



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

Evaluación de harina de hoja de moringa
(Moringa oleífera Lam.), como antioxidante en
salsa picantes de habanero (Capsicum chinense),
en el laboratorio de agroindustria de la UNA
2024-2025

Autores:

Br. Ricardo José vega Gutiérrez
Br. Jefferson Alexander vallecillo
Largaespada

Asesor

MSc. Tomasa Delfina Hernández

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

Managua, Nicaragua
Octubre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

Miembros del Comité Evaluador

MSc. María Nelly Salazar
Presidente

Ing. Kevin Urroz Centeno
Secretario

MSc. María José Álvarez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 13 de octubre 2025

DEDICATORIA

A Dios y la virgen santísima, primeramente, le dedico esta investigación con todo mi corazón. Has estado conmigo en cada paso, dándome sabiduría cuando más la necesité, fortaleciendo mi fe y renovando mis fuerzas para seguir adelante. Este logro es profundamente tuyo, Señor, porque desde el primer día me has acompañado y nunca me has abandonado.

A mis hermanos, Marcel Vega y Francisco Gutiérrez, gracias por su apoyo incondicional y por creer en mí desde el inicio. Su confianza y compañía han sido pilares importantes durante todo este proceso. Esta investigación también es para ustedes.

A mis padres, Blanca Gutiérrez y Cristino Vega, por enseñarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad y los principios que hoy me definen. Me formaron con amor, disciplina y ejemplo, y gracias a eso he llegado hasta aquí. Cada logro mío es reflejo del trabajo y los valores que me inculcaron.

A mi abuelita, Petronila Altamirano, ejemplo de esfuerzo y unión familiar. Gracias por estar ahí siempre para mí, apoyarme y enseñarme con tu humildad a luchar por lo que quiero.

A mis tíos, su apoyo fue clave en todo el transcurso de mi carrera. Gracias por motivarme a no rendirme y por creer que sería el primer ingeniero de la familia.

A mis profesores, por su guía, paciencia y enseñanza durante toda mi formación académica. Este logro también es suyo, por su compromiso con la educación.

A mis amigos, Jefferson Vallecillo, mi mejor amigo desde el inicio de la universidad. Gracias por tu lealtad, tus consejos y por estar siempre presente. También agradezco a Wilber Zelaya, Dilia mallorquín y a las nuevas amistades que surgieron. Gracias por su compañía y por hacer más llevadero este proceso

Br. Ricardo José vega Gutiérrez

DEDICATORIA

A **Dios**, fuente inagotable de fortaleza y esperanza, gracias por haberme guiado hasta aquí. En los momentos más difíciles, cuando las fuerzas flaqueaban y las dudas intentaban detenerme, fue tu luz la que iluminó mi camino y tu gracia la que me sostuvo. Este logro es reflejo de tu fidelidad.

A mi madre, **Geysel Ortiz Largaespada**, mi raíz más profunda. Gracias por enseñarme, con tu ejemplo, el verdadero significado de la humildad, la lucha y la entrega. Todo lo que soy se lo debo a tu amor, a tus sacrificios silenciosos y a la fuerza con la que me impulsaste desde el primer día.

A mis hermanos de vida, **Michael, Ludvania y Emeling Largaespada**, por ser mi refugio, mi compañía y mi alegría. Gracias por estar ahí, sin condiciones, celebrando mis logros como propios y apoyándome en los momentos en que el camino se hizo cuesta arriba. Mi gratitud hacia ustedes es eterna.

A mi abuela, **Carmen Ortiz**, matriarca incansable y corazón de nuestra familia. Tu sabiduría sencilla, tu actitud siempre positiva y tu ejemplo de vida humilde han sido guía y consuelo.

A mi tía, **Marisol Largaespada**, gracias por tu apoyo oportuno, por tu disposición constante y por tenderme la mano cuando más lo necesitaba. Tu generosidad ha dejado una huella imborrable en esta etapa de mi vida.

A mi compañera, **Brisa Salgado**, por ser luz en mi camino. Tu presencia, alegre y sincera, ha sido fuerza silenciosa detrás de cada esfuerzo. Gracias por tu amor, por tu paciencia y por creer en mí incluso en los días en que yo dudaba de mí mismo.

A mi colega y amigo, **Ricardo Vega**, con quien tuve el privilegio de compartir esta travesía. Tu amistad ha sido un motor de crecimiento mutuo, y tu compañerismo, un respaldo invaluable en cada paso de nuestra formación.

Br. Jefferson Alexander Vallecillo Largaespada

AGRADECIMIENTO

A **Dios y a la Virgen Santísima**, por ser mi guía espiritual en todo este proceso. Su presencia me dio paz en los momentos difíciles y fortaleza cuando sentí que no podía más. Agradezco profundamente cada oportunidad, cada paso dado y cada reto superado bajo su protección. Esta etapa culmina gracias a su acompañamiento constante.

A mi hermano, **Marcel Vega**, por ser más que un hermano, un consejero y un apoyo firme en todo momento. Tus palabras siempre llegaron en el instante justo, dándome claridad cuando me sentía perdido y motivándome cuando dudaba de mí mismo. Gracias por escucharme, por levantarme con tus consejos y por recordarme siempre que era capaz de lograrlo. Este logro también es tuyo.

A mis **padres, Blanca Gutiérrez y Cristino Vega**, por inculcarme desde pequeño los valores del esfuerzo, la responsabilidad y la honestidad. Gracias por su amor, por sus sacrificios y por ser siempre mi ejemplo. Cada logro mío es reflejo de su dedicación y entrega como padres.

A mi **abuelita, Petronila Altamirano**, por su cariño incondicional y por enseñarme a valorar la humildad, el trabajo y la familia. Gracias por creer siempre en mí y por ser esa figura de apoyo constante en mi vida. Tu ejemplo me inspira todos los días.

A **mis tíos**, quienes fueron parte importante de este camino. Gracias por su apoyo constante, por motivarme a seguir adelante y por creer firmemente en que lograría alcanzar esta meta.

A mis amigos **Jefferson Vallecillo**, mi mejor amigo desde el inicio de la universidad. Gracias por acompañarme en cada etapa de este camino, por tu lealtad, tus consejos, tu buena vibra y por estar siempre presente, tu amistad ha sido una de las más valiosas que me llevo de esta carrera. También agradezco a **Wilber Zelaya y Dilia mallorquín**, por estar igual han sido una gran fuente de apoyo

Br. Ricardo José Vega Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y por darme la sabiduría necesaria para culminar esta importante etapa académica.

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por acompañarme en cada paso del camino con palabras de aliento y fe en mis capacidades.

A la Universidad Nacional Agraria y a la Dirección de Ciencias Agrícolas, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, y por facilitar los medios y el acompañamiento necesario para el desarrollo de esta investigación.

A mi asesora, MSc. Tomaza Delfina Hernández, por su valiosa orientación, compromiso, paciencia y guía a lo largo de todo este proceso. Su experiencia y apoyo fueron clave para lograr los objetivos de este trabajo.

También agradezco a los docentes que me formaron durante mi carrera, así como a mis compañeros y amigos, quienes con su compañerismo, colaboración y motivación me ayudaron a superar los desafíos del camino.

A todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, aportaron a la realización de esta tesis, les expreso mi más sincero agradecimiento.

Br. Jefferson Alexander Vallecillo Largaespada

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Definición de Harina	5
3.2 Generalidades de la Moringa	5
3.2.1 Definición de la harina de moringa	5
3.2.2 Cultivo	5
3.2.3 Variedades	6
3.2.4 Características de la planta de Moringa	6
3.3 Definición de Antioxidantes	7
3.3.1 Tipos de antioxidantes	7
3.3.1.1 Antioxidantes naturales	7
3.3.1.2 Antioxidantes artificiales o sintéticos	7
3.3.1.3 Por su solubilidad	7
3.3.1.4 Antioxidantes utilizados en la industria alimentaria	8
3.4 Oxidación en alimentos	8

3.5	Actividad oxidativa de la harina de moringa	8
3.6	Características organolépticas de las salsas picantes	8
3.7	Vida útil en alimentos	9
3.8	Evaluación sensorial de los alimentos	9
	IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1	Ubicación del estudio	10
4.2	Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos	10
4.2.1	Tipo de investigación	10
4.3	Variables a evaluar	12
4.4	Manejo del ensayo y metodología	12
4.5	Flujograma de proceso de elaboración de la harina de Moringa	13
4.6	Descripción del proceso de elaboración de la harina de moringa	14
4.7	Procedimiento para determinar granulometría	15
4.8	Determinación de humedad por el método de termobalanza	15
4.9.	Estandarización de la formula	17
4.10	Diagrama de la elaboración de salsa habanera	18
4.11	Descripción de la elaboración de Salsa Habanera	19
4.12	Evaluación de la salsa a través de colorimetría	20
4.13	Procedimiento de evaluación de colorimetría	21
4.14	Análisis de datos	21
	V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1	Análisis de la determinación de granulometría	22
5.2	Determinación del % de humedad en harina	23
5.3	Análisis de colorimetría	23
5.4	Análisis sensorial de las salsas picantes de habanero con harina de Moringa como antioxidante	25
5.4.1	Análisis estadístico del color de la salsa picante con Harina de moringa	25
5.4.2	Análisis estadístico del olor de la salsa picante con Harina de moringa	27
5.4.3	Análisis estadísticos del sabor de la salsa picante con harina de moringa	28
5.4.4	Análisis estadístico de la textura de la salsa picante con Harina de moringa	29
	VI. CONCLUSIONES	32
	VII. RECOMENDACIONES	33
	VIII. LITERATURA CITADA	34
	IX. ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1.	Tratamiento con distintos % de harina de moringa para el desarrollo de las salsas picantes	11
Cuadro 2.	Variables de estudio	12
Cuadro 3.	Materia prima, materiales y equipos para el desarrollo de la harina de moringa y salsa picante de habanero	12
Cuadro 4.	Formulación de la salsa picante con harina de moringa	17
Cuadro 5.	Resultados de la determinación de granulometría	22
Cuadro 6.	Análisis ΔE final por tratamiento de la colorimetría	24
Cuadro 7.	Análisis estadístico del color de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test Fisher.	25
Cuadro 8.	Análisis estadístico de la variable del olor de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test de Fisher	27
Cuadro 9.	Análisis estadístico de la variable del sabor de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test de Fisher	28
Cuadro 10.	Análisis estadístico de la variable de la textura de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test de Fisher Análisis ΔE final por tratamiento de la colorimetría	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura 1.	Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria (UNA).	10
Figura 2.	Diagrama de proceso de la elaboración de harina de hoja de moringa	13
Figura 3.	Diagrama de proceso de la elaboración de la salsa habanero con harina de moringa como antioxidante	18
Figura 4.	Cambio total del color de las salsas	24
Figura 5.	Percepciones de los panelistas con respecto a la variable color en las diferentes formulaciones evaluadas	26
Figura 6.	Promedio de la característica olor.	27
Figura 7.	Promedio de característica sabor.	29
Figura 8.	Promedio de característica textura.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
Anexo 1.	Formato para la evaluación por colorimetría	40
Anexo 2.	Formato de evaluación sensorial de la salsa	41
Anexo 3.	Resultados de la colorimetría	42
Anexo 4.	Elaboración de la harina de moringa y determinación de la granulometría	45
Anexo 5.	Elaboración de la salsa habanera	46
Anexo 6.	Determinación de humedad de la harina	47
Anexo 7.	Resultados obtenidos poa ANDEVA FISCHER	48
Anexo 8.	Verificación de colorimetría	50

RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio de Agroindustria de los Alimentos de la Universidad Nacional Agraria (UNA), en Managua, Nicaragua, durante el periodo 2024–2025, con el objetivo de evaluar la harina de hoja de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) como antioxidante natural en la elaboración de salsas picantes de habanero (*Capsicum chinense*). Se trabajó bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos: tres con distintos porcentajes de harina de moringa (0.05%, 0.08% y 0.1%) y un tratamiento control con ácido ascórbico (0.5%). Las variables evaluadas incluyeron granulometría y humedad de la harina, características organolépticas de la salsa (color, olor, sabor, textura) y estabilidad del color mediante análisis colorimétrico con la aplicación RGB Color Detector durante un almacenamiento de 45 días. Los resultados indicaron que la harina de moringa presentó una granulometría fina, con un 88.7% de las partículas pasando por tamices de 0.2 mm, y un contenido de humedad de 13.55%, cumpliendo con los requisitos de la normativa nacional. En el análisis sensorial, las formulaciones con 0.05% y 0.08% de harina obtuvieron mejor aceptación en color, sabor y textura, mientras que la de 0.1% mostró una leve disminución en la aceptación. En cuanto al análisis colorimétrico, la formulación con 0.08% presentó el menor cambio de color ($\Delta E=9.43$), indicando mayor estabilidad cromática en comparación con las demás. El estudio concluyó que la harina de moringa, en concentraciones moderadas, puede funcionar eficazmente como antioxidante natural en salsas picantes, sustituyendo aditivos sintéticos como el ácido ascórbico sin comprometer las características sensoriales del producto. Esta alternativa representa una opción funcional y tecnológica viable para la industria agroalimentaria.

Palabras clave: *Moringa oleífera*, harina, tratamiento, aditivo, análisis, evaluación

ABSTRACT

The research was conducted at the Food Agroindustry Laboratory of the National Agrarian University (UNA) in Managua, Nicaragua, during the period 2024–2025, with the aim of evaluating moringa leaf flour (*Moringa oleifera* Lam.) as a natural antioxidant in the production of habanero hot sauces (*Capsicum chinense*). The study was conducted using a completely randomized design with four treatments: three with different percentages of moringa flour (0.05%, 0.08%, and 0.1%) and a control treatment with ascorbic acid (0.5%). The variables evaluated included flour particle size and moisture content, organoleptic characteristics of the sauce (color, smell, taste, texture), and color stability using colorimetric analysis with the RGB Color Detector application during 45 days of storage. The results indicated that the moringa flour had a fine particle size, with 88.7% of the particles passing through 0.2 mm sieves, and a moisture content of 13.55%, complying with national regulations. In the sensory analysis, the formulations with 0.05% and 0.08% flour obtained better acceptance in color, flavor, and texture, while the 0.1% formulation showed a slight decrease in acceptance. In terms of colorimetric analysis, the formulation with 0.08% showed the least color change ($\Delta E=9.43$), indicating greater color stability compared to the others. The study concluded that Moringa flour, in moderate concentrations, can function effectively as a natural antioxidant in hot sauces, replacing synthetic additives such as ascorbic acid without compromising the sensory characteristics of the product. This alternative represents a viable functional and technological option for the agri-food industry.

Key words: *Moringa oleifera*, flour, treatment, additive, analysis, evaluation

I. INTRODUCCIÓN

El mercado global de salsas picantes se encuentra en una fase de crecimiento considerable, con una valoración de USD 3.30 mil millones en 2024 y proyecciones de alcanzar USD 5.98 mil millones para 2032, lo que indica una Tasa de Crecimiento Anual Compuesta (CAGR) del 7.78%. Este dinamismo es impulsado por la creciente preferencia de los consumidores hacia sabores innovadores y audaces, así como por la influencia expansiva de cocinas como la mexicana y la asiática). Simultáneamente, se observa una demanda significativa por productos que ofrezcan "satisfacción saludable", lo que se traduce en la búsqueda de salsas con perfiles nutricionales mejorados y características beneficiosas, como la inclusión de ingredientes no modificados genéticamente, impulsando así la innovación hacia alternativas naturales a los aditivos sintéticos (Fortune Business Insights, 2025).

La Moringa oleífera se ha establecido como una planta de gran valor, no solo por su reconocido potencial como complemento nutricional en la industria alimentaria, sino también por sus demostradas capacidades como conservante natural.

Estudios recientes han subrayado esta doble función., Rodríguez et al. (2020) hallaron que la incorporación de polvo de hojas de Moringa oleífera, junto con ácido ascórbico en la formulación de películas comestibles aplicadas a papayas, influyó significativamente en la estabilidad de su vida útil y contribuyó a una mejor aceptación sensorial del producto final.

En línea con esto, Mukumbo et al. (2020) investigaron el potencial de las hojas de Moringa oleífera en polvo como aditivo natural. Sus resultados mostraron que es eficaz para inhibir la velocidad y el grado de oxidación de lípidos en salchichas de cerdo secas no fermentadas, incluso sin la adición de nitritos o nitratos. Específicamente, una concentración de 0.5 g / 100 g fue suficiente para disminuir la oxidación lipídica, lo que sugiere su aplicabilidad en otros tipos de embutidos curados en seco.

Asimismo, Dhasarathan et al. (2020) documentaron que el extracto de hojas de Moringa oleífera Lam. tiene la notable capacidad de preservar la leche en buen estado por un periodo de 5 a 11 horas sin necesidad de refrigeración. Este efecto protector se atribuye a la presencia de dehidroxiacetofenona y otros compuestos fenólicos en el extracto, los cuales son efectivos para detener el crecimiento de los microorganismos responsables del deterioro lácteo.

Según Nadir Reyes (2017), la producción de moringa a gran escala en Nicaragua es limitada. No obstante, existen pequeños agricultores que la cultivan en parcelas para abastecer a empresas locales. Reyes, quien coordina el proyecto ProMarango en la Universidad Nacional Agraria (UNA), ha investigado la moringa desde 1998 y la considera una fuente nutritiva de gran valor.

El investigador explica que la moringa es rica en proteínas y aminoácidos, lo que la hace un alimento excelente para animales, ayudando a incrementar la producción de leche y carne en cerdos y aves. Además, para los humanos, el extracto de sus hojas contiene compuestos beneficiosos como flavonoides, quercetina y ácido clorogénico. Reyes recalca que, si bien la moringa es un suplemento dietético, no debe ser vista como un reemplazo para tratamientos médicos cuya eficacia ha sido comprobada científicamente.

El objetivo de la investigación es el uso de harina de moringa como un antioxidante, en salsa habanera, siendo esta una alternativa funcional que permita la disminución en el uso de aditivos sintéticos en las formulaciones alimentarias, en la cual se evaluarán la oxidación de la salsa a través del cambio de color que produzca haciendo uso de la aplicación RGB Color Detector y una evaluación sensorial del color.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar harina de moringa como antioxidante en salsa picante de habanero a escala de laboratorio durante el año 2024 – 2025

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar la harina de hoja de moringa para incorporarse como antioxidante en salsas picantes, en cuanto a granulometría y humedad, utilizando como referencia la NTON 03 037-07.
2. Determinar el efecto antioxidante de la harina de moringa en las salsas picantes, a través de colorimetría utilizando la aplicación RGB Color Detector.
3. Valorar las características organolépticas de las salsas usando un panel evaluador semi entrenado a través de la escala hedónica

III. MARCO DE REFERENCIA

En la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI Managua) Martínez y Talavera (2018), Se llevó a cabo un estudio monográfico titulado “Influencia de Tres Métodos de Concentración y Secado en el Contenido de Vitamina C y Eficiencia Antioxidante del Extracto de las Hojas de Moringa oleífera”, en el que se evaluaron tres técnicas de concentración y secado que operan bajo condiciones contrastantes de temperatura y presión. El objetivo fue determinar el impacto de cada método sobre el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante del extracto de hojas de Moringa oleífera. Los resultados indicaron que el secado en horno convectivo generó una pérdida significativa de vitamina C (60%) y de la eficiencia antioxidante (65.3%) respecto al valor inicial. En contraste, el método de evaporación al vacío mediante rotavapor produjo una degradación menor, con reducciones del 23.7% en vitamina C y 14.6% en capacidad antioxidante. La liofilización fue el método que mejor conservó las propiedades evaluadas, con pérdidas de tan solo 15.8% y 1.2%, respectivamente.

