UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MORINGA (*Moringa oleífera)* EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA UNAN, LEÓN

POR

CRISTIAN BALMORE ERAZO SANTOS

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO



CATACAMAS, OLANCHO **HONDURAS, C.A**

MARZO, 2018

ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MORINGA (*Moringa oleífera)* EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA UNAN, LEÓN

POR:

CRISTIAN BALMORE ERAZO SANTOS

JHUNIOR ABRAHAN MARCÍA FUENTES, M.Sc.

Asesor Principal

INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE

LICENCIADO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO **HONDURAS, C.A**

MARZO, 2018

COMISIÓN INTERVENTORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COORDINACIÓN CARRERA TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en el Aula N° 23 de la Universidad Nacional de Agricultura: **M.Sc. JHUNIOR ABRAHAM MARCIA FUENTES, Ing. JAVIER OSAIAS BETANCOURTH RAUDALES,** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **CRISTIAN BALMORE ERAZO SANTOS** del IV Año de la Carrera de Tecnología Alimentaria presentó su informe.

"ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MORINGA (Moringa oleífera) EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA UNAN, LEÓN."

El cual, a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Tecnología Alimentaria.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los trece días del mes de marzo del año dos mil dieciocho.

M.Sc. JHUNIOR ABRAHAM MARCIA
Consejero Principal

Ing. JAVIER OSAIAS BETANCOURTH
Examinador

DEDICATORIA

A **Dios** porque me has demostrado una vez más tu amor incondicional, guiando cada uno de mis pasos en toda mi vida, quien ha levantado mi alma y espíritu para llenarlos de esperanzas y de alegría, gracias a ti he logrado esta gran meta en mi vida.

A mis **Abuelos** Pablo Sibrían y Padrina Recinos (QDDG), por ser más que unos abuelos mis padres, por su apoyo, sus sabios consejos. Han sido mi ejemplo a seguir y mi mayor inspiración, sé que se deben sentir orgullosos por un logro más en mi vida, siempre sus recuerdos vivirán en mi corazón.

A mi **tía** Dina Ismelda Sibrían Erazo y su **Esposo** Víctor Salmerón por su apoyo incondicional, su gran amor, dedicación, trabajo, sacrificio, por sus sabios consejos y por instruirme en los caminos del bien y enseñarme que con perseverancia y esfuerzo puedo lograr mis metas, sé que hoy se sienten orgullosos por haber culminado mi carrea y ser el primer profesional en la familia.

A mi **madrina** Telma Yolanda Aguilar por guiarme por los caminos de Dios y brindarme sus sabios consejos y apoyarme en todo momento.

A mis **hermanas** Evelin Roxana Erazo Serrano y Gladis Nohemí Erazo Santos con quienes siempre puedo contar y tener su apoyo incondicional.

A toda mi familia en general por creer siempre en mí y por brindarme su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por guiar siempre mi camino.

A mi **tía** Dina Sabrían y su **esposo** Víctor Salmerón por darme el regalo más valioso "el estudio" y apoyarme en todo momento.

A mis **hermanas** Evelin Roxana Erazo y Gladis Nohemí Erazo por estar siempre apoyándome y contar con ellas para todo.

A la Asociación de Excombatientes por la Democracia (AED) por brindarme la oportunidad estudiar en la Universidad Nacional de Agricultura con el convenio de Inclusión Social UNAG-AED.

A MI ALMA MATER UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, gracias por darme la oportunidad de obtener mi formación profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, por permitirme realizar esta investigación en el laboratorio de alimentos Mauricio Díaz Müller.

A mis ASESORES M.Sc. Sharon Rebeca Sánchez Delgado, M.Sc. Jhunior Abrahan Marcía Fuentes y M.Sc. Javier Betancourt por su paciencia, tiempo y dedicación, instruyéndome para la realización de esta investigación.

A la M.Sc. María Lydia Saavedra docente de la universidad nacional Autónoma de Nicaragua por apoyarme y guiarme en la investigación

A la **M.Sc.** Claudia Elena Alvarado Delgadillo de la UNAN-León por apoyarme a realizar el análisis proximal facilitando los reactivos y equipos que fueron utilizados.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN i

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTOS iii

LISTA DE TABLAS vii

LISTA DE GRÁFICOS viii

LISTA DE FIGURAS ix

LISTA DE FÓRMULAS x

LISTA DE ANEXOS xi

RESUMEN xii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS 2

2.1 General 2

2.2. Específicos 2

III. REVISIÓN DE LITERATURA 3

3.1 Antecedentes 3

3.2 Valor nutritivo de las hojas de moringa 3

3.3 Harina de trigo 5

3.4 Definiciones y clasificaciones de las galletas 6

3.4.1 Clasificación de las galletas 7

3.5 Selección de materias primas 8

3.5.1 La harina de trigo 8

3.5.2 Materia grasa 8

3.5.3 Sal 9

3.5.4 Azúcar 9

3.5.5 Huevos 9
3.5.6. Polvo para hornear 9
3.6 Análisis sensorial 10
3.6.1 Pruebas de Preferencia 10
3.6.2. Pruebas de aceptación. 10
3.7 Análisis proximales 11
3.7.1 Humedad 11
3.7.2 Proteína cruda. 11
3.7.3 Determinación de grasa total 12
3.7.4 Fibra cruda 12
3.7.5. Ceniza 12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS 13
4.1 Ubicación 13
4.2 Para su alcance 13
4.3 Área de estudio 14
4.4 Materiales y equipos 14
4.5 Método de investigación 15
4.6 Definición de fórmulas bases que se sometieron avaluación. 15
4.6.1 Formula con 3% de sustitución 15
4.6.2 Formula con 5% de sustitución 16
4.6.3. Fórmula con el 7% de sustitución 16
4.7 Flujo de proceso para obtener harina de moringa 17
4.7.1 Pasos preliminares para obtener la harina de hojas de moringa 18
4.8 Flujo de proceso para elaborar las propuestas de galletas fortificadas 20
4.9 Análisis sensorial 21
4.9.1 Análisis proximal 21
4.9.2 Humedad 22
4.9.3 Determinación de cenizas 22
4.9.4 Determinación de grasas 23
4.9.5 Determinación de fibra cruda 25
4.9.6 Determinación de Nitrógeno y Proteína cruda 27
4.9.6.1 Determinación de nitrógeno total 28

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS 30

5.1. Resultados de la elaboración de harina de moringa 30

5.2 Resultados de la evaluación sensorial 30

5.3 Porcentaje de humedad 36

5.4 Porcentaje de cenizas 36

5.5 Porcentaje de grasa presente en la muestra 37

VI. CONCLUSIONES 39

VII. RECOMENDACIONES 40

VIII. BIBLIOGRAFÍAS 41

ANEXOS 44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición de las hojas frescas y secas 4
Tabla 2. Aminoácidos presentes en las hojas de moringa 4
Tabla 3. Vitaminas presentes en las hojas de moringa (mg/100g) 5
Tabla 4. Micronutrientes presentes en las hojas de moringa 5
Tabla 5. Información nutricional de la harina de trigo 6
Tabla 6. Lista de materiales y equipos utilizados en la investigación 14
Tabla 7. Formulación con 3% de sustitución de harina de moringa 15
Tabla 8. Formulación con 5% de sustitución de harina de moringa 16
Tabla 9. Formulación con 7% de sustitución de harina de moringa 16
Tabla 10.Resultados de la aceptación de las formulaciones 31
Tabla 11. Aceptación del olor. 32
Tabla 12. Aceptación del color 33
Tabla 13. Aceptación del sabor 34
Tabla 14. Aceptación de la textura. 35
Tabla 15. Porcentaje de humedad 36
Tabla 16. Porcentaje de cenizas 36
Tabla 17. Porcentaje de grasa presente en la muestra. 37
Tabla 18. Porcentaje de fibra presente en la muestra. 37
Tabla 19. Porcentaje de nitrógeno total y proteína cruda. 38
Tabla 20.Resumen de los resultados del análisis proximal 38

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1. Aceptación de las formulaciones de galletas de moringa 31
Grafico 2. Aceptación del olor 32
Grafico 3. Aceptación del color 33
Grafico 4. Aceptación del sabor 34
Grafico 5. Aceptación de la textura 35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de la investigación 13

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Calculo de rendimiento de harina de moringa 19
Fórmula 2.Calculo del contenido de humedad. 22
Fórmula 3. Cálculo del contenido de cenizas 23
Fórmula 4. Calculo del contenido de grasa total 24
Fórmula 5. Calculo del contenido de fibra cruda 26
Fórmula 6. Calculo de contenido de nitrógeno total 29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de harina de moringa 44
Anexos 2. Proceso de elaboración de las galletas. 45
Anexo 3. Presentación de las muestras de galletas. 46
Anexo 4. Evaluación sensorial 47
Anexos 5. Determinación humedad y cenizas 48
Anexo 6. Determinación de grasa total. 48
Anexo 7. Determinación de fibra cruda 49
Anexo 8. Determinación de nitrógeno total y proteína cruda 49
Anexos 9.Formato de evaluación sensorial. 50

Erazo, B. (2018). Asistencia técnica para la elaboración de galletas fortificadas con harina de moringa (*Moringa oleífera)* en la Facultad de Ciencias Químicas de la UNAN, León. Trabajo Profesional Supervisado, Carrera Tecnología. Alimentaria, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 64 pp.

