

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Uso de *Moringa oleífera* para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo.

Trabajo de graduación presentado en modalidad de tesis por  
María Ximena Fernández Andrino  
para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala  
2016.



Uso de *Moringa oleífera* para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Uso de *Moringa oleífera* para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo.

Trabajo de graduación presentado en modalidad de tesis por  
María Ximena Fernández Andrino  
para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala  
2016

Vo. Bo.:

(f) Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Msc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Tribunal examinador:

(f) Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Msc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) Patricia González Barrantes

Lic. Patricia González Barrantes

(f) Nidia Pereira Cabrera

Lic. Nidia Pereira Cabrera

Fecha de aprobación: Guatemala 18 de febrero de 2016

## AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Principalmente agradezco a Dios por la oportunidad que me dio de tener una familia que siempre estuve y sigue estando a mi lado, por darme salud, por inspirarme a elegir una carrera en donde recibo más a cambio de lo que doy y por darme paz y serenidad en los momentos de mayor estrés a lo largo de estos cinco años. Gracias a mi papá por su amor y apoyo incondicional, gracias a mi mamá por ser mi modelo a seguir, por ser mi principal motivación para convertirme en una profesional exitosa. A toda mi familia por siempre estar pendientes de mi y dispuestos a ayudarme en todo lo que pudieran, a mi novio por los desvelos ayudándome a terminar este proyecto, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

Agradezco también a mi asesora de tesis, la Licenciada Ana Silvia Ruiz, por tomarse el tiempo de asesorarme y estructurar de la mejor forma esta tesis, al señor Luis Pietro que creyó en mi proyecto y me patrocinó toda la Moringa que utilice para poder realizarlo. Por último, pero no menos importante a la Universidad del Valle de Guatemala, mi casa de estudios, por brindarme todas las herramientas necesarias para poder lograr este sueño y culminarlo con este proyecto

# ÌNDICE

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES	
LISTA DE CUADROS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE GRÁFICOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. JUSTIFICACIÓN .....	4
IV. MARCO TEÓRICO .....	6
A. Origen y distribución en Guatemala .....	6
B. Información botánica y agronómica .....	7
C. Usos de la planta .....	9
D. Contenido nutricional .....	11
E. Harinas de <i>Moringa oleífera</i> .....	13
F. Inocuidad de <i>Moringa oleífera</i> .....	14
G. Mezclas vegetales .....	14
H. Análisis físico-químico .....	16
I. Análisis sensorial .....	16
J. Bioensayo NPR .....	17
V. METODOLOGÍA .....	18
A. Recursos humanos .....	18
B. Recursos materiales .....	18
C. Recursos financieros .....	19
D. Enfoque de la investigación .....	20
E. Tipo de investigación .....	20
F. Diseño de investigación .....	20
G. Contexto de la investigación .....	20
H. Muestra y tipo de muestreo .....	21
I. Criterios de inclusión y exclusión .....	21

J.	Clasificación de las variables.....	22
K.	Hipótesis .....	23
L.	Descripción de la presentación .....	23
M.	Aspectos éticos .....	27
VI.	RESULTADOS .....	28
A.	Grupo focal .....	28
B.	Aceptabilidad y preferencia.....	31
C.	Análisis proximal y Kjeldahl.....	35
D.	Bioensayo NPR.....	38
VII.	DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....	40
VIII.	CONCLUSIONES.....	42
IX.	RECOMENDACIONES .....	43
X.	REFERENCIAS .....	44
XI.	ANEXOS .....	48
	Anexo 1. Consentimiento informado.....	48
	Anexo 2. Guía para realización de grupo focal con estudiantes del curso de Análisis Sensorial de Alimentos .....	50
	Anexo 3. Boleta para generar descriptores de mini panqueques y mini tortillas de harina de <i>Moringa oleífera</i> .....	54
	Anexo 4. Guía de discusión del grupo focal.....	55
	Anexo 5. Boleta para prueba de aceptabilidad y preferencia para mini panqueques y mini tortillas .....	56
	Anexo 6. Tabla de prueba binomial de dos extremos para análisis de resultados de prueba de preferencia.....	57
	Anexo 7. Metodología detallada de análisis proximal.....	58
	Anexo 8. Metodología detallada de Bioensayo NPR .....	62
	Anexo 9. Porcentajes obtenidos en análisis proximal y kjeldahl del contenido nutricional para muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo y materias primas.....	63
	Anexo 10. Ganancia de peso por semana para dietas 1, 2, 3 y 4.....	64
	Anexo 11. Peso de heces húmedas y secas para dietas 1, 2,3 y 4.....	65

Anexo 12. Digestibilidad de Nitrógeno verdadero para dietas 1, 2 y 3 .....	66
Anexo 13. Análisis de varianza de un factor con respecto a la digestibilidad de nitrógeno verdadera para dietas 1,2 y 3. ....	67
Anexo 14. Análisis de varianza de un factor con respecto a la digestibilidad de nitrógeno verdadera para dietas 1 y 2. ....	68
Anexo 15. Razón de Proteína Neta (NPR) para dietas 1, 2 y 3 .....	69
Anexo 16. Análisis de varianza de un factor con respecto a la razón de proteína neta para dietas 1, 2 y 3. ....	70
Anexo 17. Análisis de varianza de un factor con respecto a la razón de proteína neta para dietas 1 y 2. ....	71
Anexo 18. Etiqueta nutricional del producto .....	72
Anexo 19. Recetario del producto.....	73
Anexo 20. Lista de Cotejo para determinación de Aplicabilidad de Regulaciones para investigación con sujetos humanos.....	77
Anexo 21. Veredicto de aprobación de proyecto para Comité de Ética de la Facultad de Ciencias y Humanidades.....	80
Anexo 22. Carta de aprobación para uso de roedores por el Comité de Ética, Uso y Cuidado animal de la Universidad del Valle de Guatemala CEUCA-UVG .....	81

## LISTA DE CUADROS

1. Categoría taxonómica <i>Moringa oleífera</i> .....	7
2. Contenido de macro y micronutrientes en 100 gramos de producto.....	11
3. Comparación de contenido de macro y micronutrientes en hojas frescas y polvo de hojas de moringa.....	11
4. Comparación de contenido de aminoácidos esenciales en hojas frescas y polvo de hojas de <i>Moringa oleífera</i> .....	12
5. Contenido de ácidos grasos en semilla de <i>Moringa oleífera</i> .....	12
6. Análisis químico proximal de la harina elaborada con hojas de <i>Moringa oleífera</i> .....	13
7. Aminoácidos esenciales presentes en 100g de harina de maíz.....	15
8. Aminoácidos esenciales presentes en 100g de harina de trigo.....	15
9. Reactivos y materiales para elaboración de las harinas.....	18
10. Materiales para evaluación sensorial de las harinas.....	18
11. Materiales para Bioensayo NPR.....	19
12. Rubro de recursos.....	19
13. Clasificación de variables.....	22
14. Frecuencias de aceptabilidad para atributo de color de muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	28
15. Frecuencias de aceptabilidad para atributo de olor de muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	29
16. Frecuencias de aceptabilidad para atributo de sabor de muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	29
17. Frecuencias de preferencia para atributos de color, olor y sabor de muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	30
18. Lista de descriptores para atributos de olor y sabor de muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	30
19. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de color para harina de <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	31

20. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de sabor para harina de <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	32
21. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de olor para harina de <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	32
22. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de color para harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz.....	32
23. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de sabor para harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz.....	33
24. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de olor para harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz.....	33
25. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentaje de sustitución del 5% en atributo de color para ambos tipos de harina.....	33
26. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentaje de sustitución del 5% en atributo de sabor para ambos tipos de harina.....	34
29. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentaje de sustitución del 5% en atributo de olor para ambos tipos de harina.....	34
30. Resultados de la prueba de preferencia según su significancia para porcentajes de sustitución de 5 y 10% para harinas de <i>Moringa oleífera</i> con trigo y <i>Moringa oleífera</i> con maíz.....	35
31. Promedio de la composición química proximal y fibra dietética de muestras de harina de <i>Moringa oleífera</i> con maíz y <i>Moringa oleífera</i> con trigo.....	35
32. Composición de las dietas utilizadas en el bioensayo.....	38
33. Porcentaje de digestibilidad de Nitrógeno verdadera en <i>Moringa oleífera</i> con maíz, <i>Moringa oleífera</i> con trigo y dieta de caseína control.....	39
34. Razón neta de proteína (NPR) para <i>Moringa oleífera</i> con maíz, <i>Moringa oleífera</i> con trigo y dieta de caseína control.....	39

## LISTA DE FIGURAS

1. Mapa de distribución de cultivo de *Moringa oleífera* en Guatemala.....6
2. Usos potenciales de diferentes partes de la planta de *Moringa oleífera*.....9
3. Sensograma.....16
4. Diagrama de flujo de las cuatro fases del proyecto.....22

## LISTA DE GRÁFICOS

1. Porcentajes obtenidos de composición química proximal y fibra dietética de muestras en duplicado de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo.....36
2. Porcentajes obtenidos de composición química proximal y fibra dietética de muestras de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo y materias prima.....37

## RESUMEN

El estado nutricional de los habitantes de Guatemala forman parte de un contraste muy fuerte ya que existen altos índices de desnutrición crónica y aguda, así como de sobrepeso y obesidad, tanto en niños como en adultos. La causa de este problema es la falta de alimentos de alto valor nutricional y el incremento del consumo de alimentos con calorías vacías, sin aporte de ningún nutriente debido a su precio accesible o incluso un muy bajo consumo de alimentos aplicable a las poblaciones de muy bajos recursos. Por lo anterior, el propósito de este estudio fue desarrollar una harina de alto valor biológico utilizando polvo de *Moringa oleífera* como fortificador de harina de trigo y de maíz, logrando con esto una mezcla vegetal la cual aporte cantidades adecuadas de proteína y un alto contenido de micronutrientes.

El estudio tuvo una duración de 5 meses, en los cuales se realizaron las cinco fases principales; se inició con un análisis sensorial para determinar que porcentajes de sustitución con harina de *Moringa oleífera* eran los más aceptados por el consumidor, para harina de maíz y para harina de trigo, siendo los porcentajes de 5 y 10%, el 5% mostró ser el de mejor aceptación. En la segunda fase, se realizó un análisis proximal de ambas harinas con el 5% de sustitución para determinar su composición química, mostrando a la harina de trigo con *Moringa oleífera* la de mayor contenido de proteína y la de maíz con *Moringa oleífera* con el mayor contenido de fibra. Posterior a esto, en la tercera fase se realizó un bioensayo de tipo NPR, con el objetivo de determinar cual de las dos harinas posee la mejor calidad proteica y la mayor digestibilidad; se determinó que la harina de maíz con *Moringa oleífera* posee la mejor calidad proteica y mejor digestibilidad a pesar de no ser la que contenida la mayor cantidad de gramos de proteína. En la cuarta fase se realizó el etiquetado nutricional de la harina de maíz con *Moringa oleífera* y por último en la quinta fase se hizo un recetario, el cual incluye diez recetas, entre ellas algunas típicas y otras más internacionales.

Esta investigación dio como resultado una harina de maíz fortificada con *Moringa oleífera*, la cual puede adaptarse a muchas preparaciones y con ello lograr aumentar el valor nutricional de los alimentos que se consumen, esta puede ser utilizada tanto en el área rural como en el área urbana ya que es a base de maíz el cual es un grano de consumo diario del guatemalteco. También puede adaptarse a recetas vegetarianas y veganas las cuales son hábitos alimentarios que en Guatemala están tomando un gran auge.

# I. INTRODUCCIÓN

Siendo la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) el derecho de toda persona a tener acceso físico, económico y social oportuna y permanente a una alimentación adecuada en cantidad y calidad, con pertinencia cultural, preferiblemente de origen nacional, así como a su adecuado aprovechamiento biológico para mantener una vida saludable y activa (Ley de Sistema SAN, Guatemala), ésta debe de aplicarse a todas las personas y debe de estar presente en todo momento. Actualmente una gran cantidad de la población guatemalteca vive con desnutrición debido a las condiciones de extrema pobreza del país (SESAN, 2008).

Un estado de desnutrición se refiere a un estado fisiopatológico ocasionado por el déficit de ingestión de alimentos y por consiguiente absorción de nutrientes. Según el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), la desnutrición es la principal causa de la muerte de lactantes y niños menores de 5 años en países en vías de desarrollo.

Guatemala se encuentra actualmente en el sexto lugar a nivel mundial con peores índices de malnutrición infantil. Los índices de malnutrición han llegado a alcanzar el 80% en las regiones del área rural en donde la mayoría de la población es de origen maya. Los datos más alarmantes provienen de la región del este de nuestro país, esta región semiárida posee terrenos muy poco fértiles en donde las oportunidades de cultivo son muy reducidas ocasionando que la población tenga una dieta basada casi exclusivamente en tortillas de maíz, esta situación difiere en cuanto al derecho de una alimentación adecuada tanto en cantidad como en calidad ya que el aporte nutricional que esta población esta obteniendo no se puede comparar a la que obtendría de una alimentación balanceada (Velásquez, 2002).

En los últimos años Guatemala ha experimentado un aumento en la transición alimentaria y nutricional debido a factores como el aumento de ingresos, la urbanización, el consumo de alimentos ricos en grasas y carbohidratos, así como malos hábitos de alimentación. Lo cual nos lleva nuevamente a diferir con la Ley de Sistema SAN, la cual hace referencia al consumo de alimentos de origen nacional y que mantengan un adecuado aprovechamiento biológico para mantenimiento de una vida saludable. La transición alimentaria, ha provocado un proceso de sobre alimentación o desbalance nutricional dando como resultado una población que puede padecer bajo peso, sobrepeso u obesidad (SESAN, 2008).

El desbalance nutricional es medible en cuanto al aporte nutricional, este refiere a la cantidad de cada uno de los nutrimentos que contienen los alimentos; el aporte en cada uno de los alimentos difiere, por lo tanto pueden clasificarse en alto o bajo valor nutricional.

Los alimentos de alto valor nutricional son aquellos que contienen tanto macro como micronutrientes en proporciones adecuadas que optimizan el desarrollo de la persona que los consume y pueden funcionar como sustratos en el proceso de recuperación nutricional en el caso de situaciones de bajo peso o desnutrición; así mismo, en situaciones de sobrepeso u obesidad los alimentos de alto valor nutricional aseguran un buen aporte de nutrientes y mejoran el utilizamiento biológico lo cual tiene como resultado una alimentación de mayor calidad y mejoramiento del estado nutricional . En Guatemala existe una gran cantidad de alimentos de alto valor nutricional pero factores como precio, disponibilidad o educación acerca de los mismos son los que limitan su consumo.

Actualmente en Guatemala el cultivo de *Moringa oleifera* ha ido aumentando, se trata de un árbol originario del sur del Himalaya el cual se ha esparcido por diversas regiones del mundo debido a su buena adaptación a diferentes suelos. A lo largo del tiempo se le han atribuido múltiples propiedades siendo la más destacada su alto valor nutritivo. Hoy en día el interés por el estudio de la *Moringa oleifera* se ha incrementado a nivel mundial sobre todo en regiones en donde existen problemas de desnutrición en la población, ya que se le clasifica como un alimento de alto valor nutricional.

Tomando en cuenta la disponibilidad de la planta en diversas regiones del país y la extensa cantidad de estudios realizados acerca de las propiedades nutricionales de la planta se propuso el desarrollo de dos harinas una de trigo y otra de maíz fortificadas con harina de *Moringa oleifera*, con el objetivo de observar si el producto posee una aceptabilidad sensorial y comprobar cuál de las dos posee el mayor valor nutritivo utilizando un análisis proximal y mayor utilización biológica a través de un bioensayo. Una vez elegida la harina que obtuvo los mejores resultados en ambos aspectos se realizó el etiquetado nutricional y la estructuración de un recetario como guía para diferentes preparaciones utilizando el producto.

## II. OBJETIVOS

### A. General

Evaluar el valor nutritivo y calidad proteica de dos tipos de harinas hechas a base de *Moringa oleífera* realizando una mezcla vegetal con harina trigo y la otra con harina de maíz.

### B. Específicos

- Evaluar la aceptabilidad sensorial y preferencia de harina de *Moringa oleífera* con maíz y harina de *Moringa oleífera* con trigo a través de la preparación de mini tortillas y mini panqueques.
- Determinar el contenido nutricional de las harinas formuladas a través de análisis proximal.
- Comprobar la calidad proteica de las harinas formuladas a partir de un bioensayo de Razón Proteica Neta.
- Elegir el producto que cuente con el mejor valor nutritivo, mayor calidad proteica y mayor aceptabilidad para desarrollo de etiquetado nutricional y elaboración de recetario.

### III. JUSTIFICACIÓN

La *Moringa oleífera* es un árbol originario del sur del Himalaya, pero actualmente se encuentra ampliamente distribuido por diferentes partes del mundo, esto debido a que esta planta se adapta muy bien a suelos áridos con poca actividad biológica, es de rápido crecimiento y su propagación es bastante sencilla utilizando sus semillas o alguna otra parte de la planta (Montejo, 2012). A lo largo del tiempo, a la planta se le han atribuido múltiples propiedades y una de las más destacadas es la de ser un alimento con un alto valor nutritivo que se puede adaptar fácilmente a la alimentación humana, por lo que actualmente se han desarrollado una gran cantidad de productos hechos a base de esta planta, siendo de los más comunes las harinas a partir de diferentes partes de la planta (semillas, cáscara, hojas y tallos) (Pinheiro, 2008).

Actualmente en diferentes regiones de Guatemala se ha incrementado el interés por el estudio de las propiedades de la *Moringa oleífera*, su modo de cultivo y formas de preparación. Esta es una tendencia que se ha manifestado en diversas partes del mundo, sobretodo en regiones en donde existen problemas de malnutrición en la población, ya que la planta es una buena fuente de diversos nutrientes que pueden llegar a solucionar el problema tanto de desnutrición como de malnutrición en dichas regiones (Alfaro, 2008).

Estudios anteriores sobre el contenido nutricional de la planta han revelado que ésta es una buena fuente alimentaria y energética tomando en cuenta sus valores de macro y micronutrientes. La hoja de moringa posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es comparable al doble del contenido de la leche, en cuanto al contenido de vitamina A correspondería a cuatro veces el contenido de una zanahoria, tres veces el potasio contenido en los plátanos y cantidades importantes de hierro y fósforo (Alfaro, 2008).

Es un hecho ampliamente reconocido que la deficiencia proteica, o más específicamente, la falta de cantidades y proporciones adecuadas de aminoácidos esenciales, constituyen en gran parte de las regiones poco desarrolladas del mundo, el principal problema de nutrición. Como respuesta a este problema se han desarrollado a lo largo del tiempo combinaciones apropiadas de proteínas vegetales para poblaciones en donde la malnutrición proteica presenta un problema de serias proporciones. Combinar proteínas vegetales da como resultado una proteína de alta calidad ya que el esquema de aminoácidos se equilibra compensando aminoácidos esenciales existentes en una con los deficientes en la otra (Escobar, 2013).

La carencia de proteínas y micronutrientes en los regímenes alimenticios de nuestro país son los que conforman las causas más importantes de la malnutrición de los guatemaltecos, esto debido a que gran cantidad de los alimentos que son consumidos pertenecen al grupo de los carbohidratos provocando problemas de desnutrición en las áreas rurales y de obesidad en las áreas urbanas (Dixit, 2015).

Con esta investigación se busca crear una harina con proteína vegetal de alto valor biológico y un alto valor nutricional a partir de mezclas vegetales, la base de ambas harinas es la *Moringa oleífera* ya que es un alimento completo y de fácil obtención en el país, además el maíz y el trigo son granos que se utilizan diariamente en la dieta del guatemalteco, tanto en el área rural como en el área urbana, es por esto que el producto puede ser utilizado en un futuro tanto para la preparación de alimentos dirigidos a la recuperación nutricional, también para la preparación de alimentos altamente nutritivos o como una opción de consumo protéico para la población guatemalteca que sigue regímenes vegetarianos o veganos.