Por otro lado, García (2017) de la Universidad de Coruña, España hizo un trabajo con el título Estudio sobre la capacidad antioxidante de extractos de hoja de Moringa oleífera de diferente origen geográfico donde midieron el contenido en fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu mientras que la actividad antioxidante se midió mediante dos ensayos espectrofotométricos de actividad antioxidante (DPPH y ABTS) donde compararon tres solventes diferentes a la hora de extraer los compuestos fenólicos: metanol 80%, acetónitrilo 70% con ácido acético al 4% y agua destilada. Obteniendo como resultado que hay una alta relación entre los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante y que el solvente que mejor los extrae es el agua destilada.

Finalmente, Doménech A, et. al (2017) de la Universidad de Murcia, España hicieron un estudio titulado Moringa oleífera: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos donde nos comentan que el uso de moringa en alimentos queda reducido casi exclusivamente a panes, galletas y productos cárnicos. En los primeros se utiliza con un fin nutritivo, mientras que, en los segundos con un fin tecnológico, como antioxidante y conservante principalmente. Por otro lado, desarrollaron diversos estudios en productos cárnicos. Diferentes partes del árbol de la moringa presentan gran cantidad de antioxidantes y sustancias antimicrobianas. En estos casos se buscó

evaluar la eficacia como potencial antimicrobiano y antioxidante, pudiendo ser utilizado como conservante natural

3.1 Definición de Harina

Según Requena (2013), la harina se define de la siguiente manera:

Se define como el producto finamente molido, resultado de la trititación y tamizado de granos, semillas o partes de plantas. En el caso del trigo, se obtiene de la molienda de granos maduros, sanos, secos y limpios, ya sea de trigo blando, trigo duro o una mezcla de ambos. El proceso incluye la trititación, cribado, descascarillado y limpieza de los granos, eliminando impurezas y, en ocasiones, lavándose antes de la molienda.

La harina es un ingrediente esencial en la elaboración de alimentos como pan, pastas y productos de pastelería. En el caso de la harina de moringa, se obtiene al moler las hojas secas de la planta de moringa, resultando en un producto rico en nutrientes y con múltiples aplicaciones en la agroindustria. (p.2)

3.2 Generalidades de la Moringa

3.2.1 Definición de la harina de moringa

La harina de hojas de moringa es un polvo que se ha utilizado en la preparación de galletas con harina fina. Dachana et al. (2010) realizaron un estudio para enriquecer galletas de harina integral con harina de hojas de moringa, donde se evaluaron los atributos físicos, la composición proximal y las propiedades sensoriales de las galletas enriquecidas.

La moringa (*Moringa oleífera*) es una fuente rica en proteínas, minerales, vitaminas y antioxidantes con un contenido relativamente bajo de factores anti nutricionales. Según Riaz (2021), se considera un árbol multipropósito con gran potencial y se ha reportado que puede ayudar a mejorar la seguridad alimentaria

3.2.2 Cultivo

Según Reyes-Sánchez (2017), la *Moringa oleífera* Lam, también conocida como *Moringa pterygosperma* Gaertner o comúnmente llamada "Marango", es un árbol de la familia Moringácea que prospera en climas tropicales. Este árbol es originario de la región sur del Himalaya, específicamente del noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. Durante los años 20 del

siglo pasado, el marango fue introducido y naturalizado en América Latina y Centroamérica, donde fue popularizado como un árbol ornamental y usado en cercas vivas y cortinas rompevientos.

3.2.3 Variedades

En Nicaragua, la moringa se propaga localmente y ya se considera una especie naturalizada. Sin embargo, algunos agricultores han optado por la variedad mejorada PKM1, introducida en el país a principios del siglo XXI. A pesar de esto, la variedad criolla sigue siendo la más empleada. El Proyecto Marango (PROMARANGO) ha enriquecido el material genético de Marango, trayendo muestras de diversas procedencias como Haití, Perú, República Dominicana, Cuba, Paraguay y Florida. Adicionalmente, han recolectado semillas de plantaciones aisladas, incluyendo las de la isla Zapatera, e incluso han introducido y estudiado una nueva especie de Moringácea, *Moringa stenopetala*. Todas estas acciones buscan caracterizar cada variedad para desarrollar una que se adapte mejor a las condiciones nacionales, conocida provisionalmente como NICA-1 (Proyecto MARANGO, 2017).

3.2.4 Características de la planta de Moringa

La Moringa es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar una altura de 7 a 12 metros hasta la copa, con un tronco de 20 a 30 cm de diámetro. Tiende a desarrollar raíces fuertes y profundas, y posee una vida relativamente corta, con un promedio de 20 años (Reyes-Sánchez, 2017).

A continuación, se detallan las características morfológicas de sus principales partes:

- **Hojas:** Son compuestas, alternas e imparipinnadas, con una longitud que oscila entre 30 y 70 cm.
- **Flores:** Presentan un color blanco cremoso.
- **Fruto:** Es una cápsula colgante. Su color es castaño claro cuando está madura y verde cuando está inmadura, con un corte transversal triangular. Popularmente se le conoce como vaina, aunque su designación botánica correcta es silicua.
- **Semilla:** Es de color castaño oscuro y posee tres alas delgadas.

3.3 Definición de Antioxidantes

Según Speisky (2006, como se citó en Jamanca y Alfaro, 2017), los antioxidantes son compuestos que pueden disminuir o retrasar los procesos de oxidación aun cuando se encuentran en cantidades reducidas. Su función consiste en interactuar con los radicales libres, reduciendo su actividad química y transformándose en sustancias más estables dentro del medio.

3.3.1 Tipos de antioxidantes

De acuerdo con Jamanca y Alfaro (2017) se puede observar que los antioxidantes se clasifican por:

3.3.1.1 Antioxidantes naturales

Respecto a los antioxidantes de origen natural, destaca el uso industrial del ácido ascórbico o vitamina C, un compuesto abundante en los cítricos que resulta clave para mitigar el pardeamiento enzimático en productos hortofrutícolas y para preservar la calidad en alimentos como bebidas, lácteos concentrados y embutidos. Asimismo, los tocoferoles, pertenecientes al complejo de la vitamina E y extraídos de fuentes como los frutos secos y semillas oleaginosas, se emplean ampliamente para estabilizar aceites y grasas vegetales. No obstante, dado que la demanda comercial de estos aditivos supera la capacidad de extracción de las fuentes biológicas directas, se ha consolidado su obtención mediante procesos de síntesis química. Actualmente, el desarrollo tecnológico permite replicar estas estructuras moleculares con tal precisión que los compuestos artificiales resultan idénticos en composición y propiedades biológicas a sus contrapartes naturales (Jamanca y Alfaro, 2017).

3.3.1.2 Antioxidantes artificiales o sintéticos

Estas sustancias se producen mediante síntesis química para su uso controlado en la industria alimentaria, empleando un sistema de codificación numérica estandarizado a nivel global que facilita su identificación comercial (Jamanca y Alfaro, 2017).

3.3.1.3 Por su solubilidad

Solubles en agua: Estos compuestos, denominados hidrofílicos, ejercen su acción protectora en entornos acuosos como el plasma sanguíneo y el citoplasma celular, destacando entre ellos el ácido ascórbico como uno de los principales agentes activos

Solubles en lípidos: Conocidos también como sustancias hidrófobas, estos antioxidantes actúan directamente en la protección de las membranas celulares, mitigando los daños provocados por la degradación o peroxidación lipídica, siendo los tocoferoles un ejemplo característico (Jamanca y Alfaro, 2017).

3.3.1.4 Antioxidantes utilizados en la industria alimentaria

El ácido ascórbico, también conocido como vitamina C (E300), se utiliza ampliamente en diversas industrias debido a sus múltiples beneficios. En la industria alimentaria, específicamente, se emplea como aditivo con la finalidad principal de prolongar la vida útil de los alimentos y prevenir la oxidación de sus nutrientes Sikorska, (2023).

3.4 Oxidación en alimentos

La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células Jamanca y Alfaro, (2017). La oxidación en un alimento puede identificarse a simple vista por el cambio de color en este.

3.5 Actividad oxidativa de la harina de moringa

La Moringa oleífera posee una interesante actividad antioxidante y actúa como una buena fuente de antioxidantes gracias a la presencia de diversos compuestos como ácido ascórbico, flavonoides, fenólicos y carotenoides (Peñalver et al., 2022). Esta actividad antioxidante desempeña un papel importante en la protección contra la oxidación celular."

3.6 Características organolépticas de las salsas picantes

Las características organolépticas de las salsas picantes determinan su aceptabilidad sensorial; por ende, en matrices alimentarias con habanero y moringa, estos perfiles dependen intrínsecamente de la calidad física y química de sus materias primas (Barreiro Solórzano, 2005).

Las propiedades clave a considerar:

Sabor: Se espera un sabor picante pronunciado, característico del habanero, que puede estar matizado por notas de otros ingredientes frutales o vegetales, y posiblemente un ligero aporte terroso o herbal de la harina de moringa

Color: El color final de la salsa estará influenciado principalmente por la tonalidad del habanero (que puede variar de amarillo a naranja o rojo) y el color verde característico de la harina de moringa, buscando una apariencia atractiva y homogénea.

Textura (Consistencia): La textura dependerá del grado de molienda de los ingredientes y la posible adición de espesantes, buscando una consistencia fluida, pero con cuerpo, adecuada para condimentar.

Olor: El aroma será una combinación del perfil distintivo y afrutado-picante del habanero y las notas particulares que aporte la harina de moringa.

Efecto picante: La intensidad de esta sensación de quemazón será un atributo predominante, directamente atribuible a la concentración de capsaicinoides presentes en el habanero.