RESUMEN

Esta investigación sobre la elaboración de galletas fortificadas se realizó en el laboratorio de alimentos Mauricio Díaz Müller, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- León. El objetivo de la investigación es brindar asistencia técnica para la elaboración de galletas fortificadas con harina de moringa, con el fin de mejorar sus propiedades nutritivas en aras de combatir la desnutrición en la población nicaragüense. Para obtener la harina de moringa, se recolectaron hojas frescas de los árboles que se encuentran en las instalaciones de la UNAN León, luego se sometieron a un lavado con abundante agua y desinfectado a 5 ppm de cloro durante 5 minutos. Se determinó la cantidad de materia seca a partir de un deshidratador eléctrico, sometiendo la muestra durante 2 horas a 70°C. Finalmente se extrajo el tallo y se procedió al molturado de las hojas como procedimiento de obtención de la harina de moringa. Para el desarrollo de las galletas fortificadas se hizo uso de un diseño de mezcla empleando harina de moringa como sustituto del gluten al 3%, 5% y 7%, a estas formulaciones se les determino su aceptación sensorial a partir de un instrumento hedónico a escala de 5 puntos. El resultado concluyo que la formula al 3% de harina de moringa como sustituto del gluten para la elaboración de galletas fortificadas, obtiene mayor aceptación y presenta alta calidad química nutricional en su composición.

I. INTRODUCCIÓN

La moringa (*Moringa oleífera*) más conocida como marango por la población nicaragüense, es la especie más conocida de trece especies del género moringácea; es un árbol o arbusto de crecimiento rápido, resistente a la sequía, alcanza una altura promedio de 12 metros en su madurez; en cuanto al aprovechamiento su principal utilidad es de complemento alimenticio y medicinal. La moringa se está revelando como un recurso de primer orden y bajo costo de producción para prevenir la desnutrición y múltiples patologías como la ceguera infantil, asociadas a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta. Esta planta tiene un futuro prometedor en la industria dietética y como alimento proteico para deportistas especialmente atendiendo a su carácter de alimento natural.

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos la moringa contiene una enorme lista de propiedades nutritivas y curativas: es anti-inflamatorio, analgésico, antiasmático, anti-anémico, activador del metabolismo, purificador, protector del hígado, antihipertensivo, productor de hormonas, promueve el crecimiento del pelo, hidrata, moviliza los líquidos del cuerpo (homeostático), desintoxica, fortalece músculos y huesos, mejora la alerta mental, la memoria y la capacidad de aprendizaje (USDA, 2005).

Para contribuir con prevención de la desnutrición y por el fácil acceso de la materia prima se elaboraron galletas fortificas con harina de moringa, ofreciendo un producto con mejores beneficios sobre la salud de los consumidores, en el cual se especifica el procesamiento y los diferentes análisis como evaluación sensorial y análisis proximal determinando el porcentaje de algunos macro y micro nutrientes presentes en la galleta terminada

II. OBJETIVOS

2.1 General

Brindar asistencia técnica para la elaboración de galletas fortificadas con harina de moringa (*Moringa oleífera)* en la Facultad de Ciencias Químicas de la UNAN, León.

2.2. Específicos

Elaborar harina de moringa a partir de hojas frescas procedentes de los predios de la UNAN, León.

Desarrollar formulaciones para la elaboración de galletas fortificadas a partir de mezclas de harina de moringa y trigo

Determinar la formulación idónea a partir de análisis sensoriales mediante pruebas hedónicas.

Determinar la composición química de los macronutrientes de la galleta fortificadas por medio de análisis proximal.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes

Según estudios en la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador referente a la toxicidad sobre el árbol de moringa, se ha evidenciado que la corteza del tallo contiene efectos abortivos provocando contracciones y muerte del feto; también se ha informado que dosis de 7mg/kg/día de la corteza del tallo, puede provocar anomalías hepáticas, alterando también la función renal. Ensayos de toxicidad crónica y aguda en ratas wistar demostraron que las semillas de moringa no presentan efectos tóxicos.

Se han utilizado los extractos de semillas en terapias antioxidantes para reducir la genotoxicidad del arsénico u otros metales pesados debido a que los aminoácidos metionina, cisteína, vitaminas, β-caroteno son responsables de la remediación del estrés oxidativo producido por el arsénico, otros estudios han confirmado que el extracto metanólico de hojas de *M. oleífera* puede proveer protección radiológica en ratones y una dieta enriquecida con extracto acuoso de hojas ofrece protección contra daños hepáticos (Pérez, 2017).

3.2 Valor nutritivo de las hojas de moringa

Todas las partes de la planta son útiles desde las hojas hasta la raíz, los estudios sobre ella han ido incrementándose en los últimos años debido a su importancia nutricional ya que el contenido de proteínas, vitaminas y minerales es muy sobresaliente, además que en esta planta se encuentran todos los aminoácidos esenciales (Mathur, 2006).

La hoja de *Moringa oleífera* posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, el doble que la leche de vaca; cuatro veces la cantidad de vitamina A que las zanahorias; cuatro veces la

cantidad de calcio de la leche; siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas; tres veces más potasio que los plátanos; y cantidades significativas de hierro, fosforo y otros minerales (Mathur, 2006).

La moringa cuenta con un perfil nutritivo que tiene la capacidad de suplir los requerimientos de micronutrientes necesarios en una dieta saludable, lo que hace de ella una alternativa útil para combatir la inseguridad alimentaria cuando se debe a carencias debidas a la calidad de los alimentos. Las hojas de moringa contienen una riqueza de nutrientes importantes, además de contener todos los aminoácidos esenciales y una gran variedad de vitaminas (Mathur, 2006).

Tabla 1. Composición de las hojas frescas y secas

Composición		
	Hojas frescas	Hojas secas
Calorías	92 cal	205 cal
Carbohidratos	12.5 g	38.2 g
Grasa	1.70 g	2.3 g
Fibra	0.90 g	19.2 g
Proteína	6.70 g	27.1g
En base a 100 gramos		

Fuente: (Navarro, 2015).

Tabla 2. Aminoácidos presentes en las hojas de moringa

Aminoácidos		
	Hojas frescas (mg)	Hojas secas (mg)
Arginina	406.6	1,325
Histidina	149.8	613
Isoleucina	299.6	825
Leucina	492.2	1,950
Lisina	342.4	1,325
Metionina	117.7	350
Fenilalanina	310.3	1,388
Treonina	117.7	1,188
Triptófano	107	425
Valina	374.5	1,063
En base a 100 gramos		

Fuente: (Navarro, 2015).

Tabla 3. Vitaminas presentes en las hojas de moringa (mg/100g)

Vitaminas		
	Hojas frescas (mg)	Hojas secas (mg)
Vitamina A	6.8	18
Vitamina B1	0.21	2.6
Vitamina B2	0.05	20.5
Vitamina B3	0.8	8.2
Vitamina C	220	17.3

Fuente: (Navarro, 2015).

Tabla 4. Micronutrientes presentes en las hojas de moringa

Micronutrientes		
	Hojas frescas (mg)	Hojas secas (mg)
Calcio	440	2,003
Cobre	1,1	0,6
Hierro	7,2	8.2
Magnesio	42	368
Fósforo	70	204
Potasio	259	1.324
Zinc	0.16	3.3
En base a 100 gramos		

Fuente: (Navarro, 2015).

3.3 Harina de trigo

Harina de trigo se entiende el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* H., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (Codex, 2009).

Las harinas 0 y 00 son las menos refinadas y se denominan harina de gran fuerza y harina de media fuerza, contiene un 15% de proteínas por cada 100g y generalmente se trata de harinas completas e integrales que son ideales para preparar panes de campo, rústicos y masa para tartas rústicas. La harina de media fuerza contiene entre un 11.5% y 13.5% de gluten y por lo general se usan para hacer panes con aceites. La harina 000 es ideal para hacer pizzas o

masas que precisen de levadura, dado que cuenta con un gran contenido de gluten y además retienen más gas, por lo que tienen mayor estructura. La harina 0000 es la más refinada de todas porque no tiene mucho gluten y siempre se utiliza para hacer galletas, masas y bizcochos (Sánchez, 2011).

Tabla 5. Información nutricional de la harina de trigo

Nutrientes	**Cantidad**
Energía	348
Proteína	9.30
Grasa Total (g)	1.20
Colesterol (mg)	0
Glucósidos	80
Fibra (g)	3.40
Calcio (mg)	15
Hierro (mg)	1.20
Yodo (µg)	1
Vitamina A (mg)	0
Vitamina C (mg)	0
Vitamina D (µg)	0
Vitamina E (µg)	0.30
Folato (µg)	14
Por cada 100 gramos	

Fuente: (FUMBER, 2017).