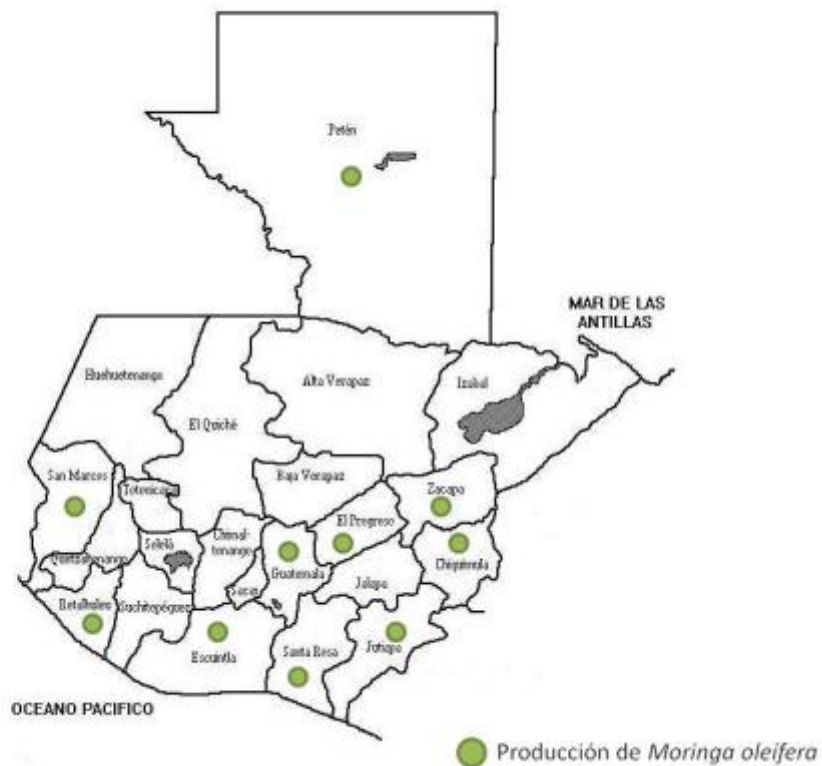
La harina de *Moringa oleífera* es el ingrediente con el precio más elevado, sin embargo este se utiliza en pequeñas cantidades y la mayoría está conformado por harina de maíz, el cual es un ingrediente de fácil acceso en el país. Este producto estará acompañado de un recetario el cual incluirá preparaciones nacionales como preparaciones de influencia internacional, con el fin de que sea amigable para todas las poblaciones a las que está dirigido. El recetario será de gran ayuda para asegurar la adecuada preparación y por consiguiente el consumo de los nutrientes adecuados.

## IV. MARCO TEÓRICO

### A. Origen y distribución en Guatemala

La *Moringa oleifera* es un árbol nativo de África oriental e Indias orientales. Existe una teoría que propone que fueron los ingleses quienes introdujeron la planta a la India y África y posteriormente al área del Caribe por los franceses. Es posible que haya sido introducida a Guatemala el siglo pasado. Esta planta crece en las partes más cálidas del país como se muestra en la Figura 1 (FAO, 1982).

Figura 1. Mapa de distribución de cultivo de *Moringa oleifera* en Guatemala.



(Autoría propia)

## B. Información botánica y agronómica

1. Información general. El nombre científico de este árbol es *Moringa oleifera* Lam. Existen muchos nombres con los que se le conoce al árbol en Guatemala, nombres como: Arango, badumbo, brotón, caragua, caraño, carao, chipilín, jazmín, marengo, palo blanco, paraíso, paraíso blanco, tamarindo cimarrón, teberindo (Cáceres, 1991).

2. Información botánica *Moringa oleifera*. Las características físicas de este árbol vienen de su categoría taxonómica, en el cuadro 1 se muestra la distribución taxonómica de la *Moringa oleifera*.

Cuadro 1. Categoría taxonómica *Moringa oleifera*

Reino	Plantae
División	Embryophyta
Sub-división	Diplodialia
Clase	Dicotiledoneae
Sub-clase	archichlamydae
Orden	Rhoadales
Familia	Moringaceae
Genero	Moringa
Especie	Moringa oleifera

Fuente: Informe final, proyecto FODECYT. Alfaro, 2006.

Con una altura máxima de 10 metros es considerado un árbol pequeño o un tipo de arbusto. Posee gran cantidad de hojas de tipo frondoso con hojas compuestas de al menos 20cm de largo, con tonalidades verde claro, la corteza de su tronco presenta tonos blanquecinos y es irregular tanto en tamaño como en forma. En cuanto a las flores, estas presentan generalmente tonalidades cremas con estambres en tonos amarillos brillantes, son de tipo bisexual y crecen en grupos, estas aparecen en la época en que el árbol pierde sus hojas (Cáceres, 1991).

El fruto da una apariencia de vaina de aproximadamente 20 a 45 cm de largo, las cuales contienen entre 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas están cubiertas por una delgada cáscara de color café y al quitar la cáscara puede verse el endospermo, el cual es muy oleaginoso (Foidl, 2008).

El tallo puede alcanzar una altura de 1.5 a 2m antes de que empiece a ramificarse, sin embargo, puede alcanzar los 3m. La raíz principal puede llegar a medir varios metros y es similar al rábano, debido a que es carnosa y tiene la función de brindarle a la planta la capacidad de resistir a sequías prolongadas. (Cáceres, 1991).

### 3. Información agronómica *Moringa oleifera*

a. Hábitat. La *Moringa oleifera* fue introducida en los años 1920 a América Central como una planta ornamental y para la construcción de cercos vivos. Se encuentra en zonas de hasta los 1800 msnm, aunque su hábitat natural son las riberas de los ríos en tierras bajas cálidas.

La *Moringa* tolera un amplio rango de condiciones climatológicas, crece en lugares con precipitación que varía desde 250 hasta 3,000 mm de lluvia, se ha adaptado a condiciones de suelos húmedos, secos y áridos. La planta es capaz de crecer hasta aproximadamente tres metros de altura, si las condiciones tanto de humedad y de nutrientes son las ideales, el crecimiento puede darse en un periodo de 9 meses (Alfaro, 2006).

b. Riego y fertilización. El riego debe ser de dos a tres veces por semana cuando la planta ya este trasplantada en el terreno definitivo, esto dependerá de las condiciones de lluvia tanto por la época del año o por el área en donde se ubica la planta. La demanda de agua es de un litro y medio por cada vez que es regada. Es importante no causar ningún tipo de estrés hídrico a la planta, ya que provocará que sus hojas cambien de tonalidad y sus raíces se pudran en el caso de sobre regar o se sequen en el caso de que no se reciba agua por periodos muy prolongados (Alfaro, 2008).

Si no se cuenta con fertilizantes, el crecimiento del árbol no se ve afectado. Al aplicar fuentes nitrogenadas favorecerá la formación de proteína en la planta, uno de los factores nutritivos principales. En un estudio se demostró que agregar estiércol más sulfato de amonio por árbol, permite que el crecimiento de vainas sea mucho más eficiente (Alfaro, 2008).

c. Cosecha. El primer año es el periodo en que la *Moringa oleifera* puede llegar a crecer hasta cuatro metros logrando florear y fructificar lo que comúnmente solo ocurre una vez al año. Si se presentan lluvias continuas puede florear y fructificar en dos ocasiones y el rendimiento del árbol se verá beneficiado. Se recomienda el podar las ramas cuando existe una alta producción de vainas, esto para evitar que las ramas se rompan o dañen por exceso de peso (Alfaro, 2008).

Cuando se produce semilla para la reproducción, las vainas deben dejarse secar en el árbol hasta que cambien su tonalidad a café. La cosecha debe de realizarse antes de que las vainas se abran y caigan las semillas, debe de ser cuidadosa y evitando el jaloneo pues esto desgaja las ramas (Alfaro, 2008).

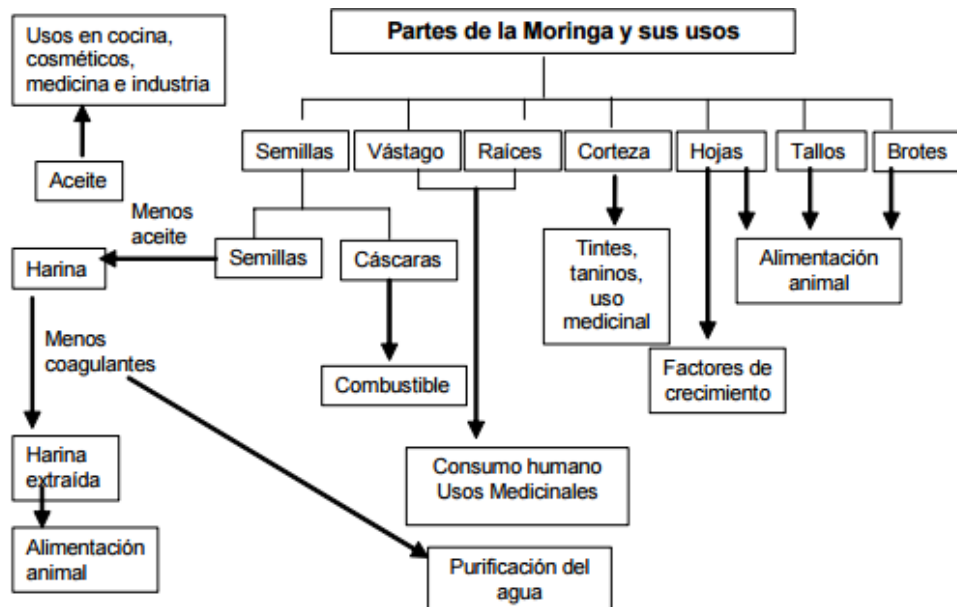
d. Generalidades. Los suelos bien drenados y pH en niveles neutros ligeramente ácidos serán de preferencia para que la *Moringa oleifera* para su adecuado crecimiento. En cuanto a la temperatura se sabe que la ideal oscila ente 20° a 40°C, es debido a esto que la planta se siembra en terrenos áridos (Correndo, 2012).

Las plantas no deben ser trasplantadas demasiado rápido, ya que el crecimiento adecuado dependerá del área en donde se siembra y el espacio entre cada planta (Correndo, 2012).

### C. Usos de la planta

En la Figura 2 se muestran, a nivel general, los usos potenciales de la *Moringa oleifera*

Figura 2. Usos potenciales de diferentes parte de la planta de *Moringa oleifera*



Fuente: Foidl, N. Makkar, P. Beckaer, K. 2001

1. Usos sanitarios. Las semillas pueden ser utilizadas para eliminar la turbidez del agua en diferentes grados, esto se logra gracias a los coagulantes presentes en las semillas; se agregan en forma de polvo y tienen la capacidad de aclarar de dos a tres grados el agua. El tratamiento de aguas domésticas consiste en la suspensión de bacterias para hacer más sencilla la eliminación de la turbidez, este se ve como un proceso sencillo y de bajo costo para el tratamiento de aguas con contaminación fecal (Foidl, 2008).

La coagulación es generalmente el primer paso en los procesos de purificación de agua y es un paso crucial para remover las partículas en suspensión. Los agentes coagulantes actúan desestabilizando las partículas coloidales estables en suspensión, logrando con esto una sedimentación de la mismas facilitando su filtración (Ghebremichael, 2004).

El agua tratada puede utilizarse en 1 a 2 horas después de agregar los agentes coagulantes. Este tipo de procesos puede ayudar a mejorar las condiciones sanitarias de las comunidades rurales de países en desarrollo, como es el caso de Guatemala. Para llevar a cabo el tratamiento las semillas deben de ser molidas y envolverlas en tejidos que impida su paso al agua a purificar, el ingrediente activo es el polielectrolito (Foidl, 2008).

2. Usos farmacológicos. Propiedades tales como antiescorbútcas, antiinflamatorias, antimicrobianas, cicatrizantes, diuréticas, purgantes, rubefacientes, estimulantes, expectorantes y febrífugas son los usos farmacológicos que a lo largo del tiempo se le han atribuido a la planta. Las partes que generalmente se utilizan son las hojas, corteza, raíz y semillas. El aceite de las semillas también se utiliza en la industria de cosméticos y perfumería. (Cáceres, 1991). Las hojas cuentan con un efecto bactericida y fungicida contra *Phytium debangemum*, las flores y las raíces contienen pteriospermina, un antibiótico efectivo en la lucha contra el cólera.

3. Usos alimenticios. Las raíces generalmente son usadas como condimento, debido a su sabor picante y muy parecido al del rábano. Las semillas al tostarse pueden ser consumidas como nueces, por otra parte las hojas son la parte más consumida de la planta y estas pueden utilizarse como verduras para la preparación de ensaladas. En cuanto a los frutos generalmente se consumen las vainas, cuando están tiernas en preparaciones como sopas, y cuando están verdes es necesario cocinarlas para poder consumirlas (Alfaro, 2008).

En Guatemala se consumen las flores cocinadas con huevo, considerado un plato exquisito; el aceite de las semillas también es extraído y consumido como aderezo de ensaladas (AGRODESIERTO, 2006). La Moringa es un recurso con bajo costo de producción que puede utilizarse para la prevención de la desnutrición y de diversas patologías infantiles que se asocian a deficiencias de micronutrientes (Liñán, 2010).

La planta es una fuente alimentaria importante debido a su distribución de macronutrientes tanto en hojas, en semillas y vainas. Se puede percibir como una buena fuente de proteína, vitaminas y minerales y por lo tanto en una muy buena fuente energética (Liñán, 2010).

#### D. Contenido nutricional

En el Cuadro 2 se muestran datos relevantes respecto al contenido nutricional de hojas, vainas y semillas de moringa.

Cuadro 2. Contenido de macro y micronutrientes en 100 gramos de producto.

Análisis proximal	Hojas frescas	Vainas	Semillas
Humedad %	79.72	75.8	47.2
Proteínas %	5.52	7.1	17.5
Grasas %	1.46	1.8	15.1
Cenizas %	2.12	1.1	2.1
Carbohidratos %	11.14	14.3	18.1
Energía kcal/100g	207.42	228	439
Calcio mg/100g	22.32	2.1	3.4
Potasio mg/100g	11.84	12.8	18.3
Hierro mg/100g	24.28	1.6	7.1
Carotenos ug/100g	3911.5	3,327.7	114.4
Vit. C mg/100g	109.3	0.1	0.1

Fuente: Informes de Laboratorio de Composición de Alimentos, del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) Guatemala, 2002.

Sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteína. Las semillas tienen entre 24 y 30% de aceite y un 60% de proteína. Los niveles de factores antinutricionales, como taninos y saponinas, son mínimos, prácticamente despreciables y no se han encontrado inhibidores de tripsina ni de lecitina. En materia seca contiene un 10% de azúcares y la energía metabolizable en las hojas es de 9.5 MJ/Kg de materia seca (Foidl, 2008). En cuanto al contenido nutricional de las hojas en el Cuadro 3 se presenta la comparación en hojas frescas y en polvo de hojas.

Cuadro 3. Comparación de contenido de macro y micronutrientes en 100 gramos de hojas frescas y polvo de hojas de moringa.

Análisis proximal	Hojas frescas	Polvo de hojas
Humedad %	75	7.5
Energía kcal	92	205
Proteínas (g)	6.7	27.1
Grasa (g)	1.1	2.3
Carbohidratos (g)	13.4	38.2
Fibra (g)	0.9	19.2
Minerales (g)	2.3	-
Calcio (mg)	440	2,003
Magnesio (mg)	24	368
Fósforo (mg)	70	202
Potasio (mg)	259	1324
Cobre (mg)	1.1	0.57
Hierro (mg)	7	28.2
Azufre (mg)	137	870
Ácido oxálico (mg)	101	0.6%
Vit. A $\beta$ carotenos (mg)	6.8	16.3
Vit. B Colina (mg)	423	-
Vit. B1 Tiamina (mg)	0.21	2.64
Vit. B2 Riboflavina (mg)	0.05	20.5
Vit. B3 Ácido nicotínico (mg)	0.8	8.2
Vit. C Ácido ascórbico (mg)	220	17.3

Fuente: Lowell, J.

Los aminoácidos esenciales son una parte importante del contenido proteico de esta plata, en el Cuadro 4 se presenta la comparación entre el contenido de dicho aminoácidos entre hojas frescas y polvo de hojas.

Cuadro 4. Comparación de contenido de aminoácidos esenciales en 100 gramos de hojas frescas y polvo de hojas de moringa.

	Hojas frescas	Polvo de hojas
Arginina (g/16g N)	6.0	133%
Histidina (g/16g N)	2.1	0.61%
Lisina (g/16g N)	4.3	1.32%
Triptófano (g/16g N)	0.9	0.43%
Fenilalanina (g/16g N)	6.4	1.39%
Metionina (g/16g N)	2.0	0.35%
Treonina (g/16g N)	4.9	1.19%
Leucina (g/16g N)	9.3	1.95%
Isoleucina (g/16g N)	6.3	0.83%
Valina (g/16g N)	7.1	1.06%

Fuente: Lowell, J.

La semilla de moringa es una fuente de aceite, el contenido varia del 31.5% al 50%. En el Cuadro 5 se muestra el contenido de ácidos grasos en la semilla de *Moringa oleífera*.

Cuadro 5. Contenido de ácidos grasos en semilla de *Moringa oleifera*

Ácidos grasos	Valor
Ácido oleico	68.9%
Ácido linoleico	3.8%
Ácido mirístico	1.5%
Acido palmítico	3.6%
Acido esteárico	10.8%
Ácido behénico	6.3%
Ácido lignocérico	0.13%

Fuente: Alfaro, 2008.

## E. Harinas de *Moringa oleifera*

En el informe final del proyecto “Rendimiento y uso potencial de *Moringa oleifera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala” realizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYT-. La Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT-. El Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología –FONACYT- y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP- se hace referencia de la producción de una harina de moringa realizada para la determinación de la calidad de la proteína y biodisponibilidad de micronutrientes de las hojas de moringa a partir de análisis químico proximal, una evaluación biológica de proteína a partir del análisis de Kjeldahl y un bioensayo con ratas.

Las hojas de moringa fueron procesadas en el Centro de Ciencias y Tecnologías de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala –UVG-, se inició con el lavado en agua, la separación de las hojas y la deshidratación con aire a 65°C. Una parte del material recibió un tratamiento térmico con agua caliente por 10 minutos previo a la deshidratación. El material deshidratado fue molido para obtener una harina (Alfaro, 2008). Las harinas crudas y escaldadas fueron sometidas a un análisis químico proximal por los métodos de la Asociación of Oficial Analytical Chemist (AOAC) y a una evaluación biológica como suplemento de proteína de maíz y del arroz (Alfaro, 2006).

### 1. Análisis químico proximal de harina de hojas de *Moringa oleifera*

Cuadro 6. Análisis químico proximal de la harina elaborada con hojas de *Moringa oleifera* (g%)

Análisis proximal	Valor nutricional
Humedad	4.80 ± 0.17
Cenizas	8.78 ± 0.04
Grasa	9.75 ± 0.16
Proteína	33.50 ± 1.10
Fibra	7.48 ± 0.12

Fuente: Bressani, R. 2007. Valor proteínico suplementario de la hoja de *Moringa oleifera* al maíz y al arroz.

2. Calidad proteica de harina de hojas de *Moringa oleífera*. El combinar harina de las hojas de *Moringa oleífera* con alimentos de uso diario en la cultura guatemalteca tales como el trigo y el maíz es interesante observar los altos valores de proteína de origen vegetal que estas mezclas pueden alcanzar, tanto en cantidad como en calidad, ya que los aminoácidos esenciales que en una son deficientes en la otra se complementan. A través del acompañamiento de estos alimentos de uso diario o casi diario con harina de *Moringa oleífera* se puede llegar a obtener alimentos con proteínas de alto valor biológico procedentes de origen vegetal (Alfaro, 2008).

## F. Inocuidad de *Moringa oleífera*

A nivel internacional existe una gran preocupación acerca de la inocuidad de las diversas partes de esta planta, esto debido a que la mayoría de sus partes son utilizadas tanto para consumo humano como para fabricación de medicamentos y saneamiento de aguas. Con la finalidad de investigar la existencia de posibles efectos tóxicos en el artículo “Aspectos tóxicos más relevantes de *Moringa oleífera* y sus posibles daños” se realizó una revisión bibliográfica donde se encontraron ciertas sustancias tóxicas en las que resaltan alcaloides como *moringina*, *moringinina* y *spirochin* y el fitoquímico bencil isotiocianato, los cuales están presentes principalmente en raíz y corteza. (Canett, 2014)

La harina a utilizar dentro del proyecto será harina procedente de las hojas de la *Moringa oleífera* la cual es la parte de la planta más segura de consumir.

## G. Mezclas vegetales

Una mezcla vegetal puede definirse como la mezcla de dos o más productos vegetales en una proporción que mejore el perfil de aminoácidos esenciales al ser complementados, obteniendo con esto una proteína de mayor valor biológico sin ser de origen animal. La mezcla de harina de las hojas de *Moringa oleífera* junto con maíz y trigo es un ejemplo de mezcla vegetal y puede constituir una alternativa de bajo costo, que permita mejorar el valor nutritivo del alimento y mejorar la calidad de la alimentación de la población rural o vulnerable de Guatemala (Alfaro, 2008).