La evaluación de estos atributos sensoriales es fundamental para asegurar que el producto final cumpla con las expectativas del consumidor y garantizar su viabilidad comercial (Barreiro Solórzano, 2005).

3.7 Vida útil en alimentos

La vida útil de un alimento es el periodo donde conserva su calidad fisicoquímica, microbiológica, nutricional y sensorial bajo almacenamiento específico, concluyendo cuando dichos parámetros se vuelven inaceptables según su formulación, procesamiento y empaque (Curia et al., 2005).

3.8 Evaluación sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial constituye una disciplina científica dedicada al análisis de las propiedades organolépticas en materias primas y productos terminados; de este modo, su aplicación a lo largo del ciclo de procesamiento resulta fundamental para comprender los perfiles de percepción y los niveles de aceptabilidad por parte de los consumidores (Manfug, 2007, como se citó en Alemán, 2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Agroindustria de los Alimentos de la Dirección Especifica de Ciencias Agrícolas en la Universidad Nacional Agraria ubicada en el km 12 ½ carretera norte, Managua, Nicaragua.



Figura 1. Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria (UNA)

4.2 Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos

4.2.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental unifactorial, ya que buscó evaluar la eficacia de la harina de hoja de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) como antioxidante natural en salsas picantes de habanero (*Capsicum chímense*). Con ello, se ofreció una alternativa funcional frente al uso de aditivos sintéticos como el ácido ascórbico.

El diseño experimental empleado fue completamente aleatorizado (DCA), con el propósito de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de harina de moringa (0.05%, 0.08% y 0.1%) (el factor) sobre las características sensoriales y la estabilidad del color de las salsas. Estos tratamientos fueron comparados con un tratamiento control que utilizó ácido ascórbico al 0.5%

Para establecer los porcentajes a evaluar en la formulación se tomó en cuenta el uso de mínimo y máximo del antioxidante testigo según la RTCA 67.04.54:10, estableciendo cuatro tratamientos,

en los cuales la única variable manipulada, fue la concentración de harina de moringa incorporada en la formulación de la salsa, definidos de la siguiente manera:

Cuadro 1. Tratamiento con distintos % de harina de moringa para el desarrollo de las salsas picantes

Tratamientos	% de inclusión
T1	0.05%
T2	0.08%
T3	0.1%
T4 testigo	0.5%

Cada una de estas formulaciones fueron sometida a análisis sensorial y estudios de estabilidad del color, con el objetivo de determinar cuál de ellas presenta mejores características en términos de conservación del color y aceptabilidad por parte del consumidor.

Para la evaluación de estabilidad del color, se utilizó la aplicación color detector durante un período de almacenamiento de 30 días y 15 días. Esto permitió cuantificar la variación cromática y la efectividad de la harina de moringa como antioxidante natural en la formulación de la salsa picante.

4.3 Variables a evaluar

Cuadro 2. Variables de estudio

Variables independientes	Variables dependientes
Porcentajes de inclusión de harina de moringa	Características organolépticas de la salsa picante de habanero
Determinación de granulometría	

4.4 Manejo del ensayo y metodología

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Agroindustria de los Alimentos, donde se realizaron todas las etapas del estudio, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, asegurando la validez de los resultados. La metodología empleada abarcó la elaboración de la harina de moringa, la formulación de salsas picantes con diferentes niveles de inclusión de esta harina (**Ver cuadro 1**), y posterior a esto la caracterización sensorial y antioxidante de la salsa.

Cuadro 3. Materia prima, materiales y equipos para el desarrollo de la harina de moringa y salsa picante de habanero

Materia prima	Materiales y equipos
Hojas de moringa	Pesa digital
Chiles habaneros	Pulverizador
Ajo	Licuada
Cebolla	Tamiz marca Adamas-beta 0.8 mm – 0.154
Vinagre	Panas de plástico
Azúcar	Cucharas de acero inoxidable
Sal	Ollas
Estabilizante	Bolsas ziploc
Ácido ascórbico	
Preservante NS-47	

4.5 Flujograma de proceso de elaboración de la harina de Moringa

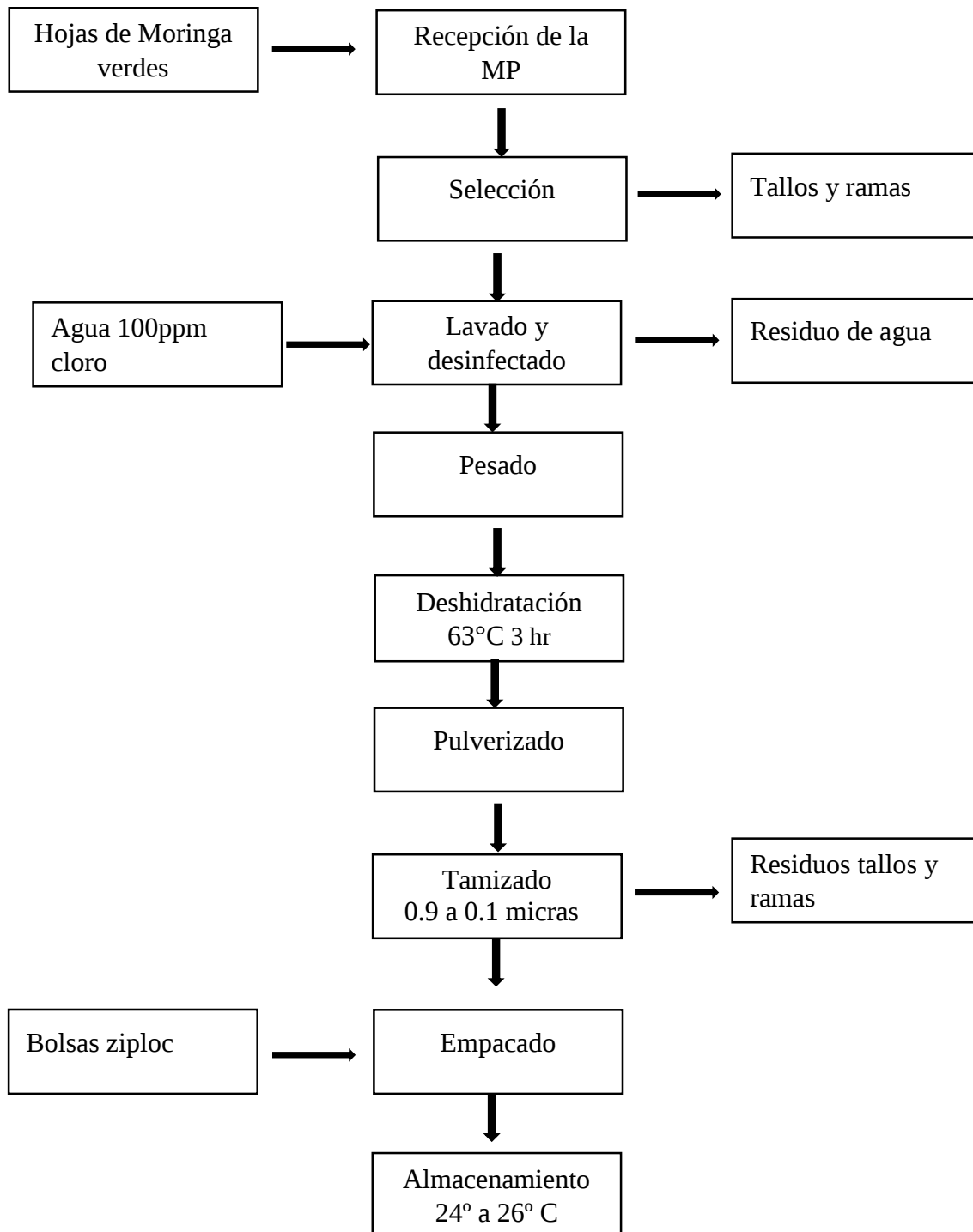


Figura 2. Diagrama de proceso de la elaboración de harina de hoja de moringa

4.6 Descripción del proceso de elaboración de la harina de moringa

Para realizar el corte de la hoja de moringa con el fin de asegurar la calidad de la materia prima., se realizó una selección rigurosa de hojas las cuales debían estar completamente desarrolladas, color verde intenso, en la etapa previo a la floración y en horas de la mañana, para minimizar el contenido de humedad. Estos criterios fueron fundamentales para optimizar el proceso de deshidratación y obtener una harina con los nutrientes y todos sus compuestos esenciales.

Recepción: Se realizó la recepción de las hojas verdes de moringa, verificando que se encontraran sin presencia de materias extrañas, ni signos de deterioro, a fin de asegurar la calidad inicial de la materia prima.

Selección: se llevó a cabo una segunda selección manual y minuciosa. Este proceso tuvo como objetivo el descarte de todo material no deseado, incluyendo la separación de tallos y ramas, así como de aquellas hojas que estuvieran rotas, magulladas, o que presentaran signos de deterioro.

Lavado: se realizó un proceso de sanitización por inmersión en una solución acuosa de hipoclorito de sodio a 100 ppm durante tres minutos, luego se realizó un doble enjuague de la hoja y se colocó en panas coladores para el escurrido. Este método es crucial para el proceso, ya que su objetivo principal es reducir significativamente la carga microbiana las hojas de moringa.

Deshidratado: Las hojas se colocaron uniformemente en bandejas y se introdujeron en un deshidratador. El proceso se mantuvo durante tres horas a una temperatura constante de 63 °C, permitiendo así la eliminación del contenido de humedad sin comprometer sus propiedades nutricionales.

Pulverizado: Las hojas fueron sometidas a un proceso de pulverización para reducir su tamaño y convertirlas en un polvo fino. Esta etapa fue esencial para obtener una harina uniforme y adecuada para su incorporación en productos alimenticios.

Tamizado: El polvo obtenido se pasó por un tamiz en serie, con aberturas que oscilaron entre 0.9 y 0.154 micras, con el fin de eliminar partículas gruesas y asegurar una textura fina y homogénea de la harina.