3.4 Definiciones y clasificaciones de las galletas

Se entiende por galletas los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, entre otros.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua (INCAP, 2014).

3.4.1 Clasificación de las galletas

- Según Sánchez (2011); las galletas se clasifican de la siguiente manera: Marías, tostadas y troqueladas: son las elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten.

- Cracker y de aperitivo: están elaboradas con harina y grasas comestibles generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza.

- Barquillos con o sin relleno: se denominan barquillos, obleas o ambrosías, los productos obtenidos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formados por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricos abanicos, entre otras. Pueden elaborarse solos o adicionándoles rellenos a base azúcar, dextrosa, grasa y aromas.

- Bizcochos secos y blandos: elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad para conseguir que monte adecuadamente, depositándose en moldes o en chapa lisa para su horneado. La clasificación en secos y blandos obedece al mayor o menor porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno, pudiendo adoptar toda clase de formas.

- Sandwiches: es el conjunto de dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes alimenticios y alimentarios debidamente autorizados.

- Pastas blandas y duras: se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a base de masas cuya peculiaridad consiste en cremar adecuadamente todos los componentes (azúcar, grasa y otros productos alimenticios), adicionar la harina horneando la masa moldeada seguidamente a fin de impedir el desarrollo del gluten.

- Recubiertas de chocolate: cualquier clase de galletas antes definidas podrán presentarse recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar gelatina y agua.

- Surtidos: se conoce con esta denominación el conjunto de galletas de las diferentes especialidades que se elaboran, las cuales se agrupan en un solo envase.

3.5 Selección de materias primas

3.5.1 La harina de trigo

La indicada es la ultra refinada 0000, por su bajo contenido de gluten y poca viscoelasticidad. En algunos países se venden harinas desproteinizadas, ideales para este tipo de masas (Sánchez, 2011).

3.5.2 Materia grasa

La cantidad es responsable de la friabilidad, mientras que la calidad influye en el sabor. El uso de aceites hidrogenados como margarina y manteca o grasas animales depende de factores diversos, como la temperatura del ambiente de trabajo y la calidad que se busque. Una buena manteca es lo ideal, pero en ambientes muy cálidos se prefiere la margarina, que por su punto de fusión más alto se puede trabajar sin riesgos. Emplear partes iguales de manteca y margarina facilita el estirado de las masas; en este caso hay que controlar la homogeneidad del cremado, ya que de lo contrario quedan puntos oscuros de manteca sin integrar (INCAP, 2014).

3.5.3 Sal

La incorporación de una mínima cantidad de sal fina realza el sabor de las masas y contribuye a darles coloración durante el horneado.

3.5.4 Azúcar

Ayuda a dar sabor y coloración a las masas. Se aconseja usar azúcar blanca, ya sea molida o impalpable. La diferencia se aprecia después del horneado. Las masas hechas con azúcar molida presentan un aspecto rústico, terroso y con muchos poros. Las de azúcar impalpable resultan lisas, sin poros, y copian perfectamente la forma de los moldes. Esto se debe a que los granos de azúcar provienen del almíbar sobresaturado que resulta de la molienda de la caña. En la azúcar molida puede quedar agua, que durante el horneado se transforma en vapor y escapa formando poros en la superficie de la masa (INCAP, 2014).

3.5.5 Huevos

Además de otorgar sabor, color y estructura a las masas, facilitan la emulsión del azúcar con la manteca. También hidratan la harina, lo que posibilita que todas sus partículas se aglutinen y suaviza la textura de la masa. Se puede usar huevo entero, sólo yema, sólo clara o una mezcla de huevo y leche. Las masas hechas sólo con yemas son las más friables y finas. Las que se elaboran con claras resultan más rígidas y secas (INCAP, 2014).

3.5.6. Polvo para hornear

Se incorpora cuando se desea obtener masas más aireadas. La proporción no debe superar el 2% del peso de la harina (no usar más de 20 g/kg de harina).

3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Ylimaki, 2009).

3.6.1 Pruebas de Preferencia

Las pruebas de preferencia les permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia (Ylimaki, 2009).

3.6.2. Pruebas de aceptación.

Tienen como objetivo conocer de acuerdo a un criterio sensorial si la muestra que se presenta es aceptada o no por los consumidores. Estas pruebas no requieren de jueces analíticos, por el contrario, se emplean grupos representativos de los consumidores potenciales o habituales del producto, quienes no tienen que conocer el porqué del estudio que se realiza, sino entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. El número de jueces que se recomienda emplear debe ser mayor de 60 personas para un espacio global, generalmente entre 100 y 150, aunque mientras mayor cantidad se emplee se logra una mejor representatividad de la población. Pueden utilizarse de 25 a 30 jueces si el resultado es a nivel de laboratorio (Espinosa, 2014).

3.7 Análisis proximales

Según la FAO, (1993); los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra que se describen a continuación.

3.7.1 Humedad

Durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias. El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo (AOAC, 2006).

Actividad del agua son las propiedades coligativas, reológicas y de textura de un alimento dependen de su contenido de agua, aun cuando éste también influye definitivamente en las reacciones físicas, químicas, enzimáticas y microbiológicas

3.7.2 Proteína cruda.

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio (AOAC, 1984).

3.7.3 Determinación de grasa total

Se llama grasa total por la razón de que los esteres no solo extraen las grasas sino, también otras sustancias orgánicas como son: Estearinas, fosfatidos, triglicéridos, ácidos grasos libres, colesterol, lecitina, clorofila, alcoholes volátiles, aceites volátiles, ceras, resinas, y toda una serie de pigmentos.

En este método, las grasas de la muestra son extraídas con éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente, el tiempo que dura la extracción varia de 4 a 16 horas dependiendo del material y la velocidad concentración del solvente (AOAC, 2006).

3.7.4 Fibra cruda

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente (AOAC, 1990).

3.7.5. Ceniza

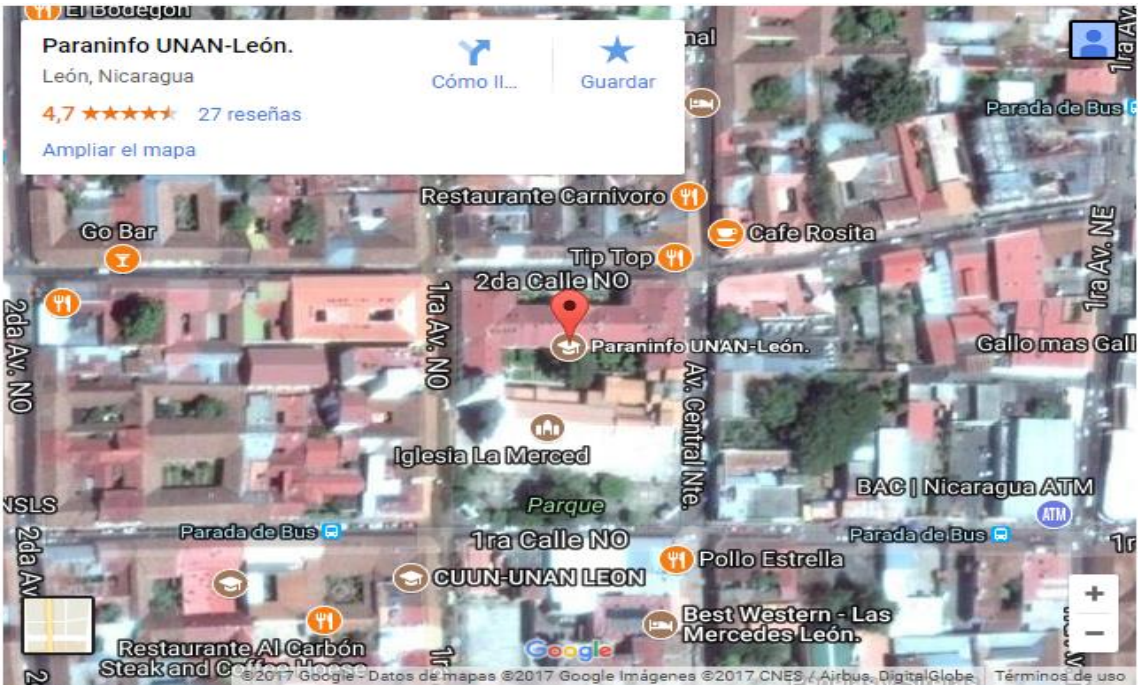
El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra (AOAC, 1990).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación

La Práctica Profesional Supervisada (PPS) se realizó en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en el laboratorio Mauricio Díaz Müller, a una temperatura media de 28.40°C altitud de 90msnm y el promedio anual de la pluviosidad es de 1273.4 mm (UNAN-León, 2017).

Figura 1. Lugar de la investigación



4.2 Para su alcance

Se diseñó instrumentos de investigación basados en los objetivos de la PPS los que incluyen observación, toma de muestras, experimentación, análisis de datos y revisión bibliográfica sobre la temática, investigación en web e in situ.