1. Generalidades del maíz. El maíz, es el tercer cultivo en importancia en el mundo, es utilizado tanto para la alimentación humana y animal. En cuanto a la economía es un cultivo que representa un ingreso significativo a los países que lo cultivan, en Guatemala actualmente es el cultivo de mayor producción a nivel nacional. También es de importancia social ya que forma parte de la alimentación de la mayoría de la población guatemalteca.

El cultivo de maíz está dentro de los cultivos que poseen mayor variabilidad genética y es capaz de adaptarse a múltiples ambientes. En Guatemala, el cultivo de maíz se ve concentrado en las zonas del altiplano y costas sur-occidental y nor-oriental. Los sistemas nacionales de producción de maíz, éstos se realizan a través de diferentes sistemas tales como épocas de siembra y sistemas de siembra. Desde los años 80 Guatemala es autosuficiente en la producción de maíz blanco, sin embargo, el crecimiento de la población y la creciente demanda del producto, pueden atentar la capacidad del país para autoabastecerse a largo plazo. En Guatemala, el maíz junto al frijol constituyen la principal fuente de proteína de la dieta, por lo que su disponibilidad es indispensable (Fuentes, 2002).

Las proteínas de origen vegetal son consideradas de bajo valor biológico en comparación a la de proteína de origen animal, esto es debido a que cuenta con deficiencia de aminoácidos esenciales lo que en las proteínas animales no ocurre ya que el perfil de aminoácidos generalmente está completo. El maíz es deficiente en lisina y triptófano (aminoácidos esenciales). En el Cuadro 7 se presenta la cantidad presente de estos aminoácidos en la harina de maíz.

Cuadro 7. Lisina y Triptofano presentes en 100g de harina de maíz

Aminoácidos	Harina horneada de maíz
Triptófano	0.80
Lisina	4.68

Fuente: Mendoza, M. *et al.* 2006. Contenido de lisina y triptófano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal.

2. Generalidades del trigo. El trigo es el grano que ocupa el primer lugar en producción a nivel mundial y se utiliza principalmente en la alimentación humana. Este cereal se considera como el más consumido por el hombre, se encuentra presente en bebidas alcohólicas como la cerveza, en cereales y una gran variedad de productos alimenticios. A nivel mundial se han ido realizando mejoras en las técnicas de cultivo de este grano con la finalidad de incrementar considerablemente el rendimiento del mismo. El aumento del rendimiento lleva a un gran incremento de la producción, anualmente se producen 100kg de trigo por cada habitante del mundo y casi toda su producción se destina a alimentación humana. En Guatemala, la producción de trigo ha disminuido debido principalmente a la poca superficie de cultivo disponible, lo que da como resultado un aumento en las importaciones al país. La población en general tiende a consumir una alta cantidad de alimentos como el pan, pasta y galletas por lo que se considera que el trigo desempeña un papel importante en el país (Ruballos, 2012).

Como se mencionó anteriormente el utilizar fuentes nitrogenadas como fertilizantes mejora el valor nutricional de las plantas que lo utilizan, en el caso del el contenido de proteína cruda total en el endospermo se incrementa (Cervantes, 2002). En el Cuadro 8 se muestra el contenido de aminoácidos esenciales presentes en el trigo.

Cuadro 8. Aminoácidos esenciales presentes en 100g de harina de trigo

Aminoácidos	Harina horneada de maíz
Triptófano	0.104
Lisina	0.191
Leucina	0.702
Metionina	0.147
Prolina	1.221
Serina	0.502
Tirosina	0.286
Treonina	0.277
Valina	0.416

Fuente: Cervantes, Miguel. *et al.* 2002. «Predicción del contenido de aminoácidos en el trigo con base a su valor de proteína»

## H. Análisis físico-químico

1. Análisis químico proximal. Los métodos de análisis químico proximal tienen como objetivo principal el análisis de los componentes más abundantes en el alimento, los métodos a utilizar en esta investigación pertenecen a la AOAC, los cuales han sido estandarizados para mostrar resultados estadísticamente correctos. Utilizando estos métodos se determinará humedad, proteína cruda, lípidos crudos, fibra cruda y ceniza (AOAC, 2000)

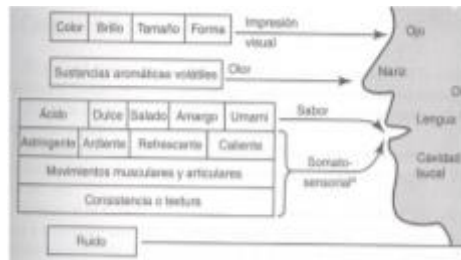
## I. Análisis sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una disciplina utilizada para establecer la calidad de los productos que se evalúan tomando como base los atributos que cada uno posee. Este tipo de análisis mide y cuantifica las características que pueden ser evaluadas por medio de los sentidos humanos, los cuales corresponden a olor, gusto, apariencia y textura. Los primeros análisis de este tipo fueron realizados en el año 1979 en Francia.

El Instituto de Alimentos de Estados Unidos -IFT- por sus siglas en inglés, define la evaluación sensorial como “la disciplina científica para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Hernández, 2005).

La secuencia de percepción que sigue un consumidor al evaluar un alimento es realizar un juicio respecto al color, seguido del olor, luego se percibe por medio del tacto la textura del alimento, el sabor al ser introducido a la boca y como último punto el sonido al ser masticado. El consumidor será el que emitirá el juicio final, siendo espontáneo lo que siente hacia la materia que se evaluó. El juicio final puede ser bueno o malo, esto dependerá de la sensación de agrado o desagrado percibida (Hernández, 2005).

Figura 3. Sensograma



(Hernández, 2005)

## J. Bioensayo NPR

Los bioensayos que utilizan ratones como modelos experimentales continúan siendo los métodos más recomendados para la evaluación de la calidad proteica en los alimentos. Actualmente el método NPR (Net Protein Ratio) es el método más recomendado. Este método mide la respuesta del animal experimental a través del aumento de peso en relación a la ingesta de proteína en su dieta (Jansen, 1978).

El NPR es un bioensayo de dos puntos, ya que se mide la respuesta frente a dos tipos de proteína, tiene una duración de 15 días y se utilizan 4 grupos de 6 ratones (3 hembras y 3 machos) y la diferencia de peso entre cada uno de los grupos experimentales no debe de ser mas de 8 a 10g. En la formación de los grupos experimentales deben de tomarse en cuenta datos como días de vida, sexo y promedio de pesos (Falcon, 2006).

Los indicadores de calidad proteica que se utilizaran son la determinación de Razón Neta de Proteína (NPR) y Digestibilidad Verdadera (DV). El NPR se fundamenta en que existe una relación lineal de incremento de peso del animal experimental en función de la calidad de la proteína consumida y se calculará el NPR de acuerdo a la técnica de Bender y Doell. Siendo TGP el grupo que será alimentado con proteína y NPG el grupo que no tendrá proteína en su alimentación (Bender, 2011).

$$\text{NPR} = \frac{\text{Weight gain of TPG} - \text{Weight loss of NPG}}{\text{Weight of protein consumed}} \quad (\text{Bender, 2011}).$$

La digestibilidad verdadera es un método que calcula la cantidad de proteína digerida proveniente de la dieta tomando en cuenta las pérdidas proteicas metabólicas o endógenas, esto a partir del nitrógeno fecal obtenido de las heces del grupo con la dieta libre de nitrógeno.

$$DV = \frac{I - (F - Fk)}{I} \times 100 \quad (\text{Alfaro, 2008})$$

Siendo I nitrógeno ingerido de la dieta, F nitrógeno fecal y Fk nitrógeno de origen endógeno o metabólico. (Alfaro, 2008)

## V. METODOLOGÍA

### A. Recursos humanos

1. María Ximena Fernández Andrino. Estudiante Licenciatura en Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala, 5to año. Tesista.
2. Licenciada Ana Silvia Colmenares. Directora de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. Asesora.

### B. Recursos materiales

Cuadro 9. Reactivos y equipo para análisis proximal de harinas.

Análisis	Recursos	Cantidad
Análisis proximal	Crisoles con tapadera	12
	Horno	1
	Mufla	1
	Estufa	1
	Balanza analítica	2
	Balón aforado grande	12
	Probetas	4
	Crisol de porcelana	12
	Capsulas de aluminio	12
	Máquina de digestión	1
	Bureta	1
	Erlenmeyers	12
	Soporte universal	1
	Beakers 250 mL	4
	Varillas	4
	Ácido sulfúrico	1 galón
	Catalizador (pastilla)	6 pastillas
	Ácido clorhídrico	1
	Ácido bórico	1
	Hidróxido de sodio	1
Solvente de Hexano	1	

Cuadro 10. Materiales para evaluación sensorial de las harinas.

Prueba	Recursos	Cantidad
Prueba de aceptabilidad y preferencia	Panqueques con harina de <i>Moringa oleifera</i> con trigo	400 unidades
	Tortillas con harina de <i>Moringa oleifera</i> con maíz	400 unidades
	Agua pura	5L
	Bandejas plásticas	8
	Vasos plásticos	100
	Servilletas	400 unidades
	Boletas para evaluación sensorial	200
	Picheles	2
	Lápices	10

Cuadro 11. Materiales para bioensayo NPR.

Prueba	Recursos	Cantidad
Bioensayo NPR	Ratones de bioterio	24
	Harina de <i>Moringa oleífera</i> y maíz	2 kg
	Harina de <i>Moringa oleífera</i> y trigo	2 kg
	Leche en polvo (Dieta alta en proteína)	2 kg
	Harina libre de proteína	2 kg

## C. Recursos financieros

Cuadro 12. Rubro de recursos

Recurso	Cantidad	Costo unitario	total
Crisoles con tapadera	12	257.40	3,084.00
Horno	1	2,500.00	2,500.00
Mufla	1	14,685.48	14,685.48
Estufa	1	3,900.00	3,900.00
Balanza analítica	1	5,374.20	5,374.20
Balón aforado grande	12	3,120.00	37,440.00
Probetas	4	602.93	2,411.72
Crisol de porcelana	12	50.00	600.00
Cápsulas de aluminio	12	30.00	360.00
Máquina de digestión	1	43,157.40	43,157.40
Bureta	1	4,602.00	4,602.00
Erlenmeyers	12	2,106.00	25,272.00
Soporte universal	1	1,294.80	1,294.80
Beakers 250 mL	4	73.79	295.16
Varillas	4	50.00	200.00
Ácido sulfúrico	1 galón	139.00	139.00
Catalizador (pastilla)	6 pastillas	946.20	5,677.20
Ácido clorhídrico	1 galón	759.95	759.95
Ácido bórico	1 galón	144.14	144.14
Hidróxido de sodio	1 galón	381.98	381.98
Solvente de Hexano	1 galón	949.29	949.29
Agua destilada	1 galón	50.00	50.00
Bandejas plásticas	8	15.00	120.00
Vasos plásticos	720	0.24	172.80
Servilletas	250	5.25	15.75
Boletas para evaluación sensorial	200	0.25	50.00
Picheles	8	10.00	80.00
Lápices	8	5.00	40.00
Ratones de bioterio	24	100	2,400
Harina de <i>Moringa oleífera</i>	10 libras	150.00	1,500.00
Harina de maíz	14 libras	3.60	50.40
Harina de trigo	14 libras	6.65	93.00
<b>TOTAL</b>			<b>157,800.27</b>

## D. Enfoque de la investigación

La investigación es cuantitativa

## E. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo en la fase de análisis sensorial y experimental en el resto de fases.

## F. Diseño de investigación

El diseño de la investigación en la primera fase correspondiente al análisis sensorial el diseño es descriptivo ya que no hay manipulación de ninguna de las variables. La segunda, tercera, cuarta y quinta que corresponde a análisis proximal, kjeldahl y absorción atómica, bioensayo NPR, etiquetado nutricional y elaboración de recetario respectivamente son de tipo experimental, específicamente de diseño cuasi experimental ya que únicamente se manipularon las variables.

## G. Contexto de la investigación

La presente investigación está enfocada en dos áreas principales: la primera en la industria de alimentos debido a que se desarrolló un producto nuevo en este mercado; la segunda área es la Seguridad Alimentaria y Nutricional encargada de velar por un adecuado estado nutricional de los habitantes de nuestro país. El producto puede ser utilizado en los programas para la recuperación nutricional de niños con desnutrición aguda y para la prevención de desnutrición en poblaciones vulnerables. Esto puede realizarse a través de capacitaciones en Centros de Recuperación Nutricional sobre el uso del producto, en diversas preparaciones, y como prevención a través de su distribución en comunidades con alto riesgo de desnutrición.

La investigación inició en el año 2015 con una duración de cinco meses, todos los análisis se realizaron en los laboratorios de la Universidad del Valle de Guatemala. La materia prima (harinas de maíz y trigo) fueron financiadas por la tesista y la harina de Moringa oleífera fue patrocinada en su totalidad por la marca Moringua®. Se utilizaron los reactivos de la Universidad; para el bioensayo se utilizaron 24 roedores los cuales tuvieron un costo de Q.100.00 cada uno, dando un costo total de Q.2,400.00.

## H. Muestra y tipo de muestreo

Para realizar la prueba sensorial correspondiente a la primera fase se convocaron 100 consumidores dentro de la Universidad, participaron todas las personas que quisieron formar parte de la investigación.

En cuanto a las fases 2, 4 y 5, ya que se trata de un nuevo producto, no aplica la definición de muestreo, porque no existe ningún proceso de aleatorización de selección de muestra. Se realizaron réplicas de los diferentes análisis para dar una mayor representatividad a dichos resultados.

Para la tercera fase se utilizaron 24 roedores del bioterio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-, los cuales fueron elegidos en base a días de edad, sexo y peso.

## I. Criterios de inclusión y exclusión

Debido a que las muestras fueron fabricadas con todas las características necesarias los criterios de inclusión y exclusión únicamente aplican a la parte del bioensayo NPR.

1. Criterios de inclusión:
  - a. Ratas recién destetadas
  - b. Que pesen entre 40 a 50 gramos
  - c. 12 ratas macho y 12 ratas hembra
  
2. Criterios de exclusión:
  - a. Ratas que presenten pesos menores a 40 gramos y mayores a 50 gramos.
  - b. Que presenten algún defecto genético.
  - c. Que presenten algún tipo de enfermedad.

## J. Clasificación de las variables

Cuadro 14. Clasificación de variables

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	NATURALEZA DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	RELACIÓN	INDICADOR	ESCALA
Contenido proteico (%)	El porcentaje de proteínas presente en el producto se definirá a partir de la cantidad de mg de Nitrógeno presentes por cada 100g de muestra	Cuantitativa	Razón	Dependiente	Mg de Nitrógeno en 100g de muestra	Porcentaje
Valor nutricional	Alimento con un aporte adecuado de macronutrientes los cuales proveen los nutrientes necesarios para un adecuado estado nutricional.	Cuantitativa	Razón	Dependiente	% Carbohidratos % Proteína % Grasa	Porcentaje
Calidad proteica	A mejor calidad proteica, mayor ganancia de peso. Proteínas de alta calidad lograrán una mayor ganancia de peso en los roedores.	Cuantitativa	Razón	Dependiente	NPR= $\frac{\text{peso ganado de TGP} - \text{peso perdido de NGP}}{\text{Peso de proteina consumida}}$	Gramo de peso ganado de los roedores por cada gramo de proteína consumido.
Aceptabilidad y preferencia	Conjunto de características que hacen que un producto sea consumido y elegido por el consumidor.	Cuantitativa	Ordinal	Independiente	Instrumento para aceptabilidad con escala hedónica e instrumento para preferencia del Curso de Análisis Sensorial de los Alimentos del Departamento de Nutrición.	Escala hedónica

## K. Hipótesis

1. La proporción de sustitución con *Moringa oleifera* de 5:95 será la más aceptada en el panel sensorial con los 100 consumidores.
2. La proporción 5:95 de *Moringa oleifera* con trigo será la que muestre un mayor contenido de proteína y mejor distribución porcentual de macronutrientes.
3. La harina de *Moringa oleifera* con harina de trigo será la que logre un mayor incremento en el peso de los roedores en contraste con la harina de *Moringa oleifera* con harina de maíz, por lo tanto mejor calidad proteica.

## L. Descripción de la presentación

1. Procedimiento. Para la preparación de los dos tipos de harinas que fueron utilizadas en la investigación, se utilizó harina de las hojas de *Moringa oleifera* proveniente de la finca Manacales, ubicada en el municipio de Sipacate, Escuintla. Para la harina con trigo se utilizó harina marca Gold Medal® y para la harina con maíz se utilizó la marca Maseca®, estas materias primas fueron analizadas químicamente para obtener los valores base con los que se trabajó.

La investigación se dividió en cinco fases, las primeras dos consistieron en el análisis sensorial del producto. Las preparaciones utilizadas para dichos análisis fueron mini panqueques para la harina de *Moringa oleifera* con trigo y mini tortillas para la harina de *Moringa oleifera* con maíz. Siendo la primera fase un grupo focal que contó con 27 panelistas entrenados, cuyo objetivo principal fue determinar que porcentajes de sustitución de *Moringa oleifera* en las harinas eran los más aceptados, se evaluaron atributos de color, olor, sabor y el producto en general, los porcentajes utilizados para la preparación de las muestras fueron 5, 10 y 15%. Los porcentajes con mayor aceptabilidad (5 y 10%) fueron los que se utilizaron en la segunda fase.

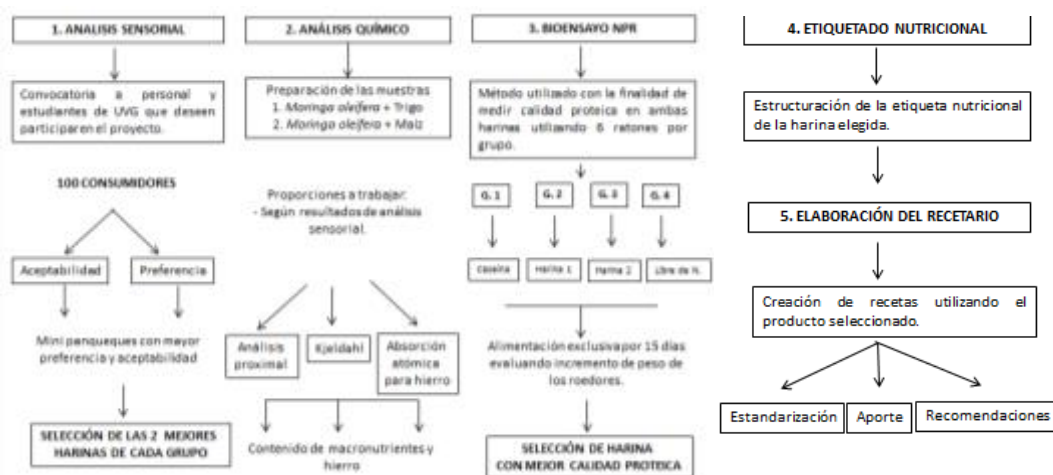
Como segunda fase se llevó a cabo un panel sensorial de aceptabilidad y preferencia, éste se realizó con un grupo de 100 consumidores. El objetivo del análisis fue determinar cuál de los dos porcentajes, elegidos previamente en el grupo focal para ambas harinas, sería el más aceptado evaluando nuevamente color, olor y sabor. El porcentaje elegido para ambas harinas en este análisis fue el 5% de harina de *Moringa oleifera*, por lo que este fue el utilizado para el resto de análisis de la investigación.

Se utilizó el porcentaje de sustitución de 5% de *Moringa oleífera* para elaborar las harinas de Moringa con trigo y Moringa con maíz, a las cuales se les realizó un análisis proximal y kjeldahl. Se trabajó en duplicado para el análisis de las muestras de ambas harinas y únicamente una muestra para las materias primas. Los procesos utilizados para dichos análisis fueron siguiendo los métodos de la Association Of Official Analytical Chemists (AOAC). Los resultados obtenidos en dichos análisis fueron utilizados para la estructuración del etiquetado nutricional del producto final.

Para evaluar la calidad proteica de ambos tipos de harina se realizó un bioensayo de tipo NPR, llevado a cabo en el bioterio del INCAP. Se utilizaron 24 ratas tomando en cuenta que la mitad fueran machos y la mitad hembras, todos de la misma edad y con pesos similares. Se realizó un monitoreo del peso en 3 ocasiones en un periodo de 15 días en total, así mismo se contabilizó la materia fecal para poder obtener el dato de la digestibilidad de la materia seca.

Por último, una vez elegida la mejor harina se realizó un recetario el cual contiene 10 recetas en total, cuyo objetivo es ser una guía para que el consumidor de cómo utilizar la harina para preparar diferentes alimentos aprovechando al máximo los nutrientes de la harina.