Empacado: La harina de moringa fue empacada en bolsas ziploc, adecuada para protegerla de agentes externos como la humedad, el aire y la luz. Este procedimiento permitió preservar sus características organolépticas y evitar su deterioro hasta el momento de su utilización.

Almacenamiento: La harina se almaceno a una temperatura de 24° a 26°C en condiciones controladas de baja humedad asegurando su estabilidad fisicoquímica hasta el momento de su uso

4.7 Procedimiento para determinar granulometría

El tamaño de la partícula de harina se llevó a cabo mediante un análisis granulométrico diferencial de tamizado descrito por Romero (2006) en su trabajo de investigación:

Existen diversas formas de determinar la granulometría de un material en polvo, siendo los métodos más utilizados el tamizado, la difracción láser, la sedimentación, el microscopio óptico o electrónico, y el contador Coulter. El tamizado es un método físico que separa las partículas mediante una serie de tamices con aberturas decrecientes, permitiendo una clasificación efectiva, aunque con limitaciones en precisión. La difracción láser, por su parte, emplea un haz de luz para medir con alta exactitud la distribución del tamaño de partículas, siendo ideal para polvos ultrafinos. La sedimentación se basa en la velocidad de caída de las partículas en un fluido y utiliza la ley de Stokes para determinar su tamaño (Meter Group, 2023). Adicionalmente, el análisis microscópico permite observar la morfología y el tamaño de las partículas de manera directa, mientras que el contador Coulter mide la variación de impedancia eléctrica al pasar partículas en suspensión por un orificio calibrado (Mettler Toledo, 2023).

En este estudio, la granulometría de la harina de moringa se determinó mediante tamizado en serie vertical. Se pesaron 202g de muestra en una balanza analítica y se colocaron en la parte superior de una columna de tamices de acero inoxidable con diferentes aperturas de malla. La serie de tamices se organizó en orden decreciente de tamaño y se sometió a vibración mecánica durante 10 minutos para asegurar una adecuada separación de las partículas. Una vez finalizado el proceso, se pesaron las fracciones retenidas en cada tamiz y en la bandeja inferior, lo que permitió determinar la distribución del tamaño de partícula en la harina de moringa. Posteriormente, se calculó el porcentaje de retención en cada malla con relación al peso total de la muestra, obteniendo un perfil granulométrico que facilitó la evaluación de su comportamiento en la aplicación de la salsa picante.

4.8 Determinación de humedad por el método de termobalanza

El proceso general para determinar la humedad con este método es: se colocó y pesó una muestra, se calienta con la lámpara infrarroja a una temperatura específica, la balanza interna registra

continuamente la disminución de la masa conforme el agua se evapora, y el proceso concluye cuando el peso de la muestra se estabiliza. La diferencia entre el peso inicial y final de la muestra seca se utiliza para calcular el contenido de humedad. Este método es valorado en la industria alimentaria por su rapidez y precisión (Microlab Industrial, 2011).

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 096 – 11 para Harina de Maíz y Sémola de Maíz sin Germen, el contenido de humedad en harinas debe ser de:

- 14.0 % m/m máximo (14.0 por ciento masa/masa máxima).

La norma también establece que, para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, podrían requerirse límites de humedad más bajos.

Para la elaboración de las salsas picantes usando harina de hoja de moringa como antioxidante, primero se determinará los porcentajes de ingredientes para las tres distintas mezclas como se aprecia en el cuadro presentado a continuación

4.9. Estandarización de la formula

Para la elaboración de las salsas picantes usando harina de hoja de moringa como antioxidante, primero se determinará los porcentajes de ingredientes para las tres distintas mezclas como se aprecia en el cuadro presentado a continuación

Cuadro 4. Formulación de la salsa picante con harina de moringa

Ingredientes	A1	A2	A3	A4 testigo
Pulpa de chiles	30%	30%	30%	30%
Harina de hoja de moringa	0.05%	0.08%	0.1%	
Ácido ascórbico				0.5%
Vinagre	57%	57%	57%	57%
Sal	1%	1%	1%	1%
Ajo	3%	3%	3%	3%
Azúcar	3%	3%	3%	3%
Cebolla	5%	5%	5%	4.05%
Estabilizante	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Preservante	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%
Total	100%	100%	100%	100%

4.10 Diagrama de la elaboración de salsa habanera

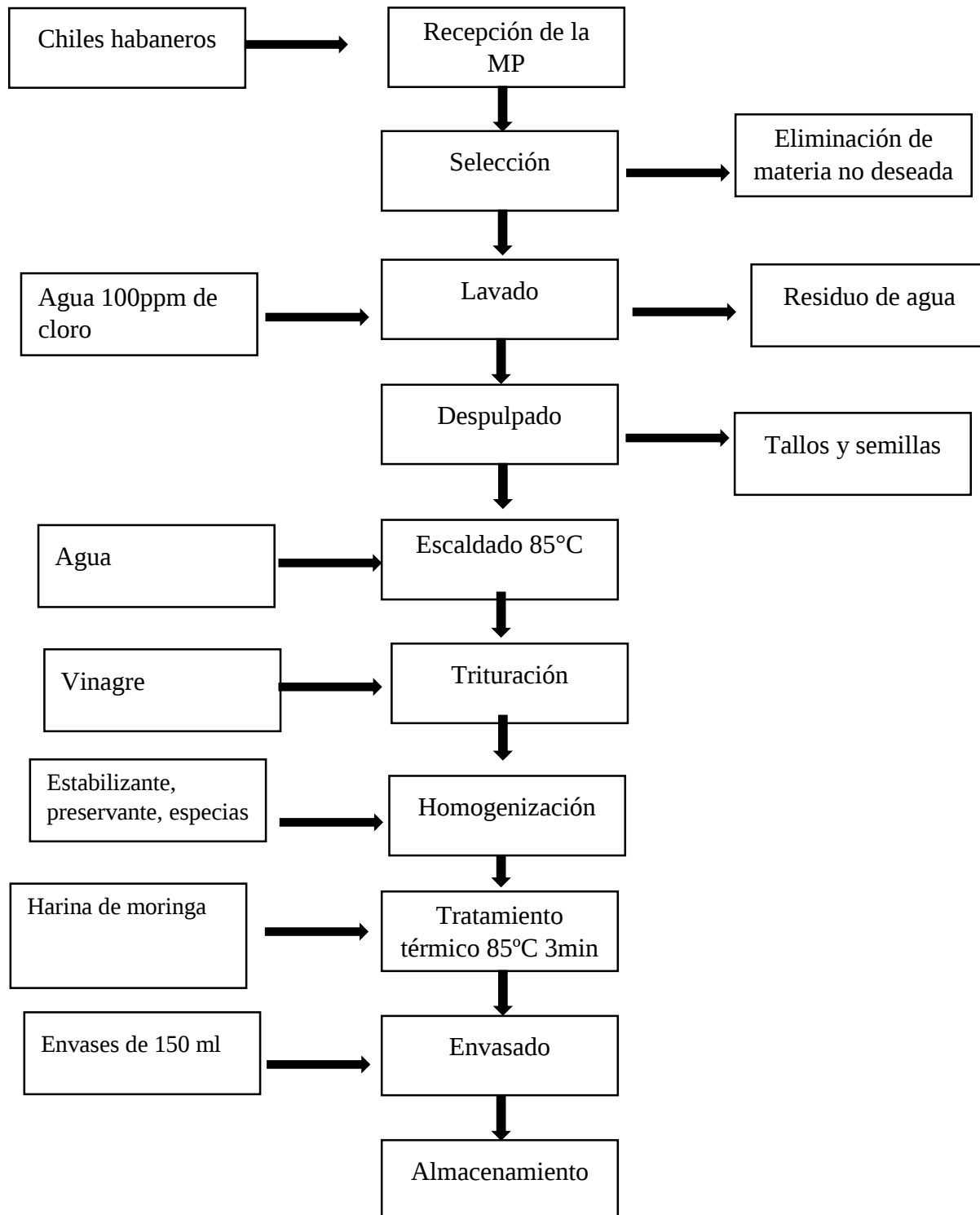


Figura 3. Diagrama de proceso de la elaboración de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante

4.11 Descripción de la elaboración de Salsa Habanera

La metodología para la elaboración de la salsa habanera se fundamentó en los principios propuestos por Rosy Ángeles (2011), garantizando la calidad y consistencia del producto final a través de una serie de etapas cuidadosamente definidas:

Recepción de materia prima: Se realizó la recepción de los chiles habaneros frescos en la planta de procesamiento. En esta etapa se verificó que presentaran una textura firme, se encontraran enteros y estuvieran completamente libres de signos de descomposición, daños mecánicos o materias extrañas, a fin de garantizar la calidad e inocuidad del producto final.

Selección: Posteriormente, se llevó a cabo una inspección visual minuciosa para remover cualquier material no deseado como piedras, restos vegetales o chiles en mal estado. Se separaron aquellos que no cumplían con los parámetros establecidos de madurez, color, forma y tamaño. Esta fase fue fundamental para asegurar la uniformidad y el aspecto deseado de la salsa.

Lavado: Los chiles habaneros fueron lavados con agua para eliminar residuos sólidos. Seguidamente, se realizó una sanitización por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm durante tres minutos, luego se realizó un doble enjuague de los chiles y se colocó en panas coladores para el escurrido. Este método es crucial para el proceso, ya que su objetivo principal es reducir significativamente la carga microbiana los chiles.

Despulpado: Se procedió a eliminar los tallos y semillas de los chiles habaneros. Esta operación permitió controlar el nivel de picor y mejorar la textura final del producto, además de evitar sabores amargos no deseados.