4.3 Área de estudio

Para contribuir a solucionar los problemas alimentarios y nutricionales de la población nicaragüense, el área de estudio es la elaborará un nuevo producto utilizando harina de moringa en la formulación de una galleta para ofrecer a la población un producto más nutritivo.

4.4 Materiales y equipos

Tabla 6. Lista de materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales y equipos	**Modelo/ marca**
Deshidratador eléctrico	Modelo CTBH/TAITEZ
Molino	
Cuchillo	
Moldes para galletas	
Balza analítica	
Estufa	
Mufla	L5/11/C6/ Noberhterm
Horno	
Crisoles de porcelana	
Tubos kjeldahl, refrigerante soxhlet	
Pipetas graduadas	
Equipo de destilación	
Beaker, Erlenmeyer	
Vitrina extractora de gases	
Ácido sulfúrico, peróxido de hidrogeno, éter de petróleo , ácido clorhídrico e hidróxido de potasio.	
Cuchara	
Rodillo	
Hojas frescas del árbol de moringa	
Bolsas plásticas	
Pailas plásticas	
Probeta 100 ml	
Hipoclorito de sodio	
Mesa de acero inoxidables	
Harina de trigo	
Huevos	
Azúcar glas	
Mantequilla	

4.5 Método de investigación

El método utilizado fue descriptivo-cuantitativo de orden trasversal a partir de investigación in situ a nivel de laboratorio en las instalaciones de la UNAN- León

4.5.1 Metodología de la investigación

La investigación parte de la elaboración de la harina de moringa y la selección de la muestra control (galletas con mantequilla), posteriormente se desarrollaron diversas formulaciones para la obtención de galletas fortificadas con harina de moringa como sustituto del gluten. Para determinar la mejor formulación se hizo uso de herramientas sensoriales como pruebas hedónicas a escala de 5 puntos. Finalmente, a la formulación con mayor aceptación sensorial se le determino su calidad química a partir de análisis proximal.

4.6 Definición de fórmulas bases que se sometieron avaluación.

4.6.1 Formula con 3% de sustitución

Tabla 7. Formulación con 3% de sustitución de harina de moringa

Muestra de 0.45 kg	Fórmula 3% de harina de hojas de moringa sustituyendo el gluten ($p \leq 0.05$)		
Materias primas	**Gramos (g)**	**Kilogramos (kg)**	**Porcentajes (%)**
Harina de trigo	207	0.207	45.95
Mantequilla	111	0.111	24.55
Azúcar	62	0.062	13.75
Huevo	57	0.057	12.75
Harina de hojas	14	0.014	3.00
Totales	451	0.451	100.00

4.6.2 Formula con 5% de sustitución

Tabla 8. Formulación con 5% de sustitución de harina de moringa

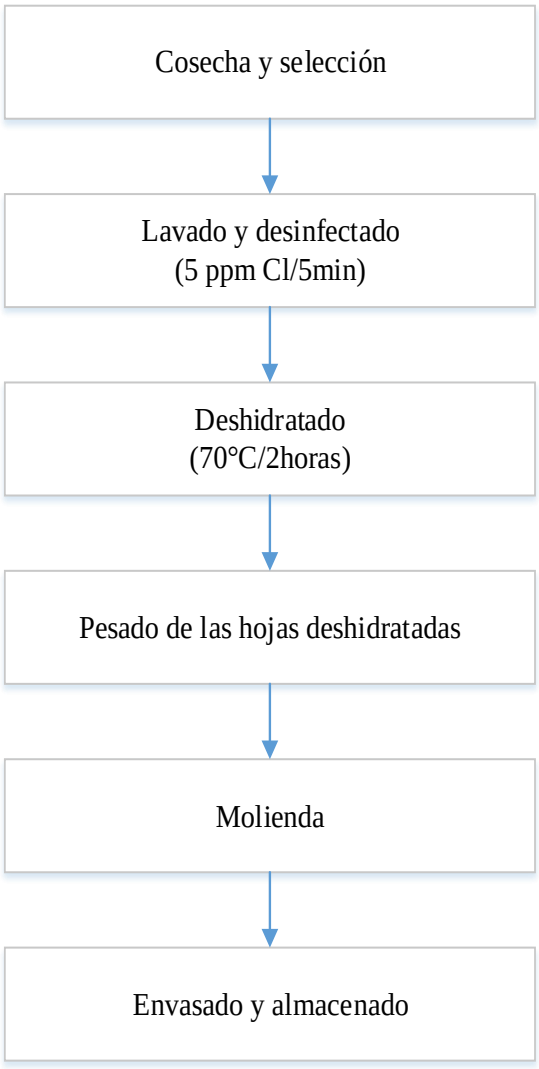
Muestra de 0.45 kg	Fórmula 5% de harina de hojas de moringa sustituyendo el gluten (p≤0.05)		
Materias primas	**Gramos (g)**	**kilogramos (kg)**	**Porcentajes (%)**
Harina de trigo	198	0.198	43.95
Mantequilla	111	0.111	24.55
Azúcar	62	0.062	13.75
Huevo	57	0.057	12.75
Harina de hojas	23	0.023	5.00
Totales	**450**	**0.45**	**100.00**

4.6.3. Fórmula con el 7% de sustitución

Tabla 9. Formulación con 7% de sustitución de harina de moringa

Muestra de 0.45 kg	Fórmula 7% de harina de hojas de moringa sustituyendo el gluten (p≤0.05)		
Materias primas	**Gramos (g)**	**Libras (lb)**	**Porcentajes (%)**
Harina de trigo	193	0.193	42.95
Mantequilla	111.06	0.1106	23.55
Azúcar	61.90	0.0619	13.75
Huevo	57.40	0.0574	12.75
Harina de hojas	31.78	0.0318	7.00
Totales	**455**	**0.454**	**100.00**

4.7 Flujo de proceso para obtener harina de moringa



4.7.1 Pasos preliminares para obtener la harina de hojas de moringa

1. Se cortaron las hojas de los árboles que estaban en las instalaciones de la UNAN, León.
2. Se limpiaron y desinfectaron los equipos como mesas, pailas, deshidratador solar y bandejas.
3. Se preparó la solución de cloro para limpiar y desinfectar equipos.
4. Se preparó la solución de cloro a 5 ppm para desinfectar las hojas.

Pesado de las hojas. se pesaron antes de someter a lavado

Lavado de las hojas. se sometieron a lavado con agua limpia para eliminar la suciedad como polvo, tierra, entre otros.

Desinfectado de las hojas. para su posterior desinfección se realizó con cloro a 5 ppm durante cinco minutos para reducir la carga microbiana de las hojas que vienen del campo.

Deshidratado de las hojas; se colocaron las hojas limpias y desinfectadas en las bandejas del deshidratador por dos horas a 70°C reduciendo la humedad entre 12 y 14 %.

Pesado de las hojas deshidratadas. se pesaron las hojas deshidratadas para conocer la pérdida de humedad en el proceso.

Extracción del tallo. Para facilitar y eliminar materias extrañas se quitaron los tallos donde se encuentran las hojas dejando las hojas libres para facilita el proceso de molienda.

Molienda de las hojas; para reducir el tamaño de partículas de realizó la molienda de las hojas en un molino manual.

Almacenamiento de la harina de moringa; se almacenó en bolsas plásticas de polietileno en un lugar fresco, libre de humedad y luz.

Fórmula 1. Calculo de rendimiento de harina de moringa

$$H_{LB} = \frac{M_I - M_F}{M_I} * 100$$

$$n = H_I - H_{LB}$$

$$n = \frac{A_c}{M_a} * 100\%$$

Donde:

n= porcentaje de harina obtenido

A_c=Cantidad de harina obtenido

M_a= Cantidad de materia prima utilizada

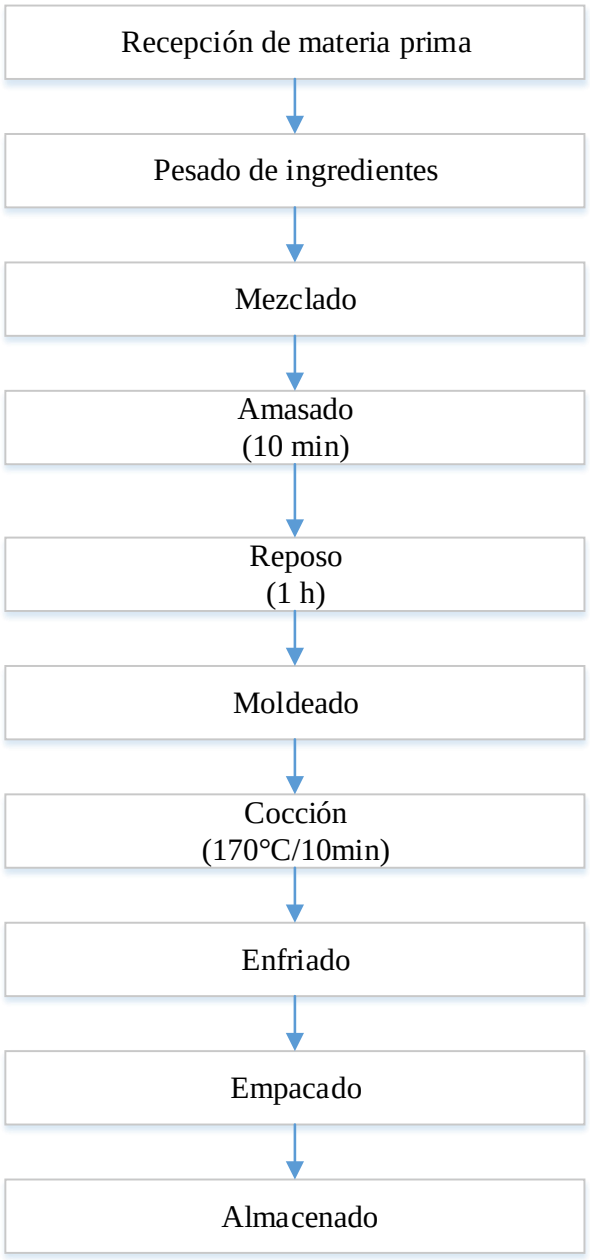
H_I= Humedad inicial

H_{LB}=Humedad liberado

P_i= Peso inicial

P_f= Peso final

4.8 Flujo de proceso para elaborar las propuestas de galletas fortificadas



Pesado de ingredientes; la materia prima se pesó en una balanza analítica calibrada de manera proporcional en gramos

Mezclado y amasado; para formar la masa se mezcló harina de trigo, harina de hojas de moringa, azúcar, mantequilla se amaso durante 10 minutos hasta obtener una masa suave y elástica.

Reposo; se dejó en reposo por 1 hora ya que el contenido graso impide que el gluten realice sus enlaces fácilmente, ya que las moléculas son recubiertas de una capa impermeable de grasa.

Moldeado; se utilizaron moldes para galleta con diferentes figuras con un grosor de 25mm.

Cocción; se sometieron a 170°C por 10 minutos en un horno eléctrico

4.9 Análisis sensorial

Para conocer su preferencia y aceptabilidad se realizó una evaluación sensorial con 20 jueces de tipo afectivo a nivel de laboratorio enfocado a los consumidores del producto, es una prueba sencilla y rápida que proporciona una idea general de la aceptación o rechazo del producto, la prueba consistió en someter a evaluación las tres formulaciones asignando un código a cada formula con el porcentaje de harina de moringa que contiene y se describe de la siguiente manera ABC= 3%, ACB= 5% y BAC= 7%. Posteriormente se evaluaron las características de color, olor, sabor y textura. Los datos se procesaron en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 23.

4.9.1 Análisis proximal

Los análisis que se realizaron a las galletas fortificados con harina de hojas de moringa son los siguientes, porcentaje de humedad, cenizas totales, fibra cruda, proteínas, y grasas.

4.9.2 Humedad

Método oficial AOAC 930.04;934.01(AOAC, 2006).

El método se basa en el secado de una muestra en horno y su determinación se hace por diferencia de masa entre la muestra seca y humedad.

Equipos

Horno de secado, desecadores, balanza analítica ($p<0.01$), pinzas, crisol de porcelana

Procedimiento

Se pesaron 3 gramos de muestra por triplicado previamente molida y homogenizada. Se colocaron las muestras en un horno a 105°C por 12 horas hasta que su peso fue constante, cuando no hubo variaciones de peso mayor de 1 mg entre las pesadas estuvo en su punto final.

Fórmula 2.Calculo del contenido de humedad.

$$\% \mathbf{H} = \frac{(\mathbf{A} - \mathbf{B})}{(\mathbf{A})} * \mathbf{100}$$

Donde:
A= Masa humedad
B=Masa seca

4.9.3 Determinación de cenizas

Método oficial AOAC 930.05;942.05(AOAC, 2006).

El método se emplea para determinar el contenido de cenizas en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Los análisis se hicieron por triplicado.

Materiales y equipos

Crisoles de porcelana, mufla, desecador, pinzas para crisol, balanza analítica.

Procedimiento

Se pesó una muestra de 3 g

Se sometió a secado los crisoles a 105°C durante 30 minutos, se dejaron enfriar y se colocó la muestra de galleta.

Se colocó el crisol en una mufla y se sometieron a calcinación a 600°C por 2 horas, se dejó enfriar y pesó cuidadosamente el crisol conteniendo la ceniza para realizar los cálculos.

Cálculos

A = Peso del crisol con las cenizas (g)
B = Peso del crisol vacío (g)
C = Peso de la muestra (g)

Fórmula 3. Cálculo del contenido de cenizas

$$\textbf{Contenido de cenizas} = \frac{(\mathbf{A} - \mathbf{B})}{\mathbf{C}} * \mathbf{100}$$

4.9.4 Determinación de grasas

Según normativa AOAC 920.39 (Método Soxhlet) (AOAC, 1990).

El principio consistió en la extracción de la grasa de la muestra previamente desecada, por medio de éter de petróleo cuyo punto de ebullición es de 35 a 45°C. Luego se sometió a eliminación del disolvente por evaporación, desecación de residuo y posterior pesada, previo enfriamiento. La muestra se realizó por duplicado.

El tiempo que tardo la extracción fue de 4 h, se ajustó el calor de tal forma que el solvente sifonado sobre la muestra pasara de 5 a 6 veces sobre la misma en una hora, con una velocidad de 5 a 6 gotas por segundo.

Materiales equipos

Balanza analítica, probeta de 250 ml, tubo extractor y refrigerante soxhelt, baño maría, balones de extracción de 250 ml, papel filtro, algodón, dedal, soportes, mangueras, beaker de 50 ml, horno y éter de petróleo

Procedimiento

Se pesaron 3 gramos de la muestra y se colocaron en un dedal de extracción, luego se colocó en el tubo extractor y se colocó algodón en la parte exterior del dedal para evitar que las partículas floten al exterior de este en el enjuague del solvente y sean arrastrados por el sifón hacia el frasco receptor de la grasa, se agregó 170 ml de éter de petróleo en el balón y se sometió a baño maría acoplándose a través del cierre esmerilado con el extractor y este a su vez con el condensador alimentando con agua.

Recuperación del éter

Terminada la extracción se retiró la muestra del extractor y se ensambló de nuevo el aparato, se calentó hasta que el tubo extractor estaba casi lleno con el solvente y se recuperó el éter.

Luego se transfirió la grasa contenida en el balón a un beaker de 50ml y se sometió a secado evaporando el residuo de solvente por 1.5 h a 105°C, dejo enfriar y se calculó el porcentaje de grasa.

Fórmula 4. Calculo del contenido de grasa total

$$\% \textbf{ de grasa} = \frac{(\textbf{Pbg} - \textbf{Pb})}{\textbf{Pm}} * \textbf{100}$$

Donde

Pbg= Peso del beaker + grasa en gramos

Pb =peso del beaker vacío

Pm=Peso de la muestra en gramos

4.9.5 Determinación de fibra cruda

Según normativa de la AOAC 930.10;962.09 (Método de Henneberg y Stohmann) (AOAC, 1990).

Principio

Este método se basa en el ataque a la muestra , con ácido sulfúrico(H_2SO_4) al 1.25% (p/v), luego con hidróxido de sodio (NaOH) al 1.25% (p/v) y por ultimo con alcohol y éter. El ácido sulfúrico hidroliza los carbohidratos insolubles en agua (almidón, hemicelulosa y la lignina). El alcohol y el éter extraen las ceras, resinas, grasa, y parte de las sustancias albuminoideas. El alcohol actúa como deshidratante, diluye y elimina las sustancias colorantes.

Materiales y equipo.

Balanza analítica, tubos kjeldahl de 300ml, digestor kjeldahl, probetas de 100 y 25ml, refrigerante kjeldahl, embudos, papel filtro, pinza, pizeta, crisoles de 25ml, horno y mufla.

Reactivos

Solución de ácido sulfúrico H_2SO_4 al 1.25% para preparar la solución se tomaron 6.8 ml de H_2SO_4 concentrado y se diluyeron en 1L de agua desionizada.

Solución de hidróxido de sodio NaOH al 5% para preparar la solución se disolvieron 50g de NaOH concentrado en 1L de agua desionizada.

Alcohol etílico al 95%

Éter de petróleo

Procedimiento

Se pesaron 3 gramos de la muestra y se colocaron en un tubo kjeldahl, luego se adicionaron 200 ml de la solución de ácido sulfúrico al 1.25% conectados a un refrigerante en ebullición por 30 minutos.

Luego se retiró el tubo kjeldahl y se filtró posteriormente se sometió a lavado con 75ml de agua hirviendo por triplicado.

Hidrolisis básico.

Con una espátula se devolvieron los residuos a otro tubo kjeldahl y se añadieron 50 ml de solución de NaOH al 5% y se aforo a 200 ml con agua destilada, se hirvió por 30 minutos más y se filtró hasta neutralizar. Una vez lavada la fibra se enjaguo tres veces primero con etanol al 95% y luego con éter de petróleo.