Figura 4. Diagrama de flujo de las cinco fases del proyecto



(Autoría propia)

a. Análisis sensorial

Prueba de aceptabilidad

Las muestras durante la prueba se mantuvieron en una plancha a temperatura media para preservar sus características sensoriales. Para la prueba de aceptabilidad con escala hedónica, a cada panelista se entregó primero la pareja de mini panqueques a base de Moringa y trigo, al terminar de evaluar ésta se le paso la pareja de mini tortillas a base de Moringa y maíz (Anexo 5). Cada pareja estaba compuesta con una muestra de cada concentración (5 y 10%). Las muestras fueron identificadas con números aleatorios de tres dígitos.

Para el análisis de los datos, las categorías que aparecen en la boleta se convirtieron en puntajes numéricos del 1 al 9, donde 1 representa disgusta muchísimo y 9 gusta muchísimo. Para el análisis estadístico se sumó el total de los rangos asignados a cada muestra obtener los promedios y desviaciones estándar. Los puntajes numéricos analizaron utilizando la prueba T de student.

Prueba de preferencia

Para esta prueba se utilizó el mismo set de muestras de la prueba de aceptabilidad, después de asignar el puntaje los panelistas eligieron cuál de las dos muestras prefieren y porque (Anexo 5). Para el análisis de datos de esta prueba se sumó el número de panelistas que eligieron la muestra de interés y el total se sometió a la prueba estadística. Para evaluar la significancia de los resultados, se utilizó la tabla para prueba binomial de dos extremos ya que se tienen dos posibilidades de respuesta (Anexo 6). En la tabla, la X representa el número de panelistas que eligió la muestra de interés para el estudio y n representa el número total de panelistas que participa en la prueba. El procedimiento se repite para ambos sets de muestras.

b. Preparación de muestras. Para la preparación de las muestras se utilizaron las muestras que tuvieron la mejor aceptabilidad y preferencia en el grupo focal, en este caso fueron las de concentración al 10 y 5%. Las concentraciones son planteadas en base a harina de *Moringa oleífera* y como complementos harina de maíz y harina de trigo. Todas las muestras fueron preparadas el mismo día. Se realizaron dos muestras por proporción para los dos tipos de harina, siendo un total de cuatro muestras por panelista. Todas las muestras fueron preparadas de la misma forma y utilizando los mismos ingredientes según correspondía su tipo de harina.

Para los mini panqueques se utilizó 1tz de harina de Moringa oleífera con trigo en concentraciones del 5 y 10%, 1taza de leche fluida entera, 5g de azúcar blanca, 1cucharadita de vainilla blanca y 2 huevos enteros. Para la preparación de las mini tortillas se utilizó 1taza de harina de Moringa oleífera con maíz en concentraciones del 5 y 10%, ½ taza de agua y 5g de sal.

c. Análisis proximal de muestras. En esta fase se analizaron las harinas tanto de trigo como de maíz con concentración de 5% de *Moringa oleífera*, esto debido a que fue la concentración que mostró mejor aceptación y preferencia en la fase sensorial. Para el análisis de estas muestras se realizó en duplicado dando un total de cuatro muestras, dos de *Moringa oleífera* con trigo al 5% y dos de *Moringa oleífera* con maíz al 5%. También se analizaron muestras de las materias primas que se utilizaron para la preparación de las harinas, los cuales fueron: harina de maíz, harina de trigo y harina de *Moringa oleífera*, esto con el fin de obtener los valores de las materias individuales y poder determinar el cambio al ser combinados. El total de muestras analizadas fue de siete muestras (Anexo 7).

d. Bioensayo NPR. En esta fase se utilizaron 24 ratas divididas en 4 grupos de 6 cada uno. Se utilizaron 4 dietas, siendo la 1 y 2 dietas a base de las harinas de interés con sustitución del 5% con *Moringa oleífera* de maíz y trigo respectivamente, la 3 y 4 las dietas control con caseína y la libre de nitrógeno. El período de alimentación fue de 15 días, tomando el peso de cada una de las ratas en 3 ocasiones dentro de este periodo de tiempo, en el Anexo 8 se encuentra la metodología detallada utilizada para este análisis.

e. Elaboración de la etiqueta nutricional. Utilizando los datos obtenidos en el análisis proximal y Kjeldahl se elaboró una etiqueta nutricional, la cual reporta toda la información acerca del contenido de energía en kcal, proteínas, carbohidratos totales, grasas y fibra (Anexo 17)

f. Elaboración del recetario. Una vez completadas todas las etapas anteriores se procedió a elaborar el recetario con diez tipos de recetas en las que puede ser utilizada la harina como materia prima. Se reportó la cantidad de todos los ingredientes, procedimiento de preparación y tiempos de cocción así como el aporte calórico de cada una de las recetas (Anexo 18).

## M. Aspectos éticos

El análisis sensorial de las dos harinas se llevó a cabo en el laboratorio de análisis sensorial de productos alimenticios de la Universidad del Valle de Guatemala. Se realizó una convocatoria para reclutar a los panelistas, a cada panelista se le entregó un consentimiento informado en donde se hacía constar que estaban participando voluntariamente y que el estudio no les representaría ningún tipo de riesgo (Anexo 1).

Para el panel sensorial se utilizó únicamente una boleta, para la prueba de aceptabilidad y para la prueba de preferencia, cada boleta fue adjuntada a un consentimiento informado en el cual cada participante hacía constar que estaba de acuerdo con participar en la prueba, en la boleta para la prueba sensorial los panelistas fueron identificados con números correlativos (Anexo 5).

La degustación de estos productos no representó ningún riesgo para la salud del consumidor, ya que son alimentos sin aditivos y la harina que se utilizó es procedente de las hojas de la planta las cuales son consideradas la parte anatómica de la planta más segura para consumir. Sin embargo, en varios estudios se concluyó que la posible toxicidad proveniente de corteza y raíz de *Moringa oleífera* es directamente proporcional a la dosis y al tiempo de consumo.

En cuanto al bioensayo de tipo NPR se utilizaron 24 roedores, los cuales conformaron 4 grupos de 6 animales (3 hembras y 3 machos), estos fueron alimentados por un periodo de 15 días con 4 diferentes tipos de alimento según correspondía el grupo. Grupo 1 fué alimentado con la harina elegida de *Moringa oleífera* y maíz, el grupo 2 con la harina elegida de *Moringa oleífera* y trigo, el grupo 3 fue el grupo control y se alimentó con caseína (leche en polvo) y el grupo 4 mantuvo una dieta libre de nitrógeno. Todo el proceso se llevó a cabo dentro del Bioterio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP- y todos los animales fueron manejados con el debido cuidado y respeto, no sufrieron ningún tipo de agresión y el ser alimentados con este tipo de harinas no les provocó ningún tipo de problema luego de terminada la investigación. Para la utilización de dichos roedores la investigación fue previamente revisada por el Comité de ética, uso y cuidado animal de la Universidad del Valle de Guatemala y se esperará su dictamen para iniciar con la fase (Anexos 19, 20 y 21).

## VI. RESULTADOS

A continuación se pueden observar los resultados más relevantes del estudio realizado utilizando *Moringa oleífera* para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo.

### A. Grupo focal

Se utilizaron tres tipos de mini panqueques y tres tipos de mini tortillas, todos preparados con diferentes porcentajes de sustitución con harina de *Moringa oleífera* (5, 10, y 15%). El código 101 corresponde al 5% de sustitución, el 120 al 10% y 333 al 15% de sustitución. Se utilizó una escala hedónica del 1 al 3 para evaluar la aceptabilidad de los productos.

Cuadro 15. Frecuencias de aceptabilidad para atributo de color de muestras de harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo.

COLOR						
	<i>Moringa oleífera</i> con maíz.			<i>Moringa oleífera</i> con trigo		
MUESTRA	No me gusta (1)	Ni me agrada ni me desagrada (2)	Me gusta mucho (3)	No me gusta (1)	Ni me agrada ni me desagrada (2)	Me gusta mucho (3)
<b>101</b> (Sustitución del 5%)	4	8	2	0	11	2
<b>120</b> (Sustitución del 10%)	6	5	3	3	10	0
<b>333</b> (Sustitución del 15%)	13	1	0	5	8	0

Fuente: Datos experimentales

Cuadro 16. Frecuencias de aceptabilidad para atributo de olor de muestras de harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo

<b>OLOR</b>						
	<i>Moringa oleífera</i> con maíz.			<i>Moringa oleífera</i> con trigo		
<b>MUESTRA</b>	<b>No me gusta (1)</b>	<b>Ni me agrada ni me desagrada (2)</b>	<b>Me gusta mucho (3)</b>	<b>No me gusta (1)</b>	<b>Ni me agrada ni me desagrada (2)</b>	<b>Me gusta mucho (3)</b>
<b>101 (Sustitución del 5%)</b>	4	10	0	0	5	8
<b>120 (Sustitución del 10%)</b>	6	6	2	7	4	2
<b>333 (Sustitución del 15%)</b>	12	2	0	3	4	6

Fuente: Datos experimentales

Cuadro 17. Frecuencias de aceptabilidad para atributo de sabor de muestras de harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo

<b>SABOR</b>						
	<i>Moringa oleífera</i> con maíz.			<i>Moringa oleífera</i> con trigo		
<b>MUESTRA</b>	<b>No me gusta (1)</b>	<b>Ni me agrada ni me desagrada (2)</b>	<b>Me gusta mucho (3)</b>	<b>No me gusta (1)</b>	<b>Ni me agrada ni me desagrada (2)</b>	<b>Me gusta mucho (3)</b>
<b>101 (Sustitución del 5%)</b>	5	4	5	0	5	8
<b>120 (Sustitución del 10%)</b>	6	4	4	2	7	4
<b>333 (Sustitución del 15%)</b>	14	0	0	10	1	2

Fuente: Datos experimentales

Utilizando las frecuencias obtenidas para ambos tipos de harina se puede observar que la aceptabilidad es mayor para las muestras 101 y 120 en los tres atributos evaluados, la muestra 333 muestra la menor aceptabilidad en el panel lo cual era un resultado esperado ya que este porcentaje de sustitución presenta tonos muy intensos para los tres atributos evaluados.

Si bien las muestras 101 y 120 fueron las más aceptadas por el panel para ambos tipos de harinas se obtuvieron comentarios acerca de sabores picantes y amargos presentes en la muestra 120, también los panelistas mencionaron que el color verde no es un color que brinde mucha confianza acerca del alimento.

Cuadro 18. Frecuencias de preferencia para atributos de color, olor y sabor de muestras de harina de *Moringa oleifera* con maíz y *Moringa oleifera* con trigo

MUESTRA	<i>Moringa oleifera</i> con maíz			<i>Moringa oleifera</i> con trigo		
	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR
<b>101</b> (Sustitución del 5%)	12	8	11	11	12	10
<b>120</b> (Sustitución del 10%)	2	6	3	2	1	2
<b>333</b> (Sustitución del 15%)	0	0	0	0	0	1

Fuente: Datos experimentales

Se puede observar una fuerte tendencia de rechazo hacia la muestra 333, únicamente un panelista la prefirió en cuanto a sabor en la muestra con harina de maíz. Se puede observar también que la muestra con mayor preferencia es la 101, muestra que obtuvo comentarios acerca del leve sabor a Moringa, tono de color más agradable y que el olor no era tan intenso.

Cuadro 19. Lista de descriptores para atributos de olor y sabor de muestras de harina de *Moringa oleifera* con maíz y *Moringa oleifera* con trigo

ATRIBUTOS	<i>Moringa oleifera</i> con maíz			<i>Moringa oleifera</i> con trigo		
	MUESTRAS			MUESTRAS		
	<b>101</b> (Sustitución del 5%)	<b>120</b> (Sustitución del 10%)	<b>333</b> (Sustitución del 15%)	<b>101</b> (Sustitución del 5%)	<b>120</b> (Sustitución del 10%)	<b>333</b> (Sustitución del 15%)
<b>OLOR</b>	Maíz	Tamal	Hierbas	Pastel	Pastel	Pastel
	Hierbas	Hierbas	Musgo	Dulce	Hierbas	Hierbas
	Tortilla	Salado	Harina	Güicoy	Leche	Arveja
	Chipilín	Gramma	Picante	Jengibre	Arveja	Dulce
<b>SABOR</b>	Tamal	Salado	Hierbas	Insípido	Arveja	Hierbas
	Salado	Masa	Salado	Panqueque	Té verde	Arveja
	Maíz	Hierbas	Maíz	Hierba	Dulce	Amargo
	Crudo	Chipilín	Amargo	Amargo	Amargo	Dulce

Fuente: Datos experimentales

Se realizó una lista de descriptores para atributos de olor y sabor con el objetivo de describir el sabor de cada una de las muestras. Se puede observar que descriptores como hierbas, maíz y tamal se repiten para los tres tipos de muestra con harina de maíz y arveja, pastel, dulce para los tres tipos de muestras con harinas de trigo. El descriptor amargo se mencionó en el atributo sabor para ambas harinas en la muestra 333, resultado que concuerda con los resultados anteriores de baja aceptabilidad y preferencia para dicha muestra.

## B. Aceptabilidad y preferencia

Una vez obtenidos los resultados del grupo focal se procedió a realizar la prueba de aceptabilidad y preferencia en cien consumidores, ésto con el objetivo principal de comprobar cuál de los porcentajes de sustitución con *Moringa oleífera* molida es la más aceptada en ambos tipos de harina. Dicha prueba se realizó en el laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, se llevó a cabo en dos días distintos siguiendo los mismos procedimientos, en el Anexo 5 encuentra la boleta utilizada para realizar ambas pruebas.

Los porcentajes de sustitución utilizados en ambas harinas para formular las muestras fueron del 5 y 10% ya que en el grupo focal se pudo determinar que el 15% presentaba características sensoriales desagradables. Para evaluar la harina de *Moringa oleífera* con trigo se utilizaron mini panqueques y para la harina de *Moringa oleífera* con maíz, mini tortillas; esto de la misma forma que en el grupo focal.

Los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad fueron analizados con la prueba de T de student para medias de dos muestras emparejadas con el objetivo de comparar sus medias y desviaciones estándar y determinar si existen diferencias significativas o no significativas entre estos parámetros. Para el análisis de los resultados obtenidos en la prueba de preferencia se utilizó una tabla binomial de dos colas para 100 consumidores con un alfa de 0.05, nuevamente para comprobar si existen diferencias significativas o no significativas entre estos parámetros.

Luego de realizar por separado el análisis de los datos de la prueba de aceptabilidad para los atributos color, sabor y olor emparejando los porcentajes de sustitución de 5 y 10% para un mismo tipo de muestra se pudo determinar que existen diferencias estadísticamente significativas entre este grupo de resultados, comportamiento que se mostró constante para ambos tipos de harinas en todos los atributos evaluados.

Cuadro 20. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de color para harina de *Moringa oleífera* con trigo.

	5% sustitución	10% sustitución
Media	5.63	4.35
Varianza	3.427373737	3.23989899
Observaciones	100	100
Estadístico t	6.655675157	
P(T<=t) dos colas	1.58077E-09	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Cuadro 21. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de sabor para harina de *Moringa oleífera* con trigo.

	5% sustitución	10% sustitución
Media	5.69	3.68
Varianza	3.56959596	4.037979798
Observaciones	100	100
Estadístico t	8.18521566	
P(T<=t) dos colas	9.61143E-13	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Cuadro 22. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de olor para harina de *Moringa oleífera* con trigo.

	5% sustitución	10% sustitución
Media	5.56	3.77
Varianza	4.32969697	4.582929293
Observaciones	100	100
Estadístico t	7.404319775	
P(T<=t) dos colas	4.42443E-11	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Al analizar los resultados de la prueba comparando los valores estadísticos T obtenidos, con el valor crítico de T, con una significancia de 0.05, el valor estadístico T obtenido en todos los atributos evaluados es mayor a el valor crítico de T correspondiente a cada uno de los atributos por lo que se determina que existe diferencia estadística significativa entre el porcentaje de sustitución del 5% y del 10% para harina de *Moringa oleífera* con trigo.

Cuadro 23. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de color para harina de *Moringa oleífera* con maíz.

	5% sustitución	10% sustitución
Media	5.65	4.14
Varianza	3.26010101	3.03070707
Observaciones	100	100
Estadístico t	7.237039579	
P(T<=t) dos colas	9.93125E-11	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Cuadro 24. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de sabor para harina de *Moringa oleífera* con maíz.

	5% sustitución	10% sustitución
Media	5.39	3.29
Varianza	3.694848485	4.066565666
Observaciones	100	100
Estadístico t	7.858274317	
P(T<=t) dos colas	4.82248E-12	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Cuadro 25. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentajes de sustitución 5 y 10% en atributo de olor para harina de *Moringa oleífera* con maíz.

	5% sustitución	10% sustitución
Media	5.69	3.62
Varianza	4.357474747	3.18747475
Observaciones	100	100
Estadístico t	7.837958443	
P(T<=t) dos colas	5.32865E-12	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Al analizar los resultados de la prueba comparando los valores estadísticos T obtenidos, con el valor crítico de T, con una significancia de 0.05, el valor estadístico T obtenido en todos los atributos evaluados es mayor a el valor crítico de T correspondiente a cada uno de los atributos por lo que se determina que existe diferencia estadística significativa entre el porcentaje de sustitución del 5% y del 10% para harina de *Moringa oleífera* con maíz.

Cuadro 26. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentaje de sustitución del 5% en atributo de color para ambos tipos de harina.

	<i>Moringa oleífera</i> con trigo	<i>Moringa oleífera</i> con maíz.
Media	5.63	5.65
Varianza	3.42737374	3.26010101
Observaciones	100	100
Estadístico t	-0.10000505	
P(T<=t) dos colas	0.92054255	
Valor crítico de t (dos colas)	1.98421695	

Cuadro 27. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentaje de sustitución del 5% en atributo de sabor para ambos tipos de harina.

	<i>Moringa oleífera</i> con trigo	<i>Moringa oleífera</i> con maíz.
Media	5.69	5.39
Varianza	3.56959596	3.69484848
Observaciones	100	100
Estadístico t	1.29536331	
P(T<=t) dos colas	0.19820736	
Valor crítico de t (dos colas)	1.98421695	

Cuadro 28. Resultados de la prueba T de Student utilizada para comprobar diferencias significativas entre porcentaje de sustitución del 5% en atributo de olor para ambos tipos de harina.

	<i>Moringa oleífera</i> con trigo	<i>Moringa oleífera</i> con maíz.
Media	5.56	5.69
Varianza	4.32969697	4.35747475
Observaciones	100	100
Estadístico t	-0.53556383	
P(T<=t) dos colas	0.59346115	
Valor crítico de t (dos colas)	1.98421695	

Al analizar los resultados de la prueba comparando los valores estadísticos T obtenidos, con el valor crítico de T, con una significancia de 0.05, el valor estadístico T obtenido en todos los atributos evaluados es menor a el valor crítico de T correspondiente a cada uno de los atributos por lo que se determina que no existe diferencia estadística significativa del porcentaje de sustitución del 5% entre las harinas de *Moringa oleífera* con trigo y *Moringa oleífera* con maíz.

Observando los resultados anteriores se puede determinar que el 5% de sustitución obtuvo resultados similares para ambas harinas, siendo éste el que presentó la mayor aceptabilidad tomando en cuenta los resultados de los tres atributos evaluados.

Cuadro 29. Resultados de la prueba de preferencia según su significancia para porcentajes de sustitución de 5 y 10% para harinas de *Moringa oleífera* con trigo y *Moringa oleífera* con maíz.

Muestras	No. de panelistas que eligieron la muestra
<i>Moringa oleífera</i> con trigo (5%)	84
<i>Moringa oleífera</i> con trigo (10%)	16
<i>Moringa oleífera</i> con maíz (5%)	85
<i>Moringa oleífera</i> con maíz (10%)	15

Determinando que las muestras que presentaron mayor nivel de preferencia fueron nuevamente las correspondientes al 5% de sustitución, esto para harina de *Moringa oleífera* con trigo y harina de *Moringa oleífera* con maíz. Los resultados obtenidos en la prueba de preferencia concordaron con los obtenidos en la de aceptabilidad, por lo tanto el porcentaje de sustitución con el que se trabajó en las fases siguientes de la investigación fue el de 5% para ambas harinas.

### C. Análisis proximal y Kjeldahl

Tomando en cuenta que el porcentaje de sustitución más aceptado según el análisis sensorial fue el de 5% para ambos tipos de harinas, las muestras utilizadas para el análisis proximal y de Kjeldahl se prepararon utilizando este porcentaje de sustitución. También se analizaron las materias primas utilizadas para la preparación de las harinas.

Los promedios obtenidos en dichos análisis para las muestras analizadas de harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo se encuentran representados en el Cuadro 30 y en el Anexo 9 se encuentra el total desglosado incluidas las materias primas utilizadas para la formulación de dichas harinas.