Escaldado: Los chiles fueron sometidos a escaldado en agua caliente a una temperatura de 95 °C durante aproximadamente tres minutos. Esta técnica facilitó el ablandamiento de los tejidos vegetales y favoreció el desarrollo de una textura más suave y homogénea, inactivando las enzimas causantes del pardeamiento enzimático

Trituración: En la trituración, se integraron los chiles y el vinagre, se trituraron mediante licuado hasta alcanzar una mezcla de consistencia uniforme. Esta etapa permitió obtener una emulsión homogénea, clave en la calidad sensorial de la salsa.

Homogenización: Se realizó la mezcla en un bol de todas las especias y aditivos, conforme a la formulación establecida. Este control fue crucial para mantener la consistencia del producto final en términos de sabor y propiedades nutricionales.

Tratamiento térmico: La mezcla se sometió a un tratamiento térmico a 85 °C durante tres minutos. Durante este proceso, se incorporó la harina de moringa para prevenir la oxidación de la salsa, aprovechando sus reconocidas propiedades antioxidantes.

Envasado: Se envasaron en frascos de vidrio de 150 ml previamente esterilizados para asegurar condiciones higiénicas óptimas. Posteriormente, la salsa se envasó en caliente en estos frascos, llenándolos al 90 % de su capacidad. Este proceso de envasado en caliente contribuyó a prolongar significativamente la vida útil del producto.

Almacenamiento: Los frascos fueron organizados en cajas de cartón, cada una conteniendo 24 unidades. El almacenamiento se realizó a temperatura ambiente (entre 24 °C y 30 °C), en un área seca y ventilada, adecuada para preservar la calidad del producto hasta su distribución.

4.12 Evaluación de la salsa a través de colorimetría

Para esta evaluación se hizo uso de la metodología descrita por Roldán (2022), p. 17, haciendo un cambio en el tipo de aplicación utilizada por ella en su trabajo, por la aplicación RGB Color Detector:

Se evaluaron cambios de color en cada una de las muestras utilizando la ampliación RGB Color Detector, disponible para Smartphone, a partir de la cual se obtiene los valores $L^*a^*b^*$, donde L^* : luminosidad, a^* : valores de verde a rojo, b^* : valores de azul.

Posteriormente, se usó de la metodología de Nicosia *et al.* (2021) para calcular la variación general de color e índice de pardea miento para determinar cambios a través del tiempo.

Ecuación 2. Variación general de color

$$\Delta mi = \sqrt{(L^*0 - L^*t)^2 + (a^*0 - a^*t)^2 + (b^*0 - b^*t)^2}$$

Donde,

L^*0 : valor L^* inicial; L^*t : valor L^* en un tiempo determinado;

a^*0 : valor a^* inicial; a^*t : valor a^* en un tiempo determinado;

b^*0 : valor b^* inicial; b^*t : valor b^* en un tiempo determinado.

Ecuación 3. Índice de pardea miento

$$BI = \frac{100 \times \left[\left(\frac{at * + (1.75 \times Lt *)}{(5.645 \times Lt *) + a0 * - (3.012 \times bt *)} \right) - 0.31 \right]}{0.17}$$

Donde,

$Lt *$: valor L^* en un tiempo determinado;

a^*0 : valor a^* inicial; $at *$: valor a^* en un tiempo determinado;

$b *t$: valor b^* en un tiempo determinado.

4.13 Procedimiento de evaluación de colorimetría

La evaluación colorimétrica se realizó en tres muestras, determinando la variación del color en intervalos de 30 y 45 días. Para ello, se capturaron imágenes de cada muestra, asegurando un ángulo y distancia constantes para garantizar la reproducibilidad del análisis.

Los valores de color fueron registrados en términos de sus componentes rojo (R), verde (G) y azul (B) y comparados en cada período de evaluación. A partir de estos datos, se identificaron posibles cambios en la intensidad cromática de las muestras a lo largo del tiempo, lo que permitió evaluar su estabilidad de color durante el almacenamiento.

4.14 Análisis de datos

Se analizó haciendo uso de la estadística descriptiva y los datos obtenidos de la evaluación por colorimetría y evaluación sensorial donde se procesaron a través de un análisis estadístico ANOVA, para analizar los resultados de la colorimetría y la evaluación sensorial, para obtener información necesaria para aceptar o rechazar la hipótesis.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de la determinación de granulometría

El análisis de granulometría de la harina de moringa revela que el producto es de textura fina, una característica ideal para su uso en alimentos procesados. Los datos de la tabla muestran que la mayor parte de la muestra, el 64.8%, está compuesta por partículas con un tamaño aproximado de 0.20 mm, ya que esta fracción fue la que quedó retenida en ese tamiz.

Cuadro 5. Resultados de la determinación de granulometría

Tamiz (mm)	Retención (g)	Retención (%)	Observación
0.9	13	6.4%	Retención baja, partículas grandes
0.8	7	3.5%	Poca retención, ligeramente más fina
0.20	131	64.8%	Mayor retención (fracción dominante)
0.1	3	1.5%	Partículas finas retenidas
Fondo	48	23.8%	Pasó completamente todos los tamices
Total	202	100%	

Una porción significativa representa el 23.8%, que corresponde a partículas extremadamente finas, ya que lograron pasar por el tamiz más pequeño (0.1 mm) y se recolectaron en el fondo. Esta combinación de la fracción dominante de 0.20 mm y la alta presencia de partículas muy finas confirma la calidad de la molienda.

El resultado de la granulometría no solo cumple, sino que supera los estándares de calidad establecidos por la norma nacional NTON 03 037-07. Esta normativa exige que, para ser considerada de buena calidad, al menos el 85% del producto debe pasar a través de un tamiz de 0.5 mm.

En el caso de la harina analizada, la gran mayoría de las partículas son mucho más finas que los 0.5 mm que pide la norma, con el 64.8% concentrado en el tamiz de 0.20 mm. Esto demuestra que la harina tiene una calidad superior a la requerida, lo cual es muy favorable, ya que facilita su incorporación homogénea en productos como salsas, o bebidas, evitando la sedimentación y por ende una mejora en la textura y apariencia final de un producto.

5.2 Determinación del % de humedad en harina

Tras el análisis realizado, se determinó que la harina de moringa presenta un contenido de humedad del 13.55%. Este valor se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 037-07 / RTCA 67.01.15:07, que fija un máximo de 15.5% m/m para harinas como la de trigo fortificada.

El cumplimiento de este parámetro normativo no solo garantiza la calidad del producto, sino que también indica que hubo una deshidratación adecuada, factor clave para preservar su estabilidad microbiológica y prolongar la vida útil. Esto resulta especialmente relevante al incorporarla como ingrediente funcional en la formulación de la salsa picante, ya que un bajo contenido de humedad favorece la conservación del producto final y reduce el riesgo de proliferación por actividad microbiana.

5.3 Análisis de colorimetría

Los valores obtenidos de $L^*a^*b^*$ en cada uno de los días evaluados. El cálculo de ΔE se realizó comparando los valores del día 30 y 45 contra el valor inicial (día 1) para cada tratamiento.

Cuadro 6. Análisis ΔE final por tratamiento de la colorimetría

Tratamiento	ΔE Día 1 vs Día 45
0.05%	15.39
0.08%	9.43
0.1%	10.49

La fórmula 0.08% fue el que presentó el menor valor de ΔE (9.43), lo que indica una mayor estabilidad del color durante el período de almacenamiento. El tratamiento 0.05% mostró la mayor variación de color (15.23), mientras que el tratamiento 0.1% tuvo un ΔE intermedio (10.77). Estos resultados indican que la concentración del tratamiento influye directamente en la retención del color original.

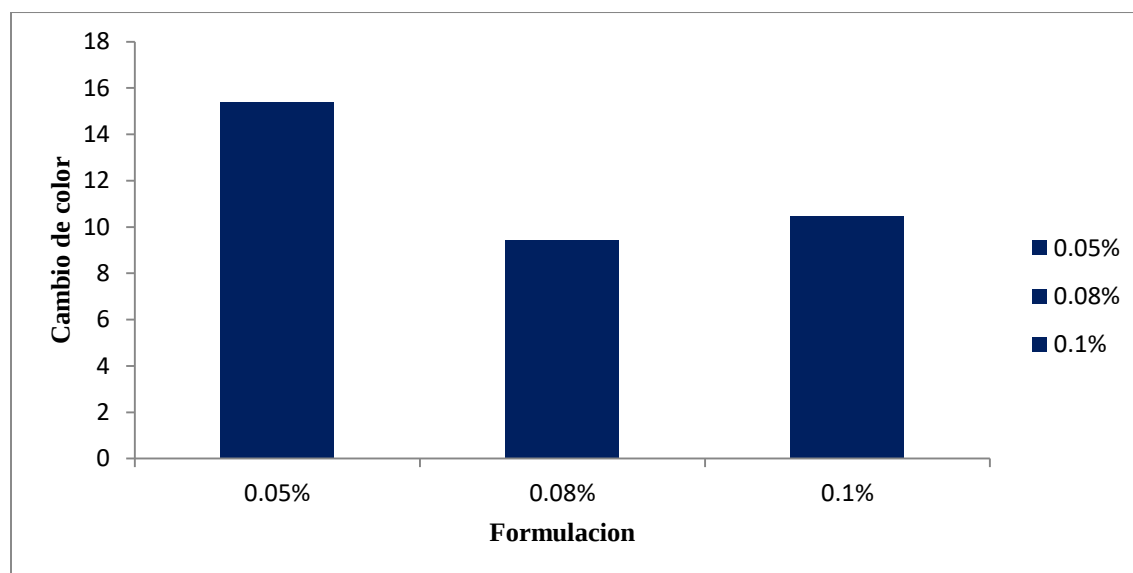


Figura 4. Cambio de color de las salsas

En la figura 7 se visualiza claramente la diferencia en la magnitud del cambio de color por tratamiento. Todos los tratamientos presentaron valores ΔE mayores, lo que significa que el cambio fue perceptible visualmente. Sin embargo, el tratamiento con 0.08% mostró el mejor desempeño en cuanto a conservación del color a lo largo del tiempo

5.4 Análisis sensorial de las salsas picantes de habanero con harina de Moringa como antioxidante

5.4.1 Análisis estadístico del color de la salsa picante con Harina de moringa

se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$). Se evaluaron cuatro tratamientos: T1 (0.05%), T2 (0.08%), T3 (0.1%) y T4 (control con ácido ascórbico al 0.5%). Los resultados muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p = 0.0049$), lo cual indica que la inclusión de harina de moringa afecta significativamente la percepción del color en las salsas.