Se colocaron los residuos en un crisol de porcelana y se sometieron a secado en un horno a 105°C por 2 horas, se dejó enfriar y se tomó el primer pesó(P_1). Luego se colocó en la mufla a incineración a 600°C por dos horas, se dejó enfriar y se pesó(P_2).

Fórmula 5. Calculo del contenido de fibra cruda

$$\% \textbf{ Fibra cruda} = \frac{(\mathbf{P_1} - \mathbf{P_2})}{\mathbf{P_m}} * \mathbf{100}$$

P_1 =Peso del material después de secado en gramos

P_2 =Peso de las cenizas en gramos

$\boldsymbol{P_m}$ =peso de la muestra en gramos

4.9.6 Determinación de Nitrógeno y Proteína cruda

Según normativa de la AOAC 1984 Nitrógeno total-Método SPAD por titulación

Primero se mineralizo la nuestras, el análisis se realizó por el método de Kjeldahl, mismo que evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio.

Materiales y Equipo

Balanza analítica, tubos Kjeldahl, pipetas de 25ml, vitrina extractora de gases equipo, digestor Kjeldahl, gradillas para tubos Kjeldahl. probetas de 50ml, equipo destilador bureta de 25ml, beaker de 50ml,

Reactivos

Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, peróxido de hidrogeno (H_2O_2) al 30% y agua desionizada.

Mineralización de la muestra

Procedimiento

Se pesaron 0.5 gramos de muestra y se colocó en un tubo de digestión Kjeldahl, se agregó 4 ml de ácido sulfúrico concentrado, se mezcló, se dejó reposar durante 5 minutos y se hizo un ensayo en blanco.

Se añadió 2 ml de peróxido de hidrogeno al 30% a cada tubo y se dejó reposar hasta que cese la reacción violeta. Luego se adicionan 2 ml más de peróxido de hidrogeno y después de haber cesado la reacción violeta se calentó en el digestor Kjeldahl a 300°C durante 10 minutos, se dejó enfriar y se continuó agregando peróxido de hidrogeno y calentando hasta que el líquido se torna incoloro o amarillo cloro casi transparente, dejando enfriar después de cada calentamiento. Terminada la digestión se dejó enfriar y se diluyo con agua desionizada hasta aforar a 100 ml.

4.9.6.1 Determinación de nitrógeno total

Según normativa de la AOAC 1984 Nitrógeno total-Método SPAD por titulación

Reactivos

Solución de hidróxido de sodio al 35% para preparar la solución se disolvieron 350g de NaOH en 1L de agua desionizada.

Etanol al 95%

Indicador mixto: para esta solución se prepararon 15mg de verde bromocresol y 30g de de rojo de metilo en 50ml de etanol. Se añadió la solución diluida de hidróxido de sodio hasta obtener un color azulado purpura y se aforo a 100ml con etanol

Solución ácido bórico al 2% para preparar la solución se disolvieron 20g de H_3BO_3 en 500ml de agua desionizada.

Se añadieron 10ml del indicador mixto y suficiente ácido clorhídrico diluido, hasta que el color azulado se debilito a color rosa, luego se aforo a 1L con agua desionizada.

Solución estándar con ácido clorhídrico HCL al 0.1 N. Se diluyeron 8.4 ml de ácido clorhídrico concentrado en 1L de agua deshionizada.

Procedimiento

Destilación

Se tomaron 25ml de la muestra mineralizada y se agregaron 40ml de hidróxido de sodio al 35% y se sometió a destilado, el destilado se recibió en un Erlenmeyer de 250ml que contenía 50ml de solución de ácido bórico hasta completar 200ml con el destilado.

Titulación

El destilado se tituló con una bureta de 25 ml dejando caer gotas de ácido clorhídrico al 0.1N hasta la aparición del color rosa, el ensayo en blanco se tituló primero que la muestra destilada y se hizo la lectura del volumen gastado de HCL en la titulación.

La muestra se realizó por duplicado

Fórmula 6. Calculo de contenido de nitrógeno total

$$\mathbf{N-T}(\%) = \mathbf{4}\left[(\mathbf{V_m} - \mathbf{V_b}) * \mathbf{N} * \mathbf{14} * \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{P_m}}\right]$$

Donde

N-T (%)= porcentaje de Nitrógeno total

$\mathbf{V_m}$=Volumen en ml de HCI gastado en la titulación de la muestra

$\mathbf{V_b}$ = Volumen en ml de HCI gastado en la titulación del blanco

N= Normalidad del ácido empleado en la titulación

14= 1ml de HCI 1N equivalente a 14mg de NH_4^+

$\mathbf{P_m}$ = Peso de la muestra en miligramos

4= Factor para calcular el contenido de Nitrógeno total analizado en la muestra

6.25= Factor para convertir a proteína

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Resultados de la elaboración de harina de moringa

Para determinar el rendimiento de la obtención de la harina de moringa se contó con 1.35 kg de hojas frescas de moringa provenientes del perímetro de la UNAN-León

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(1{,}135 - 181.6)\text{g}}{1{,}135\ \text{g}} * 100$$

$$\% \text{ de Humedad} = 84$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 100 - 84$$

$$\% \text{ rendimiento} = 16$$

A partir de la **Fórmula 1,** se determinó que de 1.135kg de hojas frescas al someterlas a deshidratación a 70°C durante 2 horas, se liberó 84% de humedad, obteniendo un rendimiento de harina de moringa que oscila en un 16 % por lo que el empleo de esta tecnología es eficiente.

5.2 Resultados de la evaluación sensorial

Se realizó análisis sensorial de tipo hedónico a nivel de laboratorio a tres muestras con diferentes concentraciones de 3%, 5% y 7% de harina de moringa como sustito del gluten para la elaboración de galletas fortificadas, en el laboratorio de alimentos Mauricio Díaz Müller de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, con sede en León. Utilizando 20 jueces de tipo afectivo se determinó los resultados del grado de satisfacción de la fórmula idónea aceptando las características de

olor, color, sabor y textura (tabla 10). Este análisis determinó que un 70% de los jueces afectivos prefieren la formulación con la sustitución de 3% de harina de moringa, para la elaboración de galletas fortificas (grafica 1).

Tabla 10.Resultados de la aceptación de las formulaciones

Formulaciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
ABC=3%	14	70.0	70.0
ACB=5%	4	20.0	20.0
BAC=7%	2	10.0	10.0
Total	20	100.0	100.0

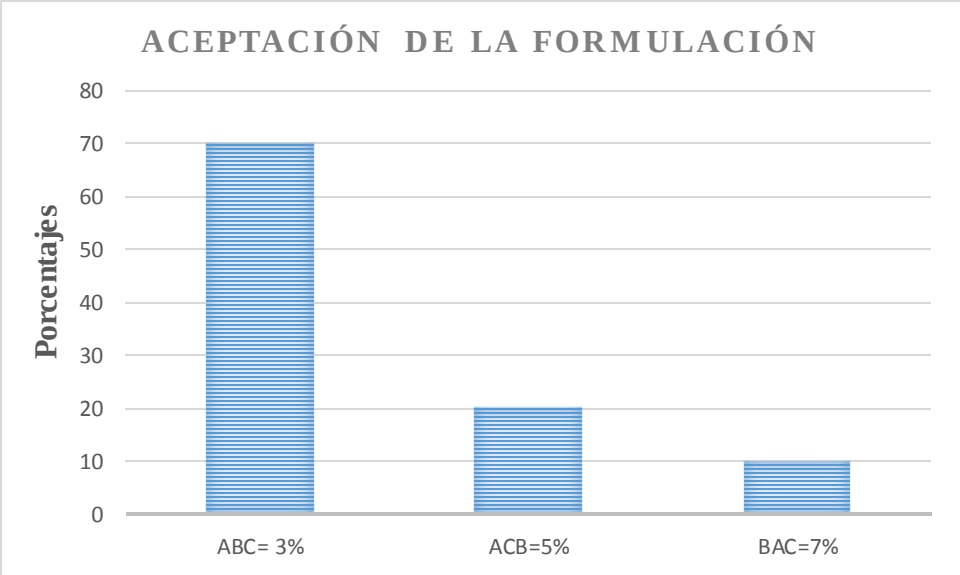


Grafico 1. Aceptación de las formulaciones de galletas de moringa

Tabla 11. Aceptación del olor.

Aceptación del olor	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Me disgusta mucho	1	5	5
Me disgusta	1	5	5
No me gusta ni me disgusta	1	5	5
Me gusta	6	30	30
Me gusta mucho	11	55	55
Total	20	100	100



Grafico 2. Aceptación del olor

La grafica 2, presenta los resultados según el nivel de agrado de los evaluadores, en cuanto a la aceptación del olor de la galleta fortificada y se determinó que un 55% de los jueces afectivos tienen preferencia, generando la calificación de les gusta mucho, sin embargo, un 30% de estos lo califican con un les gusta.