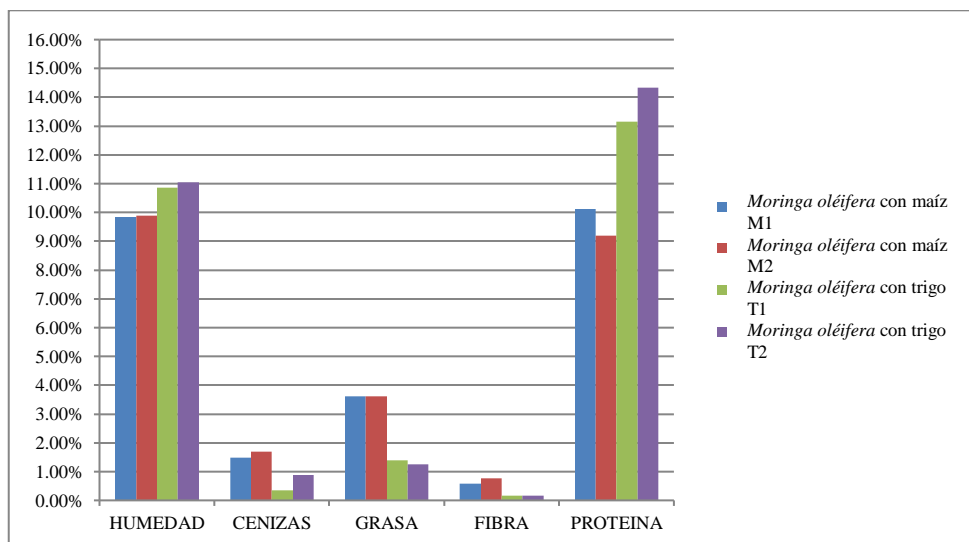
Cuadro 30. Promedio de la composición química proximal y fibra dietética de muestras de harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo.

MUESTRA	% HUMEDAD Media + D	% CENIZAS Media + D	% GRASA Media + D	% FIBRA Media + D	% PROTEINA Media + D
<b><i>Moringa oleífera</i> con Maíz</b>	9.87 ± 0.03	1.60 ± 0.14	3.61 ± 0	0.67 ± 0.13	9.66 ± 0.65
<b><i>Moringa oleífera</i> con Trigo</b>	10.95 ± 0.13	0.62 ± 0.38	1.33 ± 0.09	0.17 ± 0.01	13.74 ± 0.83

Fuente: Datos experimentales

En el Cuadro 30 se presentan los resultados de los análisis proximales realizados para ambos tipos de harinas, en los cuales se especifican porcentajes de humedad, cenizas, grasa, fibra dietética y proteína. Los resultados presentaron variaciones importantes entre ambas harinas, entre los más importantes el porcentaje de proteína. En el Gáfico 2 se pueden observar los resultados obtenidos para cada una de las muestras analizadas.

Gráfico 1. Porcentajes obtenidos de composición química proximal y fibra dietética de muestras en duplicado de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo.

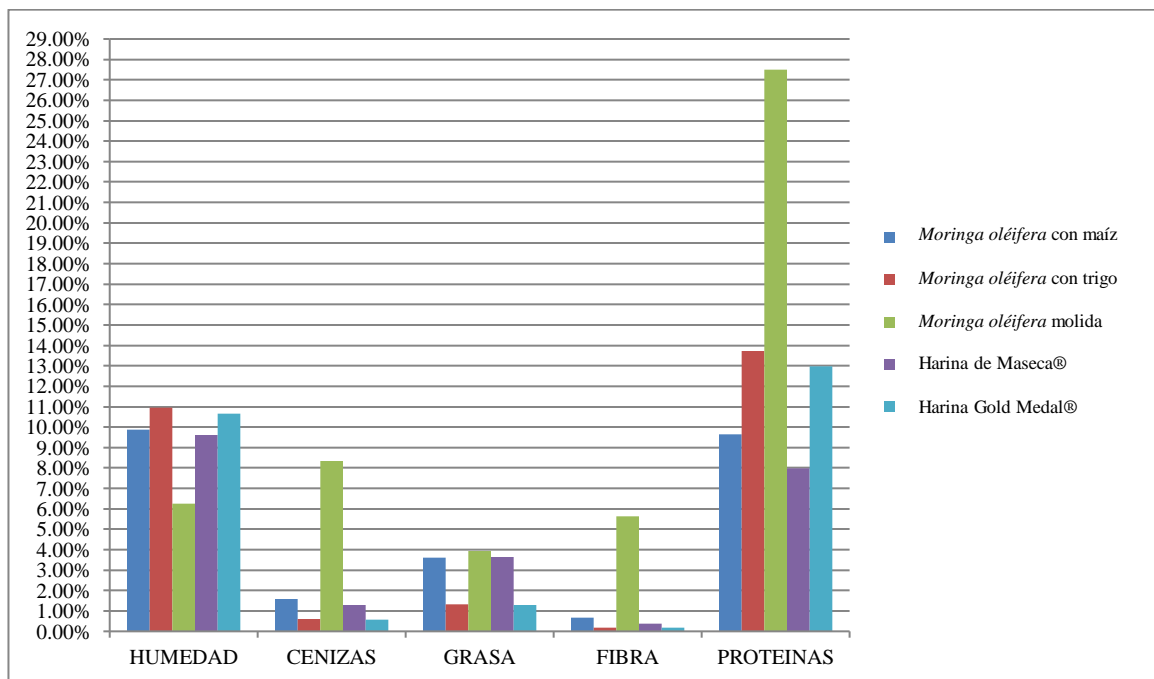


Fuente: Datos experimentales

La harina con trigo presentó un  $10.95\% \pm 0.13$  de humedad siendo el más elevado de las dos harinas ya que la harina con maíz presentó un promedio de humedad de  $9.87\% \pm 0$ . En la muestra T2 se encontró el mayor porcentaje de humedad, aproximadamente 11%. En cuanto a los valores de ceniza y fibra estos presentaron porcentajes bastante bajos para ambas harinas, sin embargo las muestras M1 y M2 pertenecientes a la harina de *Moringa oleífera* con maíz obtuvieron valores mayores a T1 y T2 en ambas pruebas. El contenido de grasa obtenido para las muestras M1 y M2 obtuvieron una media de  $3.61\% \pm 0$  mientras que para las muestras T1 y T2 fue de  $1.33\% \pm 0.09$ , estos resultados pueden influir en el aporte calórico de las muestras, factor que puede ser beneficioso si el producto se utiliza en el área de recuperación nutricional.

En cuanto al contenido total de proteína en las muestras se obtuvo que las muestras T1 y T2 presentaron el valor más elevado con una media de  $13.74\% \pm 0.83$ , colocándola por encima de las muestras M1 y M2 las cuales obtuvieron un  $9.66\% \pm 0.65$ . Este resultado también se esperaba debido a que los valores de proteína son más elevados en el grano de trigo que en el de maíz.

Gráfico 2. Porcentajes obtenidos de composición química proximal y fibra dietética de muestras de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo y materias primas.



Fuente: Datos experimentales

En el Gráfico 2 se pueden observar los porcentajes obtenidos de la composición química proximal y de fibra dietética de las harinas de interés de esta investigación y de las materias primas utilizadas para la formulación. Se puede observar claramente que la *Moringa oleífera* molida como materia prima es la que presenta los valores más elevados de todas las muestras analizadas, únicamente en humedad se muestra con el porcentaje menor.

El contenido de grasa de las harinas mezcladas con *Moringa oleífera* molida se mantuvieron similares a los porcentajes obtenidos de las harinas base correspondientes, en este caso Gold Medal® con un 1.29% y  $1.33\% \pm 0.09$  para harina de *Moringa oleífera* con trigo y 3.63% para Maseca® y  $3.61\% \pm 0$  para harina de *Moringa oleífera* con maíz. Los porcentajes de fibra fueron los menores en la composición nutricional de las harinas de interés, el porcentaje obtenido de fibra para la *Moringa oleífera* molida fue el más elevado con un 5.63%. En cuanto al contenido de proteína observado mediante el análisis de kjeldahl se determinó que la harina de *Moringa oleífera* con maíz y la harina de *Moringa oleífera* con trigo aumentaron 1.69% y 0.75% respectivamente, ambas de sus valores iniciales como materias primas.

#### D. Bioensayo NPR

Una vez obtenidos los porcentajes de composición química proximal de las harinas de interés, se procedió a realizar un ensayo de tipo NPR, esto con el fin de evaluar la calidad proteica de las harinas y su digestibilidad, para este estudio se utilizaron 24 ratas en total con el 50% machos y el 50% hembras, estos divididos en 4 grupos de 6. En el Cuadro 31 se pueden observar la composición de las 4 dietas utilizadas en el estudio, siendo las dietas 1 y 2 las harinas con *Moringa oleífera* y las dietas 3 y 4 las controles.

Cuadro 31. Composición en gramos de las dietas utilizadas en el bioensayo

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta 1. <i>Moringa oleífera</i> y Maíz</b>	<b>Dieta 2. <i>Moringa oleífera</i> y Trigo</b>	<b>Dieta 3. Caseína control (Leche)</b>	<b>Dieta 4. Libre de Nitrógeno</b>
Maíz Maseca®	85.5	0	0	0
Trigo Gold Medal®	0	85.5	0	0
<i>Moringa oleífera</i> molida	4.5	4.5	0	0
Leche descremada	0	0	31	0
Minerales	4	4	4	4
Aceite	5	5	5	5
Vitaminas	1	1	1	1
Almidón	0	0	59	90
Total (g)	100	100	100	100

El porcentaje de proteína de las dietas experimentales fue de 9.66% para *Moringa oleífera* con maíz, 13.74% para *Moringa oleífera* con trigo, 11.43% para la dieta de caseína control y 0% para la dieta libre de nitrógeno. En esta investigación como indicadores de calidad proteica se utilizó la digestibilidad de nitrógeno verdadera y la razón neta de proteína NPR por sus siglas en inglés. Debido a que todas las dietas deberían de presentar un 10% de proteína aproximadamente, la formulación de las dietas sufrió variaciones en cuanto al contenido de proteína en la dieta 2 por lo que este error será evidente al momento de realizar el cálculo de digestibilidad de nitrógeno verdadera.

Se observó un aumento de peso en las ratas significativamente diferente entre la dieta control con caseína y las dietas 1 y 2 de las harinas de interés. El grupo de la dieta control de caseína aumentó aproximadamente 35 gramos la primera semana y 37 gramos en la segunda, mientras que las dietas 1 y 2 mostraron aumentos alrededor de 7 gramos en la primera y 13 gramos en la segunda (Anexo 10). La dieta 1, *Moringa oleífera* con maíz, presentó un mayor aumento de peso en contraste con la dieta 2, *Moringa oleífera* con trigo, a pesar de que el contenido de proteína de la segunda era mayor.

Cuadro 32. Porcentaje de digestibilidad de Nitrógeno verdadera en *Moringa oleífera* con maíz, *Moringa oleífera* con trigo y dieta de caseína control.

<b>Dietas</b>	<b>DNver Media + DS</b>
Dieta 1: <i>Moringa oleífera</i> con maíz	88.30 ± 1.33
Dieta 2: <i>Moringa oleífera</i> con trigo	92.41 ± 1.82
Dieta 3: caseína control (leche)	90.45 ± 1.79

Fuente: Datos experimentales

Como se puede observar claramente la dieta 2, *Moringa oleífera* con trigo, presentó el porcentaje más elevado de los tres tipos de dieta, sin embargo, esto es debido a que esta dieta no presentó un valor aproximado al 10% de proteína lo cual generó una desviación en los resultados, generando un error en los mismos. Tomando en cuenta el análisis de varianza de las tres dietas para Digestibilidad de Nitrógeno verdadera (DNver) se puede determinar que existe diferencia significativa entre las tres dietas ya que la significancia obtenida fue menor a 0.05 ( $p=0.002$ ) (Anexo 12). En cuanto al DNver obtenido de las dietas 1 y 2 se puede observar que nuevamente se muestran diferencias significativas ya que la significancia obtenida fue menor a 0.05 ( $p=0.001$ ).

Como segundo indicador de calidad proteica se utilizó la razón neta de proteína (NPR) el cual se utilizó para fundamentar el crecimiento de las ratas en función de la calidad de proteína consumida, en el cuadro 33 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 33. Razón neta de proteína (NPR) para *Moringa oleífera* con maíz, *Moringa oleífera* con trigo y dieta de caseína control.

<b>Dietas</b>	<b>NPR Media + DS</b>
Dieta 1: <i>Moringa oleífera</i> con maíz	1.12 ± 0.26
Dieta 2: <i>Moringa oleífera</i> con trigo	0.79 ± 0.19
Dieta 3: caseína control (leche)	3.32 ± 0.29

Fuente: Datos experimentales

La dieta 3 la cual corresponde a la dieta control (alta en proteínas) presenta el valor NPR más elevado lo cual era un resultado esperado ya que por ser proteína de origen animal esta es de alto valor biológico lo cual le permite alcanzar dicho valor, seguido de ésta se encuentra la dieta 1 la cual corresponde a *Moringa oleífera* con maíz con un NPR de  $1.12 \pm 0.26$  y por último la dieta 2, *Moringa oleífera* con trigo con un NPR de  $0.79 \pm 0.19$  (Anexo 14). Tomando en cuenta los resultados obtenidos para dieta 1 y 2 se puede concluir que estos resultados no dependen de la cantidad de proteína en la dieta sino de la calidad ya que la dieta 1 contiene 9.66% de proteína mientras que la dieta 2 contiene 13.74%.

## VII. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el valor nutritivo y calidad proteica de dos tipos de harinas, maíz y trigo formuladas con porcentajes de sustitución a base de *Moringa oleífera* molida. Este estudio tiene como objetivo lograr desarrollar un producto nutritivo fortificado con *Moringa oleífera*, el cual fuera del agrado del que lo consuma y al mismo tiempo obtener todos los beneficios de la planta. Debido a esto la investigación inició con el panel sensorial, ya que uno de los objetivos principales es que el producto tuviera características sensoriales agradables.

Se observó en el panel sensorial con la prueba de aceptabilidad y preferencia que el porcentaje de sustitución con *Moringa oleífera* que obtuvo el mayor agrado dentro de los consumidores fue el de 5%; las preparaciones con este porcentaje disminuían el color verde intenso el cual no fue del agrado del consumidor, también en cuanto al sabor los tonos picantes, amargos y sabores intensos a hierba disminuyeron y por último el olor, el cual fue el atributo más tolerado y el que menos comentarios negativos obtuvo. Los porcentajes de preferencia de sustitución fueron el 5 y 10%, obteniendo una mayor preferencia por el 5% en harina de *Moringa oleífera* con trigo con 84% y para harina de *Moringa oleífera* con maíz con 85%. Utilizando los resultados obtenidos en dicha prueba se procedió a la siguiente fase de la investigación tomando como única muestra de interés el 5% de sustitución para ambas harinas.

En la segunda fase se llevó a cabo en análisis proximal y de fibra dietética de las harinas tanto de maíz como de trigo con el 5% de sustitución con *Moringa oleífera*. Los valores obtenidos de porcentajes de humedad, cenizas, grasa, fibra dietética y proteína presentaron variaciones importantes entre ambas harinas, entre los de mayor interés se encuentra la fibra dietética la cual está presente en cantidades más elevadas en la harina de *Moringa oleífera* con maíz con un porcentaje de  $0.67\% \pm 0.13$  mientras que en la harina con trigo se obtuvo  $0.17\% \pm 0.01$ . Esto fue un resultado esperado ya que la harina de trigo utilizada como materia prima no fue de tipo integral, mientras que la utilizada para la harina con maíz presentaba todos los componentes del grano. El otro valor de mayor interés fue el contenido de proteína, en este caso la harina de *Moringa oleífera* con trigo fue el que presentó el mayor porcentaje con  $13.74\% \pm 0.83$  frente a un  $9.66\% \pm 0.65$  de la harina con maíz, sin embargo, fue necesario comprobar cuál de las dos harinas al momento de ser consumida presenta la mayor digestibilidad e índice de eficiencia proteica para determinar la calidad de la proteína en cada una de las harinas.

Debido a esto se realizó un bioensayo, en el cual se utilizaron 24 ratas en total que fueron divididas en 4 grupos de 6, con el fin de poner a prueba 4 diferentes dietas. Las dietas 1 y 2 correspondían a la harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo respectivamente y las dietas 3 y 4 a los controles con caseína y dieta libre de nitrógeno a base de almidón. El periodo de alimentación fue de 15 días en total, se realizaron 3 tomas de peso los cuales evidenciaron el índice de eficiencia proteica.

Los resultados obtenidos en dicho análisis comprueban que la calidad proteica del producto no se fundamenta en la cantidad de proteína total sino en la calidad de esta, misma que se logra al completar o complementar la cantidad de aminoácidos esenciales presentes. En esta investigación el objetivo principal fue lograr complementar los aminoácidos esenciales faltantes tanto para el maíz como para el trigo con los presentes en *Moringa oleifera* molida, razón por la cual se utilizaron dos indicadores para evaluar la calidad proteica, la digestibilidad de nitrógeno verdadera (DNver) y la razón de proteína neta (NPR) por sus siglas en inglés.

Los resultados obtenidos en la prueba de DNver toman en cuenta en nitrógeno fecal presente con el valor corregido de nitrógeno endógeno, el cual corresponde a las pérdidas metabólicas de nitrógeno provenientes en su mayoría de la flora intestinal. Este valor se obtuvo del nitrógeno fecal obtenido del grupo que mantuvo una dieta libre de nitrógeno, las pérdidas endógenas calculadas fueron de 0.018 gramos. El resultado final mostró un error ya que la dieta 2 (*Moringa oleifera* con trigo), presentó el mayor porcentaje de DNver y esto fue debido a que esta dieta no contenía un 10% de proteína sino aproximadamente un 14%. El porcentaje obtenido para la dieta de caseína se asemejó a los valores obtenidos en diferentes investigaciones, entre ellas: Falcon, M. 2006. “Efecto del sexo de la rata sobre la digestibilidad y razón neta de proteína en alimentos de distinta calidad proteica”. En la cual también se hace referencia a los porcentajes en dietas a base de cereales los cuales son entre 65 y 70%, con lo que se puede concluir que la *Moringa oleifera* no solo aumenta la cantidad de proteína en el producto sino que también la calidad de la misma.

En cuanto al análisis NPR se pudo determinar que aunque la harina de *Moringa oleifera* con trigo mostró tener los valores más elevados de proteína, el crecimiento de las ratas fue mucho más eficiente con harina de *Moringa oleifera* con maíz, con esto se comprueba que se obtiene una proteína de mayor valor biológico al realizar una mezcla vegetal entre maíz y *Moringa oleifera*, completando el perfil de aminoácidos esenciales de la planta con los únicos dos disponibles en el maíz (Tryptófano y Lisina) los cuales se presentan en altas cantidades en dicho grano. Con respecto a las hipótesis planteadas se puede concluir que la harina de trigo con sustitución del 5% de *Moringa oleifera* si fue la que mostró un mayor contenido de proteína total, sin embargo esta harina no logró un mayor incremento de peso en las ratas por lo que se concluye que la harina con la mejor calidad proteica es la de *Moringa oleifera* con maíz.

Una vez elegida la mejor harina se le dio el nombre de “Morina” al producto, y con este se realizó la estructuración de la etiqueta nutricional, utilizando los datos obtenidos en el análisis proximal y basando los porcentajes de valor diario en una dieta de 2,000 kcal. En esta no se incluyeron valores de micronutrientes ya que este análisis no fue realizado.

Como última fase de la investigación se realizó un recetario, el cual está compuesto por diez recetas las que fueron previamente probadas y estandarizadas utilizando la harina de *Moringa oleifera* con maíz, esto con el fin de ser una guía para el consumidor de cómo utilizar adecuadamente el producto y obtener con esto la mayoría de los beneficios de la planta.