Cuadro 7. Análisis estadístico del color de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test Fisher

F.V	SC	gl	CM	F	p- valor
Modelo	5.49	2	2.74	5.66	0.0049
Formulaciones	5.49	2	2.74	5.66	0.0049
Error	42.17	87	0.48		
Total	47.66	89			

En la Figura 3 se observa que las formulaciones F1 y F2 obtuvieron los mayores puntajes en la variable color (4.10 y 4.00 respectivamente), ubicándose dentro de la categoría "me gusta" según la escala hedónica utilizada. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas respecto al tratamiento T3, que obtuvo el menor puntaje.

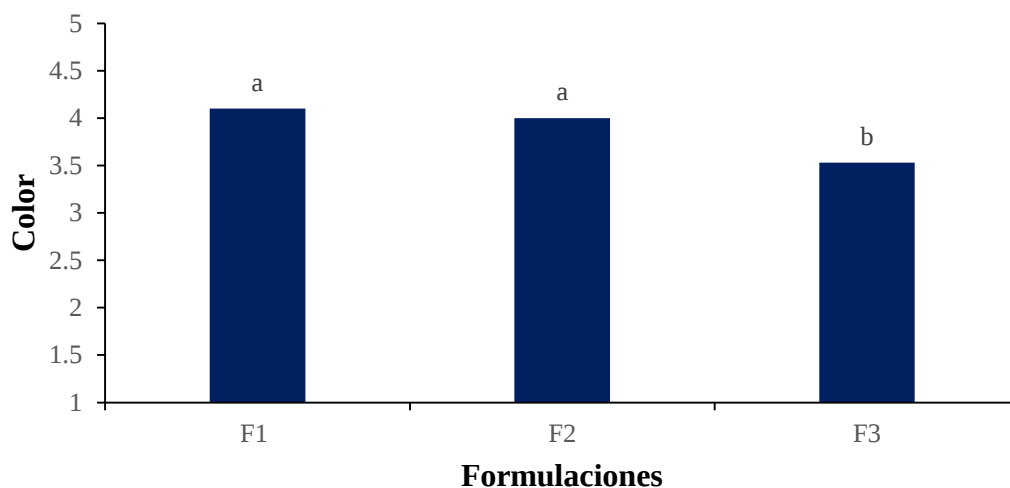


Figura 5. Percepciones de los panelistas con respecto a la variable color en las diferentes formulaciones evaluadas

Estos resultados representan un patrón similar al reportado por Espinal-Carrión et al. (2023), en el estudio de galletas fortificadas con harina de moringa y suero lácteo, donde también se observó una disminución progresiva en la aceptación del color a medida que aumentaba la concentración de moringa. En dicho estudio, aunque las puntuaciones absolutas fueron inferiores comparadas con el control sin moringa, la formulación F3 fue la que presentó la menor aceptación visual (3.475 ± 1.44), mientras que F1 y F2 mantuvieron valores intermedios y significativamente superiores a F3.

5.4.2 Análisis estadístico del olor de la salsa picante con Harina de moringa

El análisis estadístico indicó diferencias estadísticas que los evaluadores no percibieron diferencias en el olor de las formulaciones; lo que significa que la adición de harina de moringa en salsas picantes realmente tuvo un impacto en la percepción del olor.

Cuadro 8. Análisis estadístico de la variable del olor de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test de Fisher

F.V	SC	gl	CM	F	p- valor
Modelo	2.07	2	1.03	1.66	0.1954
formulaciones	2.07	2	1.03	1.66	0.1954
Error	54.03	87	0.62		
Total	56.10	89			

A pesar de la falta de significancia estadística, las formulaciones F1 y F2 obtuvieron mayores puntuaciones (3.95 y 3.80 respectivamente), mientras que el F3 mostró una menor aceptación (3.60). Según la escala hedónica, estas diferencias no alcanzan significancia, pero pueden reflejar una ligera preferencia de los panelistas por las formulaciones con menor concentración de moringa.

Estos hallazgos concuerdan con los resultados de Espinal-Carrión et al. (2023), quienes también encontraron una menor aceptación del olor en formulaciones con mayor concentración de moringa.

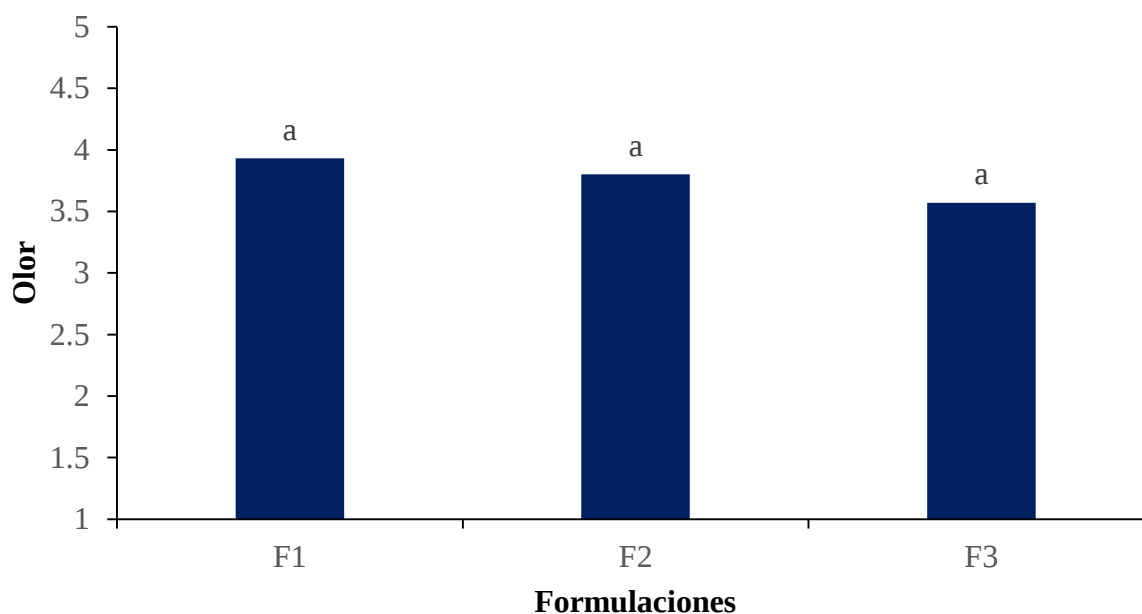


Figura 6. Promedio de la característica olor

Estos resultados presentan un patrón similar al reportado por Espinal-Carrión et al. (2023), en el estudio de galletas fortificadas con harina de moringa y suero lácteo, donde también se evidenció una disminución progresiva en la aceptación del olor conforme se incrementa la concentración de moringa. En dicho estudio, la formulación F3, con mayor proporción de sustitución, fue la que presentó la menor valoración sensorial para este atributo (2.85 ± 1.52), indicando una percepción olfativa menos agradable por parte de los panelistas. En contraste, las formulaciones F1 (4.025 ± 1.05) y F2 (3.775 ± 1.07) mantuvieron puntuaciones más altas y estadísticamente superiores a F3, lo que sugiere que niveles moderados de moringa aún permiten conservar características aromáticas aceptables. Esta tendencia coincide con los resultados del presente estudio, donde también se observó una mayor aceptación en las formulaciones F1 y F2, y una notable disminución en F3.

5.4.3 Análisis estadísticos del sabor de la salsa picante con harina de moringa

En el análisis de varianza (ANDEVA), el p-valor obtenido fue de 0.0960, por lo tanto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre las formulaciones con respecto al sabor.

Cuadro 9. Análisis estadístico de la variable del sabor de la salsa habanera con harina de moringa como antioxidante utilizando test de Fisher

F.V	SC	gl	CM	F	p- valor
Modelo	4.42	2	2.21	2.41	0.0960
Formulaciones	4.42	2	2.21	2.41	0.0960
Error	79.90	87	0.92		
Total	84.32	89			

Sin embargo, F2 obtuvo el mayor puntaje promedio (4.00), seguido de F1 (3.80), y F3 presentó la menor aceptación (3.50). Aunque no hubo diferencias significativas, esta tendencia sugiere que niveles moderados de harina de moringa pueden ser mejor aceptados en cuanto al sabor.