Tabla 12. Aceptación del color

Aceptación del color	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Me disgusta mucho	1	5	5
Me disgusta	1	5	5
No me gusta ni me disgusta	3	15	15
Me gusta	8	40	40
Me gusta mucho	6	30	30
Total	20	100	100

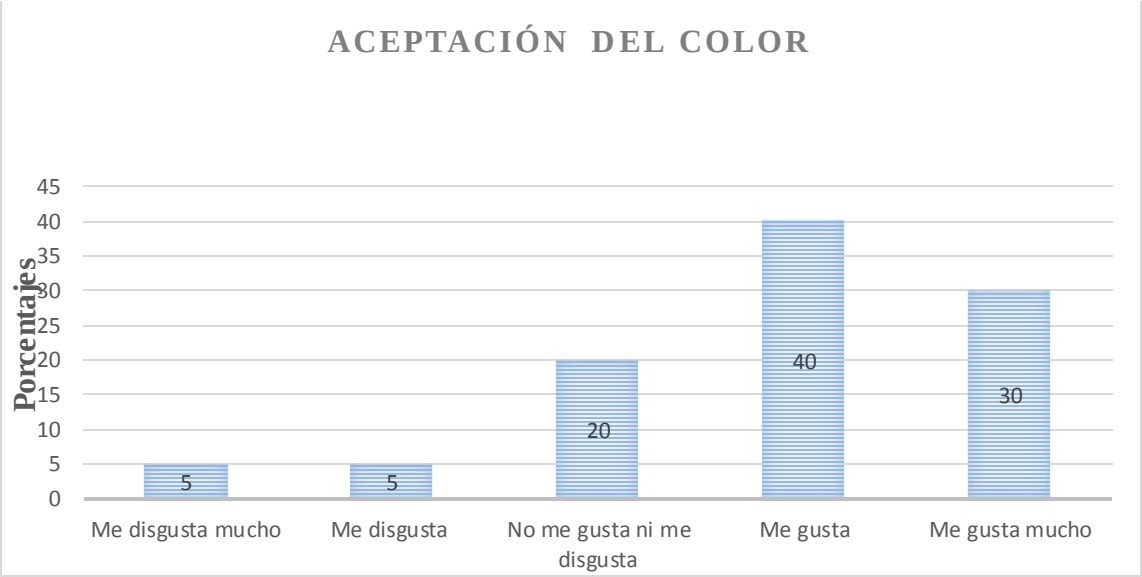


Grafico 3. Aceptación del color

La grafica 3, determina los resultados de la evaluación sensorial de la característica del color, detallando que un 40% de los jueces afectivos les gusta el color de las galletas y un 30% le gusta mucho.

Tabla 13. Aceptación del sabor

Aceptación del sabor	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Me disgusta mucho	1	5	5
Me disgusta	1	5	5
No me gusta ni me disgusta	3	15	15
Me gusta	8	40	40
Me gusta mucho	8	40	40
Total	20	100	100



Grafico 4. Aceptación del sabor

Las grafica 4, detalla los resultados de la evaluación de la característica del sabor, que indica que el 40% de los jueces afectivos les gusta y les gusta mucho el sabor de la galleta fortificada.

Tabla 14. Aceptación de la textura.

Aceptación de la textura	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Me disgusta mucho	0	0	0
Me disgusta	2	10	10
No me gusta ni me disgusta	2	10	10
Me gusta	9	45	45
Me gusta mucho	7	35	35
Total	20	100	100



Grafico 5. Aceptación de la textura

La grafica 5, sugiere que un 45% de los jueces afectivos les gusta la textura de las galletas fortificadas y a un 35% les gusta mucho.

5.3 Porcentaje de humedad

La tabla 15, determina que el porcentaje de humedad contenido en las diferentes muestras sometida a secado, a una temperatura de 105°C durante 12 h, tiene una media de humedad de 3.55%.

Tabla 15. Porcentaje de humedad

Repeticiones	**Muestra Húmeda (A)**	**Muestra seca (B)**	**A-B**	**A-B/A*100**	**% de humedad**	**Tiempo y Temperatura**
1	3.00094	2.89385	0.10709	0.03568	3.5685	105°C/12 h
2	3.00453	2.8997	0.1048	0.0348	3.48	105°C/12 h
3	3.0103	2.9019	0.1084	0.0360	3.60	105°C/12 h
Media de las muestras					3.55	

5.4 Porcentaje de cenizas

La tabla 16, determina que el porcentaje de cenizas contenido en las diferentes muestras sometida a calcinación, a una temperatura de 600°C durante 2 h, tiene una media de cenizas de 0.9346 %.

Tabla 16. Porcentaje de cenizas

Repeticiones	**Peso del crisol + cenizas (A)**	**Peso del crisol vacío (B)**	**Peso de la muestra (C)**	**A-B/C*100**	**% de humedad**	**Tiempo y T°**
1	26.83195	26.80374	3.02610	0.9321	0.9321	600°C/2 h
2	26.68175	26.65351	3.03417	0.9296	0.9296	600°C/2 h
3	27.19340	27.16458	3.05905	0.9421	0.9421	600°C/2 h
Media de las muestras					0.9346	

5.5 Porcentaje de grasa presente en la muestra

La tabla 17, determina que el porcentaje de grasa contenido en las diferentes muestras sometida a evaluación, a una temperatura de 45°C durante 4 h, tiene una media de grasa total de 22.74%.

Tabla 17. Porcentaje de grasa presente en la muestra.

Repeticiones	**Peso del beaker + grasa (Pbg)**	**Peso del beaker (Pb)**	**Peso de la muestra (Pm)**	$\frac{Pbg - Pb}{Pm} * 100$	**% de grasa**	**Tiempo y T°**
1	28.0715	27.3893	3.00074	22.735059	22.74	45°C/4 h
2	28.6177	27.9326	3.00010	22.740724	22.74	45°C/4 h
Media de las muestras					22.74	

La tabla 18, determina que el porcentaje de fibra contenido en las diferentes muestras sometida a digestión con ácido sulfúrico y peróxido de hidrogeno, a una temperatura de 300°C durante 10 min, tiene una media de fibra de 8.86%.

Tabla 18. Porcentaje de fibra presente en la muestra.

Repeticiones	**Peso de materia seca($P_{1)}$**	**Peso de las cenizas (P_2)**	**Peso de la muestra (P_m)**	$\frac{P_1 - P_2}{P_m} * 100$	**% de fibra**	**Tiempo y T°**
1	1.11253	0.850324	3.00024	8.7395008	8.74	300°C/10 min
2	1.12205	0.852406	3.00074	8.985916	8.99	
Media de las muestras					8.86	

Tabla 19. Porcentaje de nitrógeno total y proteína cruda

Repeticiones	**Volumen de HCl gastado en la titulación** (V_m)	**Volumen de HCl gastado en el blanco** (V_b)	**Normalidad del ácido (N)**	**Peso de la muestra en mg** (P_m)	$4\left[(V_m - V_b) * N * 14 * \frac{100}{P_m}\right]$	
					Nitrógeno	**Proteína * 6.25**
1	6.1	2.2	0.1	500	4.368	27.3
2	6.2	2.4	0.1	500	4.256	27.6
Media de las muestras					4.312	27.45

La tabla 19, detalla el promedio de proteína presente en las dos muestras de galletas fortificadas con harina de moringa, los resultados en cuanto a la media de la proteína presenten en el producto determinan un 27.45%, consistiendo en un producto con alto contenido proteico que garantiza la calidad nutricional y abre la posibilidad de explotar ampliamente sus propiedades funcionales.

La tabla 20, resume los resultados de las galletas de moringa sometidas al análisis proximal, determinando que la sustitución de harina de moringa por gluten en concentraciones de un 3%, favorecen a la aceptación sensorial y la calidad química de esta galleta.

Tabla 20.Resumen de los resultados del análisis proximal

Análisis proximal	
Humedad	3.55%
Cenizas	0.93%
Grasa total	22.74%
Fibra cruda	8.86%
Proteína	27.45%

VI. CONCLUSIONES

Se brindó asistencia técnica para la elaboración de galletas fortificadas con harina de moringa (*Moringa oleífera)* en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, con el fin de mejorar sus propiedades nutritivas en aras de combatir la desnutrición en la población nicaragüense.

Se elaboró harina de moringa partiendo de hojas fresas procedentes de los recintos del campus médico de la UNAN, León que fue usada como ingrediente en la elaboración en las tres formulaciones de galletas fortificadas.

Después de realizar la evaluación sensorial se obtuvo la formulación deseada para elaborar galletas fortificada a partir de harina de moringa, El resultado concluyo que la formula al 3% de harina de moringa como sustituto del gluten para la elaboración de galletas fortificadas, obtiene mayor aceptación y presenta alta calidad química nutricional en su composición.