## VIII. CONCLUSIONES

1. El análisis sensorial realizado mostró que existen diferencias significativas entre la aceptabilidad y preferencia de las harinas formuladas con el 10 y 5% de sustitución con *Moringa oleífera*, siendo la del 5% la más aceptada y preferida tanto para maíz como para trigo.
2. Los análisis proximales de las harinas con el 5% de sustitución mostraron que la harina de *Moringa oleífera* con trigo presentó el mayor contenido de proteína al obtenido en la harina de *Moringa oleífera* con maíz.
3. Se determinó que la harina con la mejor calidad proteica es la de *Moringa oleífera* con maíz ya que presentó mejores índices de eficacia proteica y digestibilidad a pesar de tener menor cantidad de proteína disponible.
4. Utilizando todos los resultados obtenidos se elige a la harina de *Moringa oleífera* con maíz como el producto con mayor valor nutritivo, mejor calidad proteica y mayor aceptabilidad y preferencia del consumidor.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Además del análisis sensorial ya realizado, llevar a cabo un análisis a población del área rural con preparaciones con las que se sientan identificados.
2. Implementar la utilización de la harina de *Moringa oleífera* con maíz para preparaciones tradicionales como es la tortilla con el fin de obtener un alimento mucho más nutritivo.
3. Educar a la población guatemalteca acerca de las propiedades de la planta y cómo utilizar el producto desarrollado para aprovechar al máximo sus nutrientes.
4. Incluir más recetas al recetario y distribuir las según el enfoque deseado: recuperación nutricional, poblaciones rurales, consumo diario.
5. Realizar un aminograma de la harina de *Moringa oleífera* utilizada.
6. Respecto a la metodología se recomienda realizar un análisis proximal de las cuatro dietas a utilizar en el bioensayo antes de iniciar a alimentar a las ratas.
7. Estructurar todas las dietas del bioensayo tomando en cuenta que deben presentar el 10% de proteína, esto sin tomar en cuenta a la dieta libre de nitrógeno.
8. Es recomendable hacer un análisis de micronutrientes para obtener los valores y poderlos reportar en la etiqueta nutricional, así como realizar la biodisponibilidad de hierro (taninos).

## X. REFERENCIAS

- Alfaro, Norma. Martínez, Walter. 2008. «Uso potencial de la Moringa para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados». INCAP
- Alfaro, Norma. 2006. «Rendimiento y uso potencial de Moringa oleífera Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala». Informe final proyecto FODECYT No. 26-2006. INCAP.
- Association of official analytical chemists (AOAC). 2000. «Official methods of analysis of the association of official analytical chemists» 18ª Edición. Editorial K. Helrich.
- Áviles, Otto. 1990. «Evaluación de cuatro tratamientos de escarificación de semilla y dos métodos de siembra en paraíso blanco (Moringa oleífera Lam), bajo condiciones de vivero en el municipio de Amatitlán, Guatemala». Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 61 págs.
- Barboza, Yasmina. *et al.* 2005. «Efecto de la incorporación de proteína plasmática sobre la composición química y calidad proteica de un producto formulado con maíz interno». *Revista científica FCV-LUZ*. XV(6): 536-542.
- Bender. A. *et al.* 2011. «Evaluation of Novel Protein Products». Wenner-Gren Center International Symposium Series. Vol. 14. Pergamonn Press. New York.
- Bilbao, Katya. *et al.* 2010. «Características clínicas y evolución de niños con desnutrición aguda». *Hospital Pediátrico Provincial Universitario "José Luis Miranda García"*. 8pp.
- Bonal, Rolando. Rivera, Regina. Bolívar, María. 2012. «Moringa oleífera: una opción saludable para el bienestar». *MEDISAN*. 16(10).
- Bressani, R. 2007. Valor proteico suplementario de la hoja de Moringa oleífera Lam. al maíz y al arroz. Ensayos preliminares. Centro de Ciencia Y Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala.
- Càceres, A. *et al.* 1991. «Estudio Etnobotánico en Guatemala de Moringa Oleífera Lam». Centro Mesoamericano para estudio de tecnología apropiada CEMAT. *Economic Botany* 45(4):522-523.

- Canett, R. Arvayo, K. Rubalcaba, N. 2014. «Aspectos Toxicos de Moringa oleífera y sus aspectos mas relevantes». Biotecnía, ISSN electrónico. 6(2).
- Cervantes, Miguel. *et al.* 2002. «Predicción del contenido de aminoácidos en el trigo con base a su valor de proteína». Revista INVERCIENCIA. 27(12).
- Contreras, Elizabeth. *et al.* 2011. «Aumento del contenido proteico de una bebida a base de Amaranto». *Revista chilena de nutrición*. 38(3): 322-330.
- Correndo, Adrián. García, Fernando. 2012. «Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: cultivos extensivos». *International Plant Nutrition Institute*. Buenos Aires, Argentina. 14.
- Dixit, A. 2015. «Alimentarse mejor: La labor de Guatemala para controlar la doble carga de la malnutrición». Boletín del OIEA. 8-9pp.
- Enríquez, Rene. 2013. «Productos agroindustriales con alto valor nutricional en la Amazonia boliviana». *Revista Tinkazos*. 16(34).
- Escobar, Alejandro. *et al.* 2013. «Aplicación de tecnología de barreras para la conservación de mezclas de vegetales mínimamente procesados». *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 67(1): 7237-7245.
- Falcon, M. Yañez, Greda. Barron, Jesus. 2006. «Efecto del sexo de la rata (Sprague Dawley) sobre la digestibilidad y razón neta de proteína en alimentos de distinta calidad proteica». *Revista Chilena de Nutrición*. 33(3).
- Folkard, Geof. Sutherland, John. 1996. «Moringa oleífera un árbol con enormes potencialidades». *Revista Avances de Investigación*. Agroforestería en las Américas. 8(3): 5-8.
- Foidl, N. Harinder, P. Becker, K. 2001. «Potencial de Moringa oleífera para las necesidades agrícolas e industriales en el árbol de la vida». Los múltiples usos de Moringa. CTA y CWS, Dakar.
- Foidl, N. *et al.* 2008. «Utilización de Moringa oleífera como forraje fresco para ganado». Proyecto BIOMASA, Managua, Nicaragua.

- Fuentes, Mario. 2002. «El cultivo del maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronomico». Instituto de Ciencias y Tecnologia ICTA. Guatemala.
- Galicia, Luis. *et al.* 2012. «Protocolo de calidad nutricional de maíz y análisis de tejido vegetal». Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y de Trigo. D.F, México. 50pp.
- García, L. 2010. «Epidemiología de la desnutrición en Latinoamérica: situación actual». *Revista de nutrición hospitalaria*. 3(25): 50-56.
- Ghebremichael, K. 2004. «Moringa eed an Pumice as alternative natural materials for drinking watter treatment». KTH Land and Water Resorces Engineering.
- Hernández, E. 2005. «Evaluación Sensorial». UNAD. Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierias. Bogotá, Colombia.
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP. 2002. «Informe de Laboratorio sobre proteína y hierro de Moringa oleifera Lam». Laboratorio de composición de alimentos. Inf. No. 02-142. 1pp.
- Jansen, G. 1978. «Biological Evaluation of Protein Qualiyy. Food Techn. (12):52-56.
- Leiva, María. 2012. «Formulación de una propuesta de proyecto de seguridad alimentaria en el Municipio de San Agustín Acasaguastlán, Departamento El Progreso, Guatemala». *Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza*. Turrialba, Costa Rica.
- Liñán, Francisco. 2010. «Moringa oleífera, el árbol de la nutrición». *Revista de Ciencia y Salud virtual*. 2(1): 130-138.
- Lowell, J. «The Moringa Tree. A local solution for malnutrition». Dakar, Senegal. 17pp.
- Martin, Carlos. 2013. «Potenciales aplicaciones de Moringa oleífera. Una revisión crítica». *Revista Pastos y Forrajes*». 36(2): 137-149.
- Mendoza, M. *et al.* 2006. «Contenido de Lisina y Triptofano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal». *Revista Universidad y Ciencia*. 22(2): 153-161.
- Montejo, L. *et al.* 2012. «Efecto del nivel de inclusión de soya en la digestibilidad *in vitro* de la harina de piscidium de *Moringa oleífera*». *Revista Pastos y Forrajes*. 35(2).

- Olson, Mark. Fahey, Jed. 2011. «Moringa oleífera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas». *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82(4): 1071-1082.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO-. 1982. «Especies Frutales Forestales». FAO library. Estudio FAO: Montes. 100-102pp.
- Pinheiro, Paulo. *et al.* 2008. «*Moringa oleífera*: bioactive compounds and nutritional potential». *Revista de Nutrición*. 121(4).
- Ruballos, Javier. Ruiz, Laura. 2012. «Propuesta de mejora del sistema de aseguramiento de calidad de una empresa productora de harina de trigo». Trabajo de Graduación. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Sadzawka, Angélica. *et al.* 2007. «Métodos de análisis de tejidos vegetales». 2da edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago de Chile, Chile.
- Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional -SESAN-. 2008. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Decreto 32-2005. Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Guatemala.
- Srikanth, S. Mangala, S. Subrahmanyam. 2014. «Improvement of protein energy malnutrition by nutritional intervention with *Moringa oleífera* among Anganwadi children in rural area in Bangalore, India». *International Journal of Scientific Study*. 2(1): 32-24
- Valdés, Andrea. *et al.* 2013. «Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleífera* Lam. en diferentes sustratos». *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*. 2(2): 66-70.
- Velásquez, E. *et al.* 2002. «Perfil de la pobreza en Guatemala». Programa de Mejoramiento de las Encuestas de Condiciones de Vida -MECOVI-. Instituto Nacional de Estadística -INE-. Guatemala, Guatemala.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1. Consentimiento informado

Consentimiento informado estudio: Uso de *Moringa oleífera* para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo.

#### Consentimiento informado

##### 1. Introducción y propósito del estudio

En nuestro país actualmente ha ido incrementando el interés por el estudio de las propiedades de la *Moringa oleífera* ya que se trata de un alimento vegetal con alto valor nutritivo y debido a que la planta se adapta muy bien a suelos con poca actividad biológica, se trata de un alimento de fácil alcance para la población guatemalteca. Su alto contenido proteico (más del 25%) la convierte en una buena fuente alimentaria y energética, se sabe que al combinar proteínas de origen vegetal se obtiene una proteína de alto valor biológico como las de tipo animal, esto solo si las proporciones en que son mezcladas son las adecuadas.

El propósito del estudio es obtener una harina con alto valor nutritivo a partir de mezclas vegetales, utilizando *Moringa oleífera* como base y mezclándola con maíz para la primera harina y con trigo para la segunda.

##### 2. Descripción

El estudio se llevará a cabo durante los meses de mayo a junio de 2015, todos los análisis y pruebas sensoriales serán realizados dentro de las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. El estudio se compone de cuatro fases, siendo la primera fase la de análisis químico la cual se realizará con el objetivo de conocer el contenido de macronutrientes y las proporciones de los mismos en cada una de las harinas; la segunda fase corresponde a el análisis sensorial, el cual será llevado a cabo tomando una muestra de 100 personas para que formen parte del panel y se pueda determinar que harina es la que tiene la mayor aceptación, para ésto se utilizará la preparación de mini tortillas y mini panqueques.

La tercera fase consistirá en realizar el etiquetado nutricional del producto seleccionado por la mayoría de los panelistas y la última fase consistirá en la estructuración de un recetario el cual servirá de guía para la correcta utilización y prelación del producto.

### 3. Riesgos y beneficios

Usted está en la libertad de participar en este estudio. Los riesgos de participar en este estudio son nulos, sin embargo usted puede beneficiarse de forma directa ya que los resultados de este estudio servirán para la producción de una harina de alto valor nutritivo la cual usted podrá utilizar para mejorar su estado nutricional y darle un aporte extra de vitaminas y minerales a su alimentación diaria.

### 4. Confidencialidad

La información de este estudio será confidencial, su nombre no se tomará en cuenta ya que se utilizarán números para identificar a cada uno de los participantes. La información que usted nos dé será de tipo confidencial y únicamente será utilizada para fines de este estudio.

### 5. Costo/Pago

La participación en este estudio es gratuita y todo el material a utilizar durante la prueba sensorial se le proveerá sin ningún costo.

### 6. Derecho de retirarse

Su participación en este estudio es completamente voluntaria y aun después de haber aceptado participar usted se encuentra en todo su derecho de retirarse del estudio en el momento que lo crea conveniente. Al firmar este consentimiento informado usted no está teniendo ninguna relación con las leyes del país ni su firma implicará pérdida de los derechos individuales.

### 7. Personas para contactar

Si usted tiene más preguntas acerca del proyecto, puede contactar a la licenciada Ana Silvia de Colmenares asesora principal del estudio cuyo correo es [asruiz@uvg.edu.gt](mailto:asruiz@uvg.edu.gt). Así mismo, puede contactarse con mi persona, María Ximena Fernández co-investigadora del estudio, mi correo es [ximeferan@gmail.com](mailto:ximeferan@gmail.com) y con mucho gusto todas sus dudas serán resueltas.

### 8. Convenio de participación

La explicación anterior del proyecto de estudio fue leída por: \_\_\_\_\_ y cualquier duda que tuve o cualquier pregunta que realice me fue debidamente respondida.

Yo, \_\_\_\_\_ voluntariamente, decido participar en este proyecto.

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del investigador/tesista: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Guía para realización de grupo focal con estudiantes del curso de Análisis Sensorial de Alimentos

### GUÍA 10

#### Grupo focal y perfil sensorial de mini panqueques de Moringa

##### Introducción

La *Moringa oleífera* es un árbol originario del sur del Himalaya pero actualmente se encuentra ampliamente distribuido por diferentes partes del mundo. A lo largo del tiempo a la planta se le han atribuido múltiples propiedades y una de las más destacadas es la de ser un alimento con un alto valor nutritivo que se puede adaptar fácilmente a la alimentación humana, por lo que actualmente se han desarrollado una gran cantidad de productos hechos a base de esta planta siendo de los más comunes las harinas a partir de diferentes partes de la planta (Pinheiro, 2008).

La investigadora pretende formular una mezcla de harina de *Moringa oleífera* con trigo y harina de *Moringa oleífera* con maíz con el fin de elaborar una harina con proteína vegetal de alto valor biológico y un alto valor nutricional a partir de mezclas vegetales, la base de ambas harinas será la *Moringa oleífera* ya que es un alimento completo y de fácil obtención en el país. Este producto puede ser utilizado en un futuro para la preparación de alimentos dirigidos a la recuperación nutricional de niños que sufren de desnutrición aguda mayores de un año, así como para la preparación de diferentes tipos de alimentos altamente nutritivos.

Esta práctica se realizará como parte de la metodología utilizada en el proyecto de investigación para la formulación de ambos tipos de harinas a base de *Moringa oleífera*, donde las harinas de trigo y de maíz serán sustituidas en una proporción del 5, 10, y 15% por harina *Moringa oleífera*. La investigadora está interesada en conocer la opinión de un grupo focal formado por panelistas entrenados en el curso de Análisis Sensorial de Alimentos que se imparte en la UVG. Los atributos que se evaluarán son: color, olor, sabor y textura.

Las preparaciones escogidas para realizar la prueba fueron mini tortillas para la harina de Moringa oleífera con maíz y mini panqueques para la harina de Moringa oleífera con trigo, se decidió utilizar estas dos preparaciones ya que ambas se consumen con mucha frecuencia en el país y los panelistas que evaluarán los productos en el grupo focal podrán identificarse con las mismas. También se decidió elegir las ya que las recetas de las dos son bastante simples y no cuentan con elementos que alterarán el sabor de la harina que es el producto que interesa evaluar.

##### Objetivos

- Identificar cuatro términos que se pueden usar para describir las preparaciones hechas a base de harina de maíz y harina de moringa; y harina trigo y harina de moringa con una sustitución del 5, 10, y 15% de harina de *Moringa oleífera*.
- Establecer el nivel de aceptabilidad que el panel le da a las muestras preparadas a base de harina de maíz y harina de moringa; y harina trigo y harina de moringa con una sustitución del 5, 10, y 15% de harina de *Moringa oleífera*.
- Determinar cuáles fueron las preparaciones hechas a base de harina de maíz y harina de moringa; y harina trigo y harina de moringa con una sustitución del 5, 10, y 15% de harina de *Moringa oleífera*, que fueron preferidas por el panel.

## Materiales y equipo

### A. Características de los panelistas

- Estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Ciencia de los Alimentos y de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala, que estén recibiendo el curso de Análisis Sensorial de los Alimentos.
- Edad: 19-25 años
- Sexo: Femenino y masculino

### B. Materiales para la prueba

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en la preparación de mini tortillas y mini panqueques

MINI TORTILLAS	MINI PANQUEQUES
Harina de <i>Moringa oleifera</i> y maíz (Sustitución del 5, 10, y 15%)	Harina de <i>Moringa oleifera</i> y trigo (Sustitución del 5, 10, y 15%)
Sal	Huevos
Agua	Leche
	Vainilla
	Azúcar

Cuadro 2. Material utilizado para la prueba de grupo focal

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Mini panqueques con sustitución del 5,10,15% con harina de <i>Moringa oleifera</i>	30 c/u
Mini tortillas con sustitución del 5,10,15% con harina de <i>Moringa oleifera</i>	30 c/u
Agua pura tibia	2 Lt

### C. Equipo para la prueba

Cuadro 3. Material utilizado para la prueba de grupo focal

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bandejas plásticas	20
Vasos térmicos	8
Rollo de papel encerado	1
Pichel de plástico	3
Marcador permanente	1
Vasos desechables de duroport de 4oz	27
Servilletas	30
Lápiz	20
Servilletas	50

## Metodología

### A. Personal que participa

Las personas que participaran en la dirección del panel son: el moderador quien es la responsable de realizar las preguntas con el fin de guiar la discusión, facilitar y aclarar las dudas que surjan en el proceso. Además participará el redactor que se encargará de llevar un registro de lo discutido en el grupo focal de modo de captar las opiniones importantes y más relevantes. También participará la investigadora quien al inicio explicará a los panelistas las características de su producto, sin emitir opiniones, ni tratar de cambiar las opiniones del panel. La investigadora intervendrá en la discusión únicamente si los panelistas le requieren que explique algo adicional.

### B. Preparación de las muestras

Se utilizarán tres tipos de mini panqueques y tres tipos de mini tortillas, todos preparados con diferentes porcentajes de sustitución con harina de *Moringa oleífera* (5, 10, y 15%), todas las muestras serán preparadas con un día de anticipación. El primer día de laboratorio se evaluarán las mini tortillas y en el segundo día se evaluarán los mini panqueques. Las muestras se presentarán al panel a temperatura ambiente. Las muestras serán colocadas en las bandejas minutos antes de que el grupo focal inicie.

### C. Presentación de las muestras

Los panelistas se reunirán en dos días diferentes y en dos grupos cada día, en el Laboratorio de Análisis Sensorial, salón E-106 de la Universidad del Valle de Guatemala.

En la primera parte los panelistas serán ubicados en los cubículos individuales para que evalúen las muestras, se pasarán las muestras una por una para reducir la comparación entre muestras. Todas las muestras se servirán en las bandejas sobre papel encerado el cual estará marcado con los números 101, 120 y 333 según corresponda. Los panelistas deberán escribir los descriptores que crea convenientes según el atributo que está siendo evaluado (color, olor y sabor). Se iniciará evaluando la muestra con el código 101 la cual corresponde a la preparación con el menor porcentaje de *Moringa oleífera* (5%), luego se evaluará la muestra 120 con el 10% de sustitución y por último la 333 que tendrá el mayor porcentaje de harina de *Moringa oleífera* (15%). El orden de evaluación de las muestras que se seguirá evitará que el sabor intenso de la muestra con el mayor porcentaje afecte la percepción de las otras.

Luego de probar las tres muestras podrán salir del Laboratorio y regresarán hasta que todos hayan terminado de evaluar las muestras. Seguidamente se realizará el grupo focal para lo cual los panelistas se ubicarán en la mesa sin separaciones para proceder a la discusión y llegar al consenso sobre los descriptores que son más adecuados para cada atributo.

Al finalizar la discusión se procederá con la guía de preguntas en donde los panelistas deberán responder y la redactora anotará las frecuencias correspondientes de cada una de las respuestas y los comentarios y sugerencias que expresen los panelistas. Las respuestas de los panelistas las irá anotando el redactor de forma que no se pierda ningún comentario. El redactor tendrá especial cuidado en no cambiar ningún comentario. Cada panelista encontrará en la mesa su bandeja con sus muestras y su boleta.

Al inicio de la guía de preguntas se dará a conocer a los panelistas de que se trata la investigación y que se desea lograr con la prueba, se resolverán las dudas que surjan y se hará la aclaración que es sumamente importante que todos expongan todos sus comentarios y opiniones aunque estos sean negativos, esto para evitar tener el error de benevolencia. A continuación la moderadora dará las instrucciones que deberán seguir durante la evaluación. El grupo focal se llevará a cabo a través de la discusión de las preguntas que contiene la guía y que hará el moderador, las preguntas son de respuestas abiertas.

Se iniciará evaluando la muestra 101 y que tendrá el menor porcentaje de harina de *Moringa oleífera* (5%), luego se continuará con la 120 (10%) y por último la 333 (15%). El orden de evaluación de las muestras que se seguirá evitara el error psicológico de contrastes, considerando que la muestra con el menor porcentaje de harina de *Moringa oleífera* presentará la mejor aceptación.

