Gaceta*, 6(49), 6–33.
- Barrera Vázquez, A. (1999). Las fuentes para el estudio de la medicina nativa de Yucatán. *Revista Biomédica*, 10(4), 253–261. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v10i4.211>
- Best, I., Casimiro-Gonzales, S., Portugal, A., Olivera-Montenegro, L., Aguilar, L., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2020). Phytochemical screening and DPPH radical scavenging activity of three morphotypes of *Mauritia flexuosa* L.f. from Peru, and thermal stability of a milk-based beverage enriched with carotenoids from these fruits. *Heliyon*, 6(10), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05209>

Hernández-gonzález, O., & Larqué-saavedra, S. V. A. (n.d.). Primeras etapas de crecimiento de *Brosimum alicastrum* Sw . en Yucatán First stages of growth of *Brosimum alicastrum* Sw . in Yucatán. 6(27), 38–48.

Ozer, H. K. (2021). Composiciones fenólicas y actividades antioxidantes . de nuez maya (*Brosimum alicastrum*): Comparación con nueces comerciales. 2912, 1–12.

Tecnológica, C. Y. (2015). Proteómica comparativa de especies silvestres y domesticadas de *Amaranthus*: *A. hybridus*, *A. powellii*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*. 1–74.

Peters, Charles M., and Enrique Pardo-Tejeda. “*Brosimum Alicastrum* (Moraceae): Uses and Potential in Mexico.” *Economic Botany*, vol. 36, no. 2, [New York Botanical Garden Press, Springer], 1982, pp. 166–75, <http://www.jstor.org/stable/4254368>

Verdugo-Silva, Felipe Eleazar, et al. "El cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en México". *Juyyaania* , vol. 2, no. 1, enero-junio de 2014, págs. 67+. Gale OneFile: Informe Académico , link.gale.com/apps/doc/A396138280/IFME?u=anon~69f2e5e2&sid=googleScholar&xid=a8b7af15 . Consultado el 12 de noviembre de 2021.

Budryn, G., Nebesny, E., Podsddek, A., Zyzelewicz, D., Materska, M., Jankowski, S., & Janda, B. (2009). Effect of different extraction methods on the recovery of chlorogenic acids, caffeine and Maillard reaction products in coffee beans. *European Food Research and Technology*, 228(6), 913-922. doi: 10.1007/s00217-008-1004-x

Minatel, I. O., Vanz-Borges, C., Ferreira, M. I., Gomez-Gomez, H. A., Chen, C, Y., O., & Pereira-Lima, G. P. (2017). Phenolic compounds: Functional properties, impact of processing and bioavailability. In: Soto-Hernández, M., Palma-Tenango, M., & García-Mateos, M. R. (Eds.), *Phenolic compound. Biological activity* (pp. 1-24). Croacia: Intech. doi: 10.5772/66368

Vega-López, A., Valdez-Hernández, J., & Cetina-Alcalá, V. (2003). Zonas

- ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques*, 9(1), 27-53. doi: 10.21829/myb.2003.911287
- Lee, J., Koo, N., & Min, D. (2004). Reactive oxygen species, aging and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3(1), 21-33. doi: 10.1111/j.1541-4337.2004.tb00058.x
- Vega-López, A., Valdez-Hernández, J., & Cetina-Alcalá, V. (2003). Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques*, 9(1), 27-53. doi: 10.21829/myb.2003.911287
- Baumanns, E. (2017). La nuez maya. Programa Selva Maya.
- Berg, C. C. (1972). *Brosimum alicastrum* Sw. subsp. *alicastrum*. *Flora Neotropica Monograph*, 7, 170–171.
- Martínez-Ruiz, N., Núñez-Gastélum, J., López-Díaz, J., Rodrigo-García, J., de la Rosa-Carrillo, L., Alvarez-Parrilla, E., Tadeo-Rodríguez, A., Urquidez, R., Vidaña-Gaytán, M., González-Valles, M., & Larqué-Saavedra, A. (2018). Desarrollo de un alimento adicionado con *Brosimum alicastrum* Sw. para el adulto mayor. 55. <http://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/4402;jsessionid=C04AC3F9DA8C98DE2678C157A69ED48B>
- Mixta, C., Oms, E., Organizaci, F. a O., & Ginebra, S. (2013). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. *Alimentacion Y Dieta, Consecuencias De Habitos Alimentarios Inadecuados Pdf*, 1, 1–152. http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916_spa.pdf
- Ortega, M., Barboza, Y., Y, M. P. P., & Parra, K. (2016). Ciencias de la Salud Formulación y evaluación de una galleta elaborada con. 16, 13. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90450808010.pdf>