Se determinó por medio de un análisis proximal la composición química de la galleta, utilizando el método por diferencia de peso se determinó el contenido de humedad que fue de 3.55%, por medio del método de calcinación al 600°C se determinó el contenido de cenizas presentes en la muestra que fue de 0.93%, utilizando el método Soxhlet se extrajo el contenido de grasa total presente en la muestra que fue de 22.74%, por el método de Henneberg y Stohmann se determinó el contenido de fibra cruda que fue de 8.8627084% y por medio del método kjeldahl se obtuvo el porcentaje de proteína que fue de 27.125%, obteniendo una galleta con alto contenido nutricional, todos los métodos usados son métodos oficiales de la AOAC.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir con la investigación del análisis proximal con una caracterización química completa para determinar el contenido de los micro nutrientes que no se identificaron en esta investigación como lo son las vitaminas, fosforo, hierro, calcio, magnesio y potasio.

Realizar un Estudio de Vida útil del producto con la finalidad de establecer con exactitud las variaciones en las características físico-químicas y organolépticas después de un tiempo transcurrido mayor a dos meses.

Se recomienda a la Universidad Nacional de Agricultura elaborar galletas fortificas con moringa por su alto contenido nutricional para servirlas a los estudiantes en el comedor estudiantil y ayudar a prevenir la desnutrición en los estudiantes.

Se recomienda seguir la línea de investigación elaborando nuevos productos utilizando las hojas de moringa por su valor nutricional que contienen y por el fácil acceso a la materia prima.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

AOAC (2006). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales. Determinación de humedad. Método oficial AOAC 930.04;934.01 (en línea) consultado el 27 de septiembre, 2017.disponible:http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/HUMEDAD_en_estufa_de_aire.pdf

AOAC (2006). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales. Método oficial AOAC 930.05;942.05. Determinación de cenizas (en línea) consultado el 27 de septiembre, 2017, disponiblehttp://www.idal.cl/sgcidal/images/stories/Procedimientos/Laboratorio/Determinacion%20cenizas%20metodo%20gravimetrico.pdf

AOAC (1990). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales. Procedimiento para determinar materia grasa Official Methods of Analysis A.O.A.C. 920.39 (Método Soxhlet) 15th Edition, U.S.A.(1990) (en línea) consultado el 27 de septiembre, 2017. disponible en: http: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/GrasSoxhlet.pdf

AOAC (1990) Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 930.10;962.09 15 th Edition. U.S.A. (1990) (Método de Henneberg y Stohmann) Determinación de fibra cruda (En línea) consultado el 27 de septiembre, 2017. disponible en: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/FIBRACRUDA.pdf

AOAC (1984). Determinación de proteínas y nitrógeno total método Kjeldahl A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984, (en línea) consultado el 27 de septiembre, 2017. disponible en: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/Proteina.pdf.

Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Cuarta edición, edi. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 736 pg. (en línea) consultado el 05 de marzo 2018. Disponible en: https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/quimica-de-los-alimentos1.pdf

Codex. (2009). Norma del Codex para la harina de trigo (en línea) consultado el 25 de setiembre, 2017. Disponible en: http://www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf.

Espinosa, J. (2014). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Ed. Félix Varela. ISBN 978-959-07-1956-1 Universidad de La Habana Cuba. 155 pp.

FAO. (1993). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición (en línea) Consultado el 27 de septiembre, 2017.Disponible en: http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S00.htm#TOC

FUMBER. (2017). Fundación Universitaria Iberoamericana Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos, harina de trigo (en línea) Consultado el 26 de septiembre, 2017. Disponible en: http://www.composicionnutricional.com/alimentos/HARINA-DE-TRIGO-1

Mathur. S. (2006). Moringa oleífera. - Trees for Life. Wichita. (En línea) Consultado el 05 de mayo, 2017. Disponible en: http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp%28screen%29.pdf.

Navarro, G. (2015). Moringa oleífera Un aliado en la lucha contra a desnutrición. Consultado el 05 de mayo, 2017. Disponible en https://www.accioncontraelhambre.org/sites/default/files/documents/moringa-final-pag-simples.pdf.

INCAP. (2014). Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.Fichas técnicas de cereales Procesados Elaboración de Galletas Nutricionales. Ficha Tecnológica No.6 Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Boletín Red de Agroindustria Rural, Guatemala. 2 p.

Pérez, G. (2017). Estudios farmacognósticos y toxicológicospreliminares de hojas, tallo y raíz de moringa. n7yhRevista Ciencia UNEMI, pp. 60 - 68. Consultado el 05 de mayo, 2017. Disponible en file:///C:/Users/kevin/OneDrive/Documentos/Informacion%20para%20elaboracion%20de%20pastas/estudio%20de%20toxicidad%20de%20la%20moringa.pdf

Sánchez, A.(2011). Panadería Manual del docente (En línea) Consultado el 05 de Diciembre, 2017. Disponible en: http://www.caplab.org.pe/detalle-publicacion/19/panaderia-manual-del-docente

USDA, (2005). (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). Moringa oleífera LAM., 1785 (En línea) Consultado el 10 de diciembre, 2017. Disponible en:https://www.fs.fed.us/research/publications/misc/63355_2005_%20Parrotta%20Moringa%20oleifera.pdf

Ylimaki, L. (2009). ¡Métodos sensoriales! básicos para la evaluación de alimentos (En línea). consultado el 26 de septiembre, 2017. Disponible en: https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/12666/IDL-12666.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de harina de moringa









Anexos 2. Proceso de elaboración de las galletas fortificadas.









Anexo 3. Presentación de las muestras de galletas.

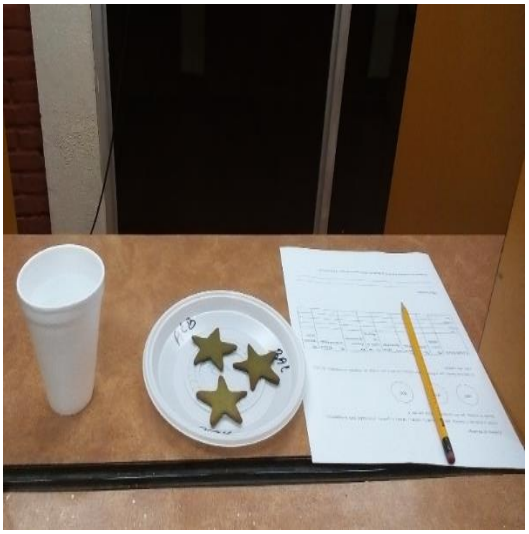


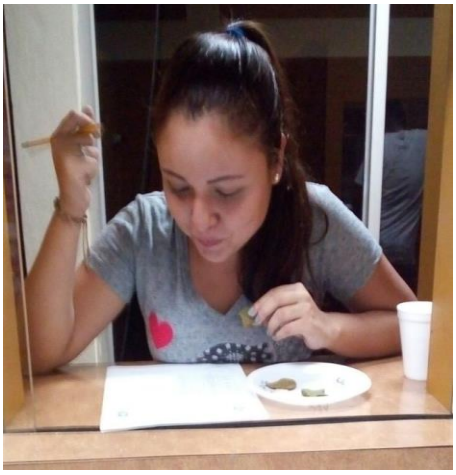




Anexo 4. Evaluación sensorial







.



Anexos 5. Determinación humedad y cenizas



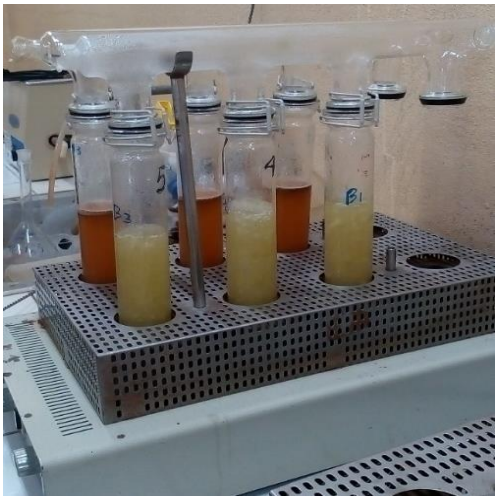


Anexo 6. Determinación de grasa total.





Anexo 7. Determinación de fibra cruda





Anexo 8. Determinación de nitrógeno total y proteína cruda

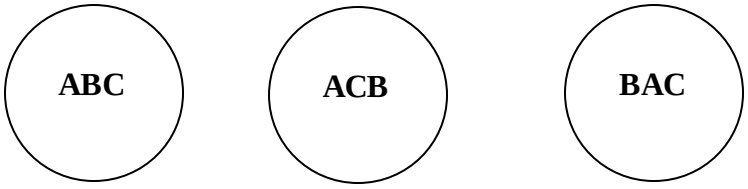




Anexos 9.Formato de evaluación sensorial.

Galletas de Moringa

Frente a usted hay 3 muestras diferentes (**ABC**), (**ACB**) y (**BAC**) de galletas, presentadas para su degustación. Pruebe la muestra que más prefiera y marque con una X



En base a la muestra que seleccionó favor marque con una X para evaluar las siguientes características de sabor, color, olor y textura.

Características	**Me gusta mucho**	**Me gusta**	**No me gusta ni me disgusta**	**No me gusta**	**Me disgusta mucho**
Color					
Sabor					
Textura					
Olor					

Observaciones

_____

_____

¨Si buscas los resultados diferentes no hagas los mismos procedimientos¨ Albert Einstein