### **Análisis de datos**

1. Se agruparán los descriptores para cada atributo según su frecuencia y se determinaran los cuatro descriptores que el panel anotó con mayor frecuencia.
2. Para hacer la tabulación de datos se agruparán las respuestas que dio en panel a cada una de las preguntas según la frecuencia con la que fueron mencionadas. Se realizará lo mismo con los comentarios.
3. Las respuestas serán identificadas y tabuladas según la característica que haya sido analizada (color, olor y sabor), utilizando un cuadro de frecuencia.
4. El nivel de aceptabilidad de cada muestra será evaluado utilizando las respuestas obtenidas con una escala de 1 a 3 según el atributo evaluado y se utilizarán los comentarios para explicar la aceptabilidad que esta muestra.
5. Con las respuestas obtenidas se determinará que muestras son las que presentaron mejor nivel de aceptabilidad y se utilizarán los comentarios para explicar estos resultados.
6. Con las respuestas obtenidas, también se determinará que muestras son las que el panel prefirió y se utilizarán los comentarios para explicar estos resultados.

### **Bibliografía**

1. Heymann, H. Lawlees, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer, New York. 619 pp.
2. Moskowitz, H. *et al.* 2012. *Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development*. John Wiley & Sons, Iowa. 436 pp.
3. Montenegro, G. *et al.* 2008. *Implementación de un panel sensorial para mieles chilenas*. *Revista Ciencia de Investigación Agraria*. Santiago, Chile. 35(1):51-58. Consultada en línea el 13 de octubre de 2013. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v35n1/art05.pdf>

Anexo 3. Boleta para generar descriptores de mini panqueques y mini tortillas de harina de Moringa oleifera

Fecha: \_\_\_\_\_



**Boleta para generar descriptores de mini panqueques y mini tortillas de harina de *Moringa oleifera***

INSTRUCCIONES: A continuación se le presenta una muestra de mini panqueque. Pruebe la muestra y vaya definiendo los términos que mejor describen el mini panqueque tradicional. Siga el orden propuesto en esta boleta. Al terminar pase a la mesa de discusión y lleve consigo su muestra de mini panqueque, lápiz, vaso, servilleta y boleta.

**Lista general**

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<p>Atributos de color</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Atributos de olor</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Atributos de sabor</p> <hr style="border: 1px solid black;"/> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Atributos de color</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Atributos de olor</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Atributos de sabor</p> <hr style="border: 1px solid black;"/> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Atributos de color</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Atributos de olor</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Atributos de sabor</p> <hr style="border: 1px solid black;"/> <p>_____</p> <p>_____</p>

INSTRUCCIONES: En la mesa de discusión cada panelista deberá ir leyendo los términos seleccionados. Al escuchar cada término se irá preguntando quienes más lo usaron y se irá tomando nota de la frecuencia. Al llegar a un consenso con todos los atributos tomar nota de los que se van a utilizar y debe escribirlos en las líneas abajo teniendo cuidado de seguir el orden.

**Lista de términos seleccionados**

Atributos de color


Atributos de olor


Atributos de sabor


**Lista de términos seleccionados**

Atributos de color


Atributos de olor


Atributos de sabor


**Lista de términos seleccionados**

Atributos de color


Atributos de olor


Atributos de sabor


## Anexo 4. Guía de discusión del grupo focal

### **Guía de discusión grupo focal** **Mini panqueques con harina de *Moringa oleífera***

#### 1. Participantes

Estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Ciencia de los Alimentos y de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala, que estén recibiendo el curso de Análisis Sensorial de los Alimentos.

#### 2. Introducción

- Elección por consenso de los términos que se usarán como descriptores, según atributos.
- Presentación moderadora y redactora
- Breve descripción de la investigación y el objetivo del grupo focal, a cargo de la investigadora.
- Lectura de la guía de preguntas.

#### 3. Guía de preguntas

##### Atributos de color

1. ¿Qué tanto les gusta el color? En una escala de 1 a 3. Siendo 1 no me gusta, 2 ni me agrada ni me desagrada y 3 me gusta mucho
2. En apariencia general ¿qué muestra prefieren? ¿por qué?

##### Atributos de olor

1. ¿Qué olor esperarían para un producto de esta naturaleza?
2. ¿Qué tanto les gusta el olor? En una escala de 1 a 3. Siendo 1 no me gusta, 2 ni me agrada ni me desagrada y 3 me gusta mucho
3. En cuanto al olor, ¿qué muestra prefieren?

##### Atributos de sabor

1. ¿Perciben un sabor picante?
2. ¿Perciben un sabor amargo?
3. ¿Les gusta el sabor? De ser no, ¿por qué no?
4. ¿Qué tanto les agrada el sabor en una escala de 1 a 3?
5. En cuanto al sabor, ¿qué muestra prefieren?

##### Preferencia general del producto

En cuanto al producto en general ¿qué muestra prefiere? ¿por qué?

Cierre, agradecimiento por la participación, resumen de la discusión grupal y despedida.

## Anexo 5. Boleta para prueba de aceptabilidad y preferencia para mini panqueques y mini tortillas

Fecha: \_\_\_\_\_



Sexo: M \_\_\_ F \_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

**Boleta para prueba de aceptabilidad con escala hedónica y preferencia**

A continuación se le presentaran dos tipos de mini panqueques. De estas muestras se le solicita que evalúe el color, sabor y olor empezando por la que tiene a su izquierda. Indique el grado en el que le gusta o le disgusta cada una de las muestras seleccionando el puntaje en el cuadro 1 y colocándolo en el cuadro 2 para cada uno de los atributos indicados.

**Cuadro 1. Escala hedónica**

Puntaje	Descripción
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta un poco
6	Me gusta levemente
5	Ni me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta levemente
3	Me disgusta un poco
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

**Cuadro 2. Evaluación**

Atributo	Código
COLOR	
SABOR	
OLOR	

Atributo	Código
COLOR	
SABOR	
OLOR	

Indique cuál de las dos muestras de mini panqueque presentadas a continuación prefiere circulando el código que la identifique. Luego indique el porqué de su elección.

Código

Código

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Por qué?

---



---

Anexo 6. Tabla de prueba binomial de dos extremos para análisis de resultados de prueba de preferencia

**TABLA 7.2**  
**Prueba Binomial de Dos Extremos**  
**Probabilidad de X o más juicios concordantes en n pruebas (p = 1/2)**

X	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37						
6	629	312	062																																						
7		600	219	031																																					
8			453	125	016																																				
9				727	508	180	039	004																																	
10					754	549	244	106	021	002	001																														
11						774	549	277	080	011	008																														
12							386	146	039	006	003																														
13								651	287	092	022	013	002																												
14									424	180	057	013	004	001																											
15										807	302	118	035	007	004	001																									
16											454	210	077	021	049	013	002																								
17												629	332	143	049	013	006	001																							
18													481	238	096	031	008	004	001																						
19														648	359	167	064	019	004	001																					
20															503	283	115	041	012	003																					
21																664	383	199	078	027	007	001																			
22																	523	285	134	052	017	004	001																		
23																		832	378	186	078	027	007	001																	
24																			541	307	152	064	023	007	002																
25																				541	307	152	064	023	007	002															
26																					541	307	152	064	023	007	002														
27																						557	327	186	078	029	008	002	001												
28																							701	442	122	052	019	006	002	001											
29																								572	345	186	087	036	013	004	001										
30																									711	458	286	136	061	024	008	002	001								
31																										720	473	291	150	071	030	011	003	001							
32																											728	497	317	175	100	060	020	007	002	001					
33																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
34																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
35																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
36																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
37																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
38																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
39																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
40																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
41																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
42																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
43																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
44																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
45																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
46																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
47																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
48																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
49																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				
50																												728	497	317	175	100	060	020	007	002	001				

Nota: Se ha omitido la coma del decimal inicial.

## Anexo 7. Metodología detallada de análisis proximal

### Humedad

1. Pesar cápsula de aluminio en el que se depositará la muestra.
2. Pesar 2 gramos de muestra previamente homogenizada.
3. Colocar muestra en horno por 4 horas a 105°C.
4. Dejar enfriar la muestra por 2 horas.
5. Pesar nuevamente muestra más capsula de aluminio.

\*Cálculo de contenido de humedad

Ecuación 1. Cálculo del porcentaje de humedad en muestra

$$\% \text{ de Humedad} = \left( \frac{B - C}{A} \right) * 100$$

**A**= Peso de la muestra (g)

**B**= Peso de cápsula + muestra húmeda (g)

**C**= Peso de cápsula + muestra seca (g)

### Ceniza

1. Pesar crisol de porcelana.
2. Agregar al crisol previamente pesado 2g de muestra.
3. Quemar muestra en estufa bajo campana de extracción para evitar humo dentro de la mufla.
4. Colocar el crisol con muestra quemada en mufla a 600°C por 2 horas.
5. Dejar enfriar.
6. Pesar nuevamente el crisol conteniendo la ceniza.

\*Cálculo de contenido de ceniza

Ecuación 2. Cálculo del porcentaje de ceniza en muestra

$$\% \text{ de ceniza} = \left( \frac{B - C}{A} \right) * 100$$

**A**= Peso de la muestra (g)

**B**= Peso del crisol + ceniza(g)

**C**= Peso del crisol (g)

### Grasa

1. Pesar 8g de muestra en papel aluminio.
2. Trasladar los 8g de muestra a servilletas de papel para envolver la muestra, para montar en el equipo soxhlet.
3. Pesar beaker de equipo soxhlet.
4. Agregar solvente Hexano al beaker y sumergir la muestra (Fase de inmersión).
5. Dejar en fase Inmersión por 90 minutos.
6. Pasar a fase de lavado y dejar por 90 minutos más.
7. Una vez terminado el lavado pasar a fase de recuperación por 90 minutos más.
8. Pesar beaker con la grasas recuperada hasta que el solvente este totalmente evaporado.
9. No desechar la muestra desgrasada ya que puede utilizarle luego para la determinación de fibra cruda.

\*Cálculo de contenido de grasa

Ecuación 3. Cálculo del porcentaje de lípidos crudos en muestra

$$\% \text{ de Lípidos} = \left( \frac{B - A}{C} \right) * 100$$

**A**= Peso del matraz sin muestra (g)

**B**= Peso del matraz con grasa (g)

**C**= Peso de la muestra (g)

### Fibra cruda

1. Pesar 1g de muestra desgrasada y seca.
2. Colocar muestra en matraz y adicionar 200ml de solución de ácido sulfúrico y llevar a ebullición.
3. Llevar a ebullición por 30 minutos manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover partículas adheridas a las paredes de matraz.
4. Instalar embudo con manta y realizar lavados con agua destilada.
5. Recuperar toda la muestra de la manta y agregarla al matraz nuevamente.
6. Agregar 200ml de solución de NaOH al 1.25% y dejar ebullición.
7. Llevar a ebullición por 30 minutos y moviendo periódicamente el matraz para remover partículas adheridas a las paredes de matraz.
8. Instalar embudo con manta y realizar lavados con agua destilada.
9. Recuperar toda la muestra de la manta y agregarla a crisoles previamente pesados.
10. Dejar secar la muestra en el horno.
11. Pesar crisoles más muestra seca.
12. Dejar crisoles en la mufla por 2 horas a 550°C.

13. Dejar enfriar.
14. Pesaje final de muestra.

Calculo de contenido de fibra cruda

Ecuación 4. Cálculo del porcentaje de fibra cruda en muestra

$$\% \text{ de fibra cruda} = 100 * \left( \frac{A - B}{C} \right)$$

**A**= Peso del crisol con residuo seco (g)

**B**= Peso del crisol con ceniza (g)

**C**= Peso de la muestra (g)

#### Análisis de proteínas Kjeldahl

Preparación de la muestra:

1. Homogenizar adecuadamente la muestra
2. Pesar 0.25 gramos de muestra.

Procedimiento:

1. Añadir a un balón la muestra.
2. Al balón agregarle 6mL de ácido sulfúrico al 97% y media pastilla del catalizador Kjeldahl, poner en el equipo para que se realice la digestión, la muestra se pondrá de primero de color café, luego amarillo verdoso, y luego transparente. Cuando se encuentre transparente se retira. Dejar enfriar.
3. Agregar a Erlenmeyer 10ml de ácido bórico al 4% con indicador de rojo de metil.
4. Agregar al balón 20mL de NaOH y realizar una destilación por 20 min. Caerá en el Erlenmeyer anteriormente preparado.
5. Luego de destilar, lo que quedó en el ácido bórico titularlo con HCl, es importante saber la normalidad de la solución de HCL ya que será utilizada en el cálculo.

\*Cálculo de Nitrógeno en la muestra

Ecuación 5. Determinación de gramos de nitrógeno en 100g de muestra

$$g \text{ de } N_2 = [(V * 0.014) * N] * 100 = \frac{x}{P_0}$$

**N** = Normalidad del ácido de valoración

**V** = Volumen de ácido consumido

**0.014** = Peso atómico del nitrógeno

**P0**: Peso de la muestra (g)

Cálculo de % de proteína en la muestra

Ecuación 6. Determinación de porcentaje de proteína a partir de gramos de nitrógeno.

$$\% \text{ de Proteina} = P_2 * F$$

**P2**: Nitrógeno (g).

**F**: Factor proteínico 6.25

## Anexo 8. Metodología detallada de Bioensayo NPR

### Bioensayo NPR (Razón Proteica Neta)

#### Selección de la muestra:

1. Seleccionar 24 roedores en total (12 machos y 12 hembras), estructurar 4 grupos de 6 roedores, cuidando que en cada grupo queden tres de cada sexo con edad y peso similar (40 a 50 gramos).

#### Procedimiento:

1. El primer grupo de roedores fue alimentado con Caseína (Leche descremada en polvo).
2. El segundo grupo de roedores fue alimentado con la harina de *Moringa oleífera* con trigo con concentración del 5%.
3. El tercer grupo de roedores fue alimentado con la harina de *Moringa oleífera* con maíz con concentración del 5%.
4. El cuarto grupo de roedores tuvo una dieta libre de Nitrógeno con fécula de maíz.
5. El periodo de alimentación de todos los grupos fue de 15 días en total, contabilizando peso y cantidad de alimento y excremento de cada uno de los grupos en tres mediciones.

#### \*Cálculo de Razón Neta de Proteína

$$\text{NPR} = \frac{\text{Weight gain of TPG} - \text{Weight loss of NPG}}{\text{Weight of protein consumed}} \quad (\text{Bender, 2011}).$$

Siendo TGP el grupo que fue alimentado con proteína y NPG el grupo que no tuvo proteína en su alimentación (Bender, 2011).

Anexo 9. Porcentajes obtenidos en análisis proximal y kjeldahl del contenido nutricional para muestras de harina de *Moringa oleífera* con maíz y *Moringa oleífera* con trigo y materias primas.

MUESTRA		HUMEDAD	CENIZAS	GRASA	FIBRA	KJELDAHL
<i>Moringa oleífera</i> con Maíz	M1	9.84%	1.50%	3.61%	0.58%	10.12%
	M2	9.89%	1.70%	3.61%	0.76%	9.20%
<i>Moringa oleífera</i> con Trigo	T1	10.86%	0.35%	1.39%	0.17%	13.15%
	T2	11.04%	0.89%	1.26%	0.16%	14.33%
<i>Moringa oleífera</i> molida		6.24%	8.34%	3.95%	5.63%	27.50%
Harina Maseca®		9.60%	1.28%	3.63%	0.37%	7.97%
Harina Gold Medal®		10.66%	0.56%	1.29%	0.17%	12.99%

## Anexo 10. Ganancia de peso por semana para dietas 1, 2, 3 y 4

DIETA 1			DIETA 2		
No. Rata	Ganancia de peso		No. Rata	Ganancia de peso	
	Semana 1	Semana 2		Semana 1	Semana 2
1	11	15	1	9	14
2	5	13	2	5	10
3	7	11	3	8	13
4	5	15	4	7	16
5	7	7	5	3	12
6	8	14	6	5	12
Promedio	7.17	12.50	Promedio	6.17	12.83
DS	2.23	3.08	DS	2.23	2.04

DIETA 3			DIETA 4		
No. Rata	Ganancia de peso		No. Rata	Ganancia de peso	
	Semana 1	Semana 2		Semana 1	Semana 2
1	33	49	1	-5	-2
2	37	38	2	-5	-2
3	39	42	3	-5	-1
4	31	27	4	-8	-1
5	34	34	5	-8	0
6	34	34	6	-8	-1
Promedio	34.67	37.33	Promedio	-6.50	-1.17
DS	2.88	7.58	DS	1.64	0.75

## Anexo 11. Peso de heces húmedas y secas para dietas 1, 2,3 y 4

Dieta 1			Dieta 2		
No. Rata	húmedo	peso seco	No. Rata	húmedo	peso seco
1	7.7731	6.1129	1	2.9916	2.4169
2	5.153	4.1762	2	3.2577	2.68
3	3.9592	3.2728	3	5.4316	3.2571
4	6.1695	4.9557	4	4.1399	3.009
5	5.2339	4.355	5	4.0998	3.9266
6	5.543	4.6621	6	3.0894	2.4988

Dieta 3			Dieta 4		
No. Rata	húmedo	peso seco	No. Rata	húmedo	peso seco
1	8.008	5.6	1	1.1862	0.9886
2	8.2665	6.6636	2	1.071	0.8269
3	6.1888	3.9696	3	1.1679	0.9015
4	5.2271	4.3338	4	1.1971	1.0046
5	4.8214	5.2042	5	1.355	1.1291
6	6.3058	4.933	6	1.0021	0.7884

## Anexo 12. Digestibilidad de Nitrógeno verdadero para dietas 1, 2 y 3

Dieta 1						
No. Rata	Alimento	Nitrógeno ingerido	Peso seco heces	Nitrógeno fecal	Nitrógeno endógeno	DV
	ingerido (g)					
1	83	1.2865	6.1129	0.17482894	0.0179	87.8018702
2	58	0.899	4.1762	0.11943932	0.0179	88.7053037
3	53	0.8215	3.2728	0.09360208	0.0179	90.7848959
4	65	1.0075	4.9557	0.14173302	0.0179	87.7088814
5	53	0.8215	4.355	0.124553	0.0179	87.0172855
6	61	0.9455	4.6621	0.13333606	0.0179	87.7910037
Promedio		0.963583333		0.13124874		88.3015401
DS		0.173825895		0.02688895		1.32973328

Dieta 2						
No. Rata	Alimento	Nitrógeno ingerido	Peso seco heces	Nitrógeno fecal	Nitrógeno endógeno	DV
	ingerido (g)					
1	65	1.4365	2.4169	0.09329234	0.0179	94.7516645
2	47	1.0387	2.68	0.103448	0.0179	91.7639357
3	58	1.2818	3.2571	0.12572406	0.0179	91.5880746
4	68	1.5028	3.009	0.1161474	0.0179	93.4623769
5	58	1.2818	3.9266	0.15156676	0.0179	89.5719488
6	53	1.1713	2.4988	0.09645368	0.0179	93.293462
Promedio		1.285483333		0.11443871		92.4052437
DS		0.169705361		0.0219098		1.81762229

Dieta 3						
No. Rata	Alimento	Nitrógeno ingerido	Peso seco heces	Nitrógeno fecal	Nitrógeno endógeno	DV
	ingerido (g)					
1	110	2.013	5.6	0.20552	0.0179	90.6795827
2	102	1.8666	6.6636	0.24455412	0.0179	87.8573813
3	102	1.8666	3.9696	0.14568432	0.0179	93.1541669
4	90	1.647	4.3338	0.15905046	0.0179	91.4298446
5	91	1.6653	5.2042	0.19099414	0.0179	89.6058284
6	89	1.6287	4.933	0.1810411	0.0179	89.9833548
Promedio		1.7812		0.18780736		90.4516931
DS		0.156854238		0.03518858		1.78758833

Anexo 13. Análisis de varianza de un factor con respecto a la digestibilidad de nitrógeno verdadera para dietas 1,2 y 3.

Análisis de varianza de un factor						
<b>RESUMEN</b>						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dieta 1, Moringa oleifera-Maíz	6	529.8092403	88.30154005	1.76819059		
Dieta 2, Moringa oleifera-Trigo	6	554.4314624	92.40524374	3.30375077		
Dieta 3, Leche en polvo (Caseína)	6	542.7101587	90.45169312	3.19547204		
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	50.55980425	2	25.27990212	9.17332939	0.002499148	3.682320344
Dentro de los grupos	41.337067	15	2.755804467			
<b>Total</b>	<b>91.89687125</b>	<b>17</b>				

Anexo 14. Análisis de varianza de un factor con respecto a la digestibilidad de nitrógeno verdadera para dietas 1 y 2.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dieta 1, Moringa oleifera-Maíz	6	529.8092403	88.30154005	1.768190587		
Dieta 2, Moringa oleifera-Trigo	6	554.4314624	92.40524374	3.303750775		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	50.52115172	1	50.52115172	19.92182011	0.001209761	4.964602744
Dentro de los grupos	25.35970681	10	2.535970681			
Total	75.88085853	11				

## Anexo 15. Razón de Proteína Neta (NPR) para dietas 1, 2 y 3

Dieta 1: <i>Moringa oleifera</i> con maíz				
No. Rata	Aumento de Peso (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida	(NPR)
1	26	140	13.524	1.36
2	18	104	10.0464	1.03
3	18	97	9.3702	1.10
4	20	113	10.9158	1.13
5	14	97	9.3702	0.68
6	22	106	10.2396	1.40
Promedio	19.66666667	109.5	10.5777	1.116060039
DS	4.082482905	16.10900369	1.5561298	0.260582957

Dieta 2: <i>Moringa oleifera</i> con trigo				
No. Rata	Aumento de Peso (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida	(NPR)
1	23	110	15.114	1.01
2	15	92	12.6408	0.58
3	21	100	13.74	0.97
4	23	122	16.7628	0.92
5	15	101	13.8774	0.53
6	17	95	13.053	0.72
Promedio	19	103.3333333	14.198	0.787680635
DS	3.464101615	10.06092552	1.3823712	0.189946751

Dieta 3 : Control leche				
No. Rata	Aumento de Peso (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida	NPR
1	82	183	20.862	3.563416739
2	75	175	19.95	3.375438596
3	81	176	20.064	3.65530303
4	58	161	18.354	2.742726381
5	68	160	18.24	3.308114035
6	68	163	18.582	3.247228501
Promedio	72	169.6666667	19.342	3.315371214
DS	8.346656017	8.749603166	0.9974548	0.292491172

Anexo 16. Análisis de varianza de un factor con respecto a la razón de proteína neta para dietas 1, 2 y 3.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dieta 1, Moringa oleifera-Maiz	6	6.696360233	1.116060039	0.06790348		
Dieta 2, Moringa oleifera-Trigo	6	4.726083813	0.787680635	0.04329572		
Dieta 3, Leche en polvo (Caseina)	6	19.89222728	3.315371214	0.1026613		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	22.66804467	2	11.33402234	158.991804	0.00000000080	3.682320344
Dentro de los grupos	1.069302508	15	0.071286834			
Total	23.73734718	17				

Anexo 17. Análisis de varianza de un factor con respecto a la razón de proteína neta para dietas 1 y 2.

Análisis de varianza de un factor						
<b>RESUMEN</b>						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dieta 1, Moringa oleifera-Maíz	6	6.696360233	1.116060039	0.067903477		
Dieta 2, Moringa oleifera-Trigo	6	4.726083813	0.787680635	0.043295722		
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.323499098	1	0.323499098	5.818371002	0.036550059	4.964602744
Dentro de los grupos	0.555995995	10	0.0555996			
<b>Total</b>	<b>0.879495093</b>	<b>11</b>				

## Anexo 18. Etiqueta nutricional del producto

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño de porción: ¼ de taza (30g)		
Porciones por empaque: 15		
Cantidad por porción		
<b>Calorías</b>		112
Calorías provenientes de grasa:		11
<b>% Valor diario</b>		
<b>Grasa total</b> 0.3g		0.4%
<b>Colesterol</b> 0g		0%
<b>Sodio</b> 0g		0%
<b>Carbohidratos totales</b> 14.7g		6%
Fibra dietética 0.2g		
Azúcares 0g		0%
<b>Proteína</b> 0.9g		1.2%
* Los valores porcentuales diarios están basados en una dieta de 2000 cal.		

## Anexo 19. Recetario del producto



# Preparaciones saladas

## Quesadillas

Porciones: 2  
Kcal: 177 kcal  
Proteína: 9g

### Ingredientes

2 tz de Morina®  
1 ½ tz agua  
½ Cta de sal  
360 gramos queso panela

### Preparación

- En un recipiente limpio combinar Morina®, la sal y el agua. Amasar hasta sentir una textura tersa y suave. Si se tiene disponible se puede utilizar una máquina para hacer tortillas, sino hacer bolitas y aplanarlas hasta lograr una tortilla delgada.
- En una plancha o en un comal caliente y ligeramente bañizado con aceite, cocer las tortillas de cada lado. Colocar en estas rebanadas de queso panela y dejar que se derreta el queso.

Morina

## Tortitas de papa

Porciones: 5-10  
Kcal: 446-223 kcal  
Proteína: 14-7g

### Ingredientes

1 ½ tz de Morina®  
2 ½ tz de Puré de papa  
1 Cda Cebolla en Polvo  
¼ tz de Queso Mozarella  
1 Cda Consomé de Pollo  
1 Huevo  
½ lb jamon picado  
½ lb queso crema

### Preparación

- En un recipiente limpio colocar el puré de papa, la cebolla en polvo, el queso rallado, el consomé de pollo en polvo, el huevo y ½ tz de Morina® incorporar todos los ingredientes hasta obtener una masa suave y homogénea.
- Dividir esta masa en pequeñas bolitas, en cada una de las bolitas colocar en el centro un poco del jamón y queso crema, y cerrar la bolita.
- Darles forma ovalada ligeramente aplastada y ponerlas sobre un plato con ½ tz de Morina® para empanizar.
- En una olla limpia calentar el aceite para freír. Meter las tortitas de papa una por una, procurando que no se peguen entre sí, freír hasta que las tortitas tengan un color dorado claro.

Morina

## Chips caseros

Porciones:  
10 de 8 nachos  
Kcal: 60 kcal  
Proteína: 3g

### Ingredientes

2 tz de Morina®  
1 ½ tz agua  
½ Cta de sal

### Preparación

- En un tazón profundo agregar la Morina®, la sal y el agua, amasar hasta que no se pegue en las manos.
- Hacer pequeñas bolitas de tamaño similares para formar tortillas delgadas, colocarlas en un comal o en una plancha con una ligera capa de aceite, retirarlas cuando estén cocidas y cortarlas en triángulos.
- Colocar los triángulos en una bandeja y recubrirlas con un poco de aceite para evitar que se resequen y se peguen, hornear por 20 minutos a 115°C.

Morina

## Tamalitos

Porciones: 24  
Kcal: 133 kcal  
Proteína: 1g

### Ingredientes

- 4 tz de Marina®
- 4 tz de Agua
- 1 tz de mantequilla derretida
- ½ tz Manteca de Cerdo
- Sal al gusto
- Hojas de maíz para envolver

### Preparación

- Agregar todos los ingredientes en un recipiente y amasar hasta que todo esté completamente integrado en una masa homogénea.
- Agregar 2 cucharadas de la masa preparada a hojas de maíz previamente hervidas y envolver.
- Cocer al vapor cuidando que no se escape de la olla para evitar la evaporación del líquido, dejar cocinar por 60 minutos.

Morina

## Masa para pie

Porciones: 5-6  
Kcal: 218 kcal  
Proteína: 1g-4g

### Ingredientes

- 4½ tz de Marina®
- 2 Ctas sal
- 2 Cds azúcar
- 6 claras de huevo
- 2/3 tz leche
- 2 tz de mantequilla

### Preparación

- Con la mano mezclar la Marina®, la sal y el azúcar con la mantequilla hasta que la mantecquilla se incorpore y se obtenga una textura de masa de galleta.
- Agregar las claras de huevo y amasar mientras se va agregando la leche poco a poco, seguir amasando hasta tener una masa homogénea. Apartar y refrigerar por una hora.
- Precalentar el horno a 170°C.
- Usando un rodillo estender la masa hasta un medio centímetro de grosor, colocarla sobre un molde de pie previamente engrasado y ponerle el relleno de su preferencia. Con la masa restante tapar el pie y realizar pequeñas perforaciones con un tenedor para liberar el vapor al momento de la cocción.
- Por último hornear la tapa del pie con un huevo batido para darle brillo y hornear de 40 a 50 minutos.

Morina

# Preparaciones dulces

Morina

## Galletas cítricas

Porciones: 20  
Kcal: 45 kcal  
Proteína: 0.5g

### Ingredientes

- 2 tz de Marina®
- 1 huevo
- 1 ½ barra de margarina vegetal (150g)
- 1 tz de azúcar glass
- Ralladura de la cáscara de una naranja
- 3 Cds de zumo de naranja (opcional)
- Coco rallado (opcional)

### Preparación

- Dejar la margarina vegetal ablandar a temperatura ambiente, batir en un bol la margarina hasta lograr la consistencia de crema.
- Agregar el azúcar poco a poco y seguir batiendo, luego agregar la ralladura de naranja y el zumo de naranja (opcional), agregar el huevo y seguir batiendo hasta que esté toda mezclada.
- Agregar poco a poco la Marina® hasta tener una masa que utilizar una paleta y poder hacer pequeñas bolitas, colocarlas en una bandeja y aplastar con un tenedor, espolvorear con coco, ralladura de naranja o azúcar.
- Precalentar el horno a 180°C y hornear por 10 a 15 minutos o hasta que estén doradas.
- Dejar enfriar antes de consumirlas.

Morina

## Pan de Maíz

Porciones: 20  
Kcal: 288 kcal  
Proteína: 7g

### Ingredientes

- 2 tz de Morina®
- 6 huevos
- 1 ½ tz de azúcar
- 1 lata pequeña de leche condensada
- 2 Cds. de polvo de hornear
- 3 tz crema
- 1 tz queso Ricotta
- 1 Cda de aceite de maíz

### Preparación

- Mezclar en un recipiente Morina® con los huevos hasta lograr una mezcla espesa homogénea, en otro recipiente mezclar todos los ingredientes restantes, una vez obtenidas las dos mezclas homogéneas unirlos y pasarlos por un colador para eliminar cualquier gruma.
- Engrasar molde para evitar que la preparación se adhiera y hornear por una hora a 130°C, esperar a que se enfríe para desmoldar.

**Morina**

## Panqueques con fruta

Porciones: 20  
Kcal: 127 kcal  
Proteína: 2g

### Ingredientes

- 2 tz de Morina®
- 4 huevos
- 1 ½ tz azúcar
- 2 Cds polvo de hornear
- ¼ tz mantequilla derretida
- ½ tz de fruta a elección
- 1 ½ tz leche

### Preparación

- En un recipiente grande mezclar todos los ingredientes hasta obtener una textura homogénea, agregar la fruta a elección e incorporar a toda la mezcla.
- Utilizar un sartén anti adherente y agregar la mezcla en las porciones deseadas, retirar el panqueque hasta que esté completamente cocido.

**Morina**

## Cupcakes de piña y coco

Porciones: 20  
Kcal: 224 kcal  
Proteína: 7g

### Ingredientes

- 2 tz de Morina®
- 1 tz de mermelada de piña
- ¼ tz Azúcar
- 1 ¼ tz Leche
- ¼ tz Yogurt natural light
- ¾ Taza Leche de coco
- 3 Yemas de huevo
- 3 Claras de huevo
- 3 Cds Margarina derretida
- 2 Cds Polvo para hornear

### Preparación

- Precalentar el horno a 180°C. Batir 3 yemas de huevo con el azúcar y la mermelada hasta que estén espesas y formar bolitas al separar la batidora, reservar para después.
- Batir las 3 claras de huevo a punto de turrón y reservar para después en el refrigerador.
- Mezclar muy bien con la batidora la Morina®, el polvo para hornear, la leche de coco, el yogurt y la leche una vez mezclados correctamente, incorporar de forma ordenada las yemas y después incorporar las claras preparadas al inicio.
- Rellenar con esta mezcla el molde para muffin a la mitad, poner una cucharada de mermelada de piña, y terminar de llenar las espacios del molde con la mezcla.
- Tapar con papel aluminio y hornear a baño maría de 30 a 40 minutos.

**Morina**

## Atol con fruta

Porciones: 8  
Kcal: 138 kcal  
Proteína: 4g

### Ingredientes

- 1 tz de Morina®
- ½ litro de leche
- 2 tz de fresas o fruta a elección
- 1 litro de agua
- 2/3 tz de azúcar, o al gusto

### Preparación

- Disolver la Morina® en la leche fría.
- Lavar las fresas y machacárlas con una taza de agua.
- Ponerlas junto con el azúcar y el resto del agua a hervir sin dejar de mover durante 5 minutos.
- Agregar la mezcla de Morina® y dejar hervir por 10 minutos a fuego lento moviendo constantemente.
- Servir caliente.

**Morina**

Anexo 20. Lista de Cotejo para determinación de Aplicabilidad de Regulaciones para investigación con sujetos humanos

**Lista de Cotejo**

**Determinación de Aplicabilidad de Regulaciones para  
Investigación con Sujetos Humanos**

**Información del Protocolo**

**Título:** Uso de *Moringa oleífera* para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo

**Investigador Principal (asesor del proyecto):** Licenciada Ana Silvia Colmenares

**Co-investigador (estudiante):** María Ximena Fernández Andrino

**Fecha de entrega:** PENDIENTE

Señor director- Utilice este formulario para determinar si un protocolo es o no investigación; si es investigación, si involucra o no participantes humanos. Antes de completarlo asegúrese que el investigador principal (profesional, catedrático o estudiante) esté involucrado directamente en el estudio, esto es, si (1) interactúa o tiene contacto con los sujetos humanos con propósitos de investigación y/o (2) colecta, obtiene, estudia, analiza o utiliza de alguna forma la información identificable o especímenes con motivos de investigación.

Un estudio es considerado para aprobación rápida cuando no se involucra poblaciones vulnerables. Se define una población vulnerable cuando: 1. Se trata de una población vulnerable (personas con VIH, mujeres embarazadas, lactantes, niños, presos, ancianos). 2. Se recolecta información sensible (estatus de VIH, pruebas genéticas o una condición que puede causar un daño social o cultural) 3. Se recolectan pruebas utilizando métodos invasivos (colecta de sangre y otros procedimientos)

	Pregunta	Resolución	
		Sí	No
1	<p>¿Es la actividad una investigación sistemática, incluyendo el desarrollo de la investigación, pruebas y evaluación, destinada a desarrollar o contribuir al conocimiento generalizable<sup>1</sup>?</p> <p>Se entiende por <i>investigación sistemática</i> toda actividad que involucra la recolección metódica de datos y/o muestras biológicas y el análisis de los mismos con la finalidad de responder a una pregunta de investigación<sup>2</sup>.</p> <p><i>Conocimiento generalizable.</i> Las actividades que están diseñadas para desarrollar o contribuir al conocimiento generalizable son todas aquellas planteadas para producir conclusiones generales, aportar información de utilidad para la elaboración o modificación de políticas, o generalizar hallazgos más allá de un individuo o programa interno (por ejemplo, publicaciones o presentaciones)<sup>3</sup>.</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<p>¿La actividad involucra sujetos humanos? Se entiende por sujeto humano todo individuo vivo de quien un investigador (profesional o estudiante) que realiza una investigación obtiene:</p> <p>A. Datos mediante intervención o interacción</p> <p>i. Intervención: que incluye (1) procedimientos físicos por medio de los cuales se recolectan datos y (2) manipulación del sujeto o participante, o su ambiente con propósitos de investigación<sup>1</sup></p> <p>ii. Interacción: que incluye la comunicación o contacto interpersonal entre el investigador y el sujeto o participante<sup>1</sup>.</p> <p>B. Información privada identificable, definida como información acerca del comportamiento que ocurre en un contexto en el cual el individuo no espera que se esté observando o registrando, e información que el individuo ha proporcionado para un propósito específico y la cual espera no se haga pública. Para que la información obtenida sea considerada como privada debe ser individualmente identificable, esto es, que la identidad del sujeto pueda ser comprobada por el investigador o asociada con la información<sup>1</sup>.</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Nota:** El estudio es exento por el comité de ética si es un estudio: <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Código de Regulaciones Federales para la protección de sujetos humanos, Institutos Nacionales de Salud, EEUU

<sup>2</sup> Adaptado de The Human Research Protection Program, Universidad de California, San Francisco

<sup>3</sup> Adaptado de Office of the Human Research Protection Program, Universidad de California, Los Ángeles

<sup>4</sup> <http://www.hhs.gov/ohrp/humansubjects/guidance/45cfr46.html>

1. De la degustación de alimentos (sabor y/o calidad) por parte del consumidor cuando son:
  - a. Alimentos sanos, sin aditivos
  - b. Cuando no existe riesgo ninguno al consumirlo; es un alimento comprobado por el FDA o su contraparte en Guatemala para tener ingredientes en concentraciones inferiores a los que causan riesgos a la salud. Averiguar si estos alimentos son inocuos y agregarlo en la metodología.
2. Investigación de muestras, documentos, datos, muestras patológicas que están proporcionados al investigador de una forma pública o en una forma en que no es posible identificar los sujetos.
3. Otros, ver documento :  
<http://www.hhs.gov/ohrp/archive/espanol/45cfr46.html>

Anexo 21. Veredicto de aprobación de proyecto para Comité de Ética de la Facultad de Ciencias y Humanidades



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

11 calle 15-79, Zona 15 V.H III  
Apartado Postal No. 82,01901  
Guatemala, Guatemala, C.A.

PBX 2368 0791 al 95  
Tels: 2364 0336 al 40  
2364 0492 al 97  
FAX (502) 2364 0212  
www.uvg.edu.gt

COMITÉ DE ETICA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

No. protocolo	NUT-004-Febrero 2015
---------------	----------------------

**A:** MSc. Ana Silvia C. de Ruíz, Investigador Principal  
María Ximena Fernández Andrino, Co-Investigador Principal

**DE:** Dr. Efeego Rolando López García  
Presidente  
Comité de Ética  
Facultad de Ciencias y Humanidades

**FECHA:** 4 de mayo de 2015.

**ASUNTO:** Trabajo de Investigación: **Uso de Moringa oleífera para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo.**

**VEREDICTO:** APROBADO

El Comité de Ética de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la UVG ha revisado y aprobado el protocolo arriba indicado. Se le recuerda que el comité debe revisar y aprobar todos protocolos de investigación que utilicen la experimentación biomédica en seres humanos, en intervalos apropiados y de acuerdo al nivel de riesgo, por lo menos una vez al año. Si el proyecto dura más de un año, es responsabilidad del investigador, enviar al comité el protocolo de investigación para revisión y solicitud de aprobación de continuación del estudio.

Archive esta notificación como prueba de la aprobación. Para evitar atrasos en la aprobación de su investigación y la posible suspensión del estudio, por favor envíe su solicitud de continuación, por lo menos seis semanas antes de cumplirse seis meses después de haber sido autorizado por este comité.

Cualquier problema o evento serio relacionado con el estudio, deberá ser notificado inmediatamente al Comité. Cualquier modificación al protocolo debe ser enviada a este Comité, para su aprobación antes de ser implementada.

*[Handwritten signature]*

Anexo 22. Carta de aprobación para uso de roedores por el Comité de Ética, Uso y Cuidado animal de la Universidad del Valle de Guatemala CEUCA-UVG



**Comité de Ética, Uso y Cuidado animal de la Universidad del Valle de Guatemala**

**CEUCA - UVG**

Facultad de Ciencias y Humanidades - Departamento de Nutrición

Investigador Principal: María Ximena Fernández Andriño

E-Mail: ximeferan@gmail.com

Teléfono: 23688319 / 23640336 / 42078101

Propuesta: I – 2015 (5)

Guatemala, 21 de octubre de 2015.

Estimada María Ximena Fernández Andriño:

Por este medio se hace constar que la propuesta del proyecto de investigación titulado *Uso de Moringa oleifera para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo* ha sido revisado por miembros del comité de Ética para el Uso y Cuidado Animal de la Universidad Del Valle de Guatemala (CEUCA – UVG).

Los evaluadores han hecho sus sugerencias de ampliación y/o modificación con el fin de asegurar el trato ético a los animales que serán usados para cumplir con los propósitos de la investigación. Dichas modificaciones han sido realizadas y posteriormente revisadas por el comité. Se ha determinado que las mismas cumplen con los requisitos, así como también se ha cumplido con los procedimientos y lineamientos del CEUCA - UVG.

Por este medio se le informa que está autorizado para llevar a la práctica el proyecto titulado: *Uso de Moringa oleifera para la producción de harinas de alto valor nutritivo a base de mezclas vegetales con maíz y trigo* por un año a partir de la fecha de la presente carta de autorización. Se solicita que si hubiese necesidad de hacer modificaciones posteriores se comunique de nuevo con el comité para que dichas enmiendas sean evaluadas de manera que se pueda garantizar que se cumple a cabalidad con los lineamientos del CEUCA - UVG.

Sin otro particular quedo a sus órdenes,

MV Vanessa Granados B

Médico Veterinario

Colegiado 997

CEUCA - UVG

Comité de Ética, Uso y Cuidado Animal

Universidad del Valle de Guatemala.