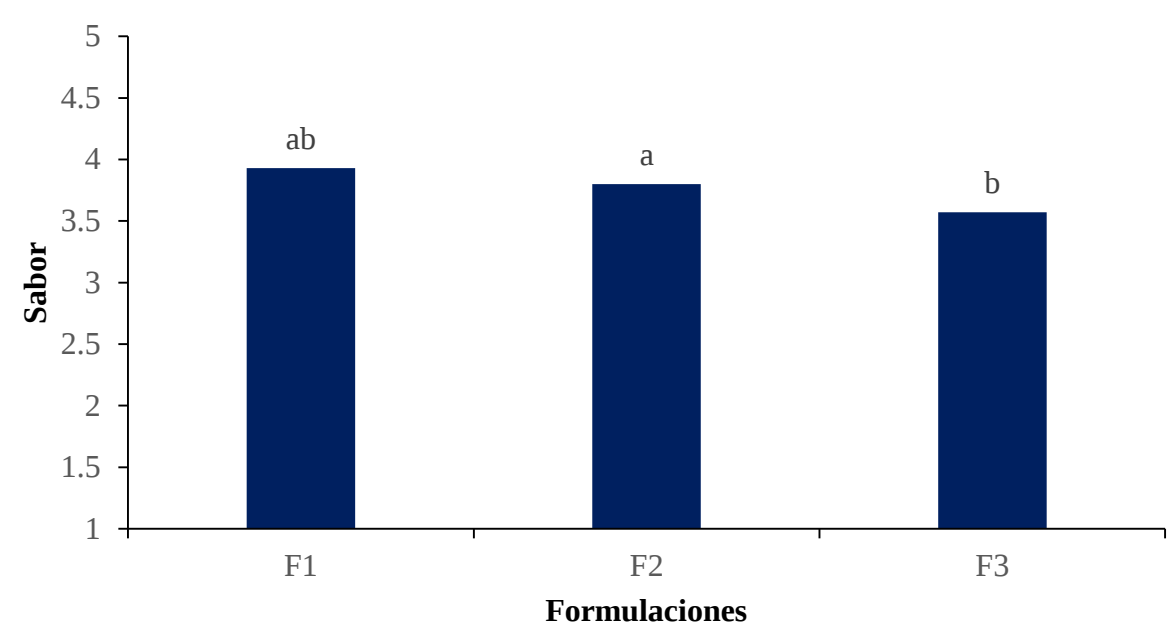


Figura 7. Promedio de la característica sabor

KC et al. (2022) menciona que el análisis de las galletas enriquecidas con moringa reveló que el sabor herbáceo estuvo presente en todas las muestras, siendo más pronunciado en aquellas con un mayor contenido de hojas, especialmente en la muestra A. Este perfil de sabor afectó negativamente la aceptación, ya que los panelistas percibieron un gusto amargo y terroso característico de las hojas de moringa. Por el contrario, al aumentar el porcentaje de flores en la formulación, el perfil de sabor mejoró considerablemente, destacando las muestras D y E como las de mejor aceptación sensorial.

5.4.4 Análisis estadístico de la textura de la salsa picante con Harina de moringa

En el análisis de varianza realizado (ANDEVA), se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas, con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Como se observa en el cuadro de ANOVA, el p-valor obtenido fue de 0.0079, lo que indica que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Esto significa que, según el análisis estadístico realizado, la variación en las formulaciones tiene un impacto significativo en la variable evaluada.

Cuadro 10 Análisis estadístico de la variable de la textura de la salsa picante de habanero con harina de moringa como antioxidante utilizando test de Fisher

F.V	SC	gl	CM	F	p- valor
Modelo	8.96	2	4.48	5.11	0.0079
Formulación	8.96	2	4.48	5.11	0.0079
Error	76.17	87	0.88		
Total	85.12	89			

En la Figura 4 se puede observar el comportamiento de las formulaciones en cuanto a la variable textura. La formulación F2 obtuvo la puntuación más alta (3.70) y fue estadísticamente diferente al resto de las formulaciones, ubicándose en una categoría distinta (“a”)

Por otro lado, las formulaciones F1 y F3 obtuvieron una puntuación promedio de 3.00, siendo estadísticamente iguales entre sí (“b”) y distintas a la formulación F2. Este resultado sugiere que la formulación F2 presentó una mejor aceptabilidad sensorial en cuanto a textura.

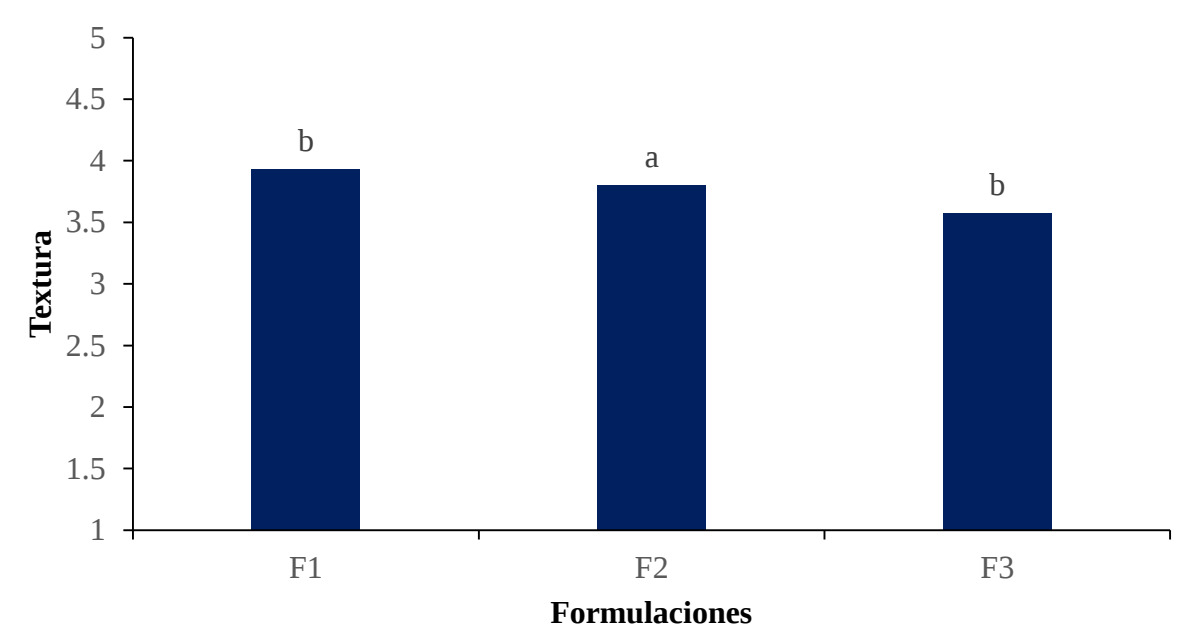


Figura 8. Promedio de característica textura

Este comportamiento es consistente con lo reportado por Zavala-Hernández et al. (2023), quienes evaluaron productos cárnicos elaborados con codorniz alimentada con *Moringa oleífera*. En dicho estudio, se evidenció que la textura más suave y jugosa fue atribuida a los productos procesados en salmuera a partir de codorniz alimentada con moringa, mientras que el tratamiento ahumado con la misma alimentación obtuvo puntuaciones superiores en textura general. Estos hallazgos respaldan la idea de que la incorporación de moringa, tanto en la dieta animal como en formulaciones alimentarias directas, puede mejorar la percepción sensorial de la textura cuando se emplea en proporciones adecuadas.

VI. CONCLUSIONES

La evaluación granulométrica de la harina de moringa se determinó que el 88.7% de las partículas pasó a través del tamiz de 0.20 mm, lo cual cumplió con los requisitos establecidos por la NTON 03 037-07. Esta granulometría fina facilitó su incorporación en la salsa, mejorando su homogeneidad en textura y coloración.

El resultado del contenido de humedad de la harina fue de 13.55%, determinado mediante el análisis termogravimétrico, resultado que se mantuvo dentro de los límites permitidos por la normativa NTON 03 037-07 / RTCA 67.01.15:07 para harinas. Esto aseguró una buena estabilidad física y microbiológica del ingrediente, permitiendo su uso en formulaciones alimenticias sin riesgo de deterioro prematuro.

Los datos obtenidos por colorimetría de la salsa habanera indicaron que la harina de moringa actuó como antioxidante natural, permitiendo una mayor estabilidad del color durante una evaluación de 30 y 45 días de almacenamiento. Se observó que el T2 de harina de moringa presentó un mejor comportamiento en cuanto a la conservación del color, mostrando una variación cromática controlada y aceptable a nivel sensorial, similar a la del tratamiento con ácido ascórbico.

El análisis sensorial evidenció que las formulaciones del T1 y T2 obtuvieron mejores puntuaciones en atributos como color, sabor y textura, posicionándose en las categorías de me gusta con un puntaje cinco puntos en la escala hedónica. En cambio, al T3 mostró una disminución en la aceptación, posiblemente debido a una mayor intensidad de notas herbales y un color menos atractivo por el aumento de harina de moringa.

La harina de moringa se consolidó como un antioxidante natural funcional en la salsa habanera, permitiendo reducir el uso de aditivos sintéticos en la elaboración de productos alimentarios, siempre que se utilice en proporciones adecuadas. Además, su aplicación demostró ser funcional desde el punto de vista tecnológico y sensorial, ofreciendo un valor agregado como ingrediente funcional en salsas picantes.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que futuras investigaciones incorporen un análisis fisicoquímico y microbiológico más completo para evaluar de manera integral el impacto de las formulaciones. La medición de parámetros como el pH, los grados brix y la viscosidad es crucial para comprender la estabilidad, el sabor y la textura del producto final. Asimismo, el análisis microbiológico permitirá determinar la vida útil y la seguridad e inocuidad de la salsa a largo plazo.

Estudiar el comportamiento de la salsa bajo diferentes condiciones de almacenamiento, incluyendo variables como temperatura, exposición a la luz y vida útil. Estos factores pueden afectar la oxidación, el color, el aroma y la textura del producto final

Incluir un análisis nutricional detallado de la salsa utilizada, con el propósito de resaltar su aporte funcional en términos de compuestos bioactivos, vitaminas, minerales y proteínas. Esto permitiría fortalecer el posicionamiento del producto como un alimento funcional.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aditivos Alimentarios. (s.f.). *Aditivos alimentarios: Mantienen el color, sabor y durabilidad de los alimentos*. Gobierno de Canarias.
https://www.gobiernodecanarias.org/cmsweb/export/sites/educacion/web/bachillerato/_ga_lerias/descargas/pau/materias_pau/quimica/recursos/4583_ADITIVOS-ALIMENTARIOS.PDF
- Alemán, R. (2022). *Evaluación de harina de amaranto (Amaranthus ssp) variedad INTA soberano en productos de panificación en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, en el periodo de octubre 2021 a junio 2022* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4579/1/tnq02a367.pdf>
- Barreiro Solórzano, J. L. (2005). *Estudio de factibilidad para el desarrollo y comercialización de salsa picante roja con maracuyá marca Zamorano en Tegucigalpa, Honduras* [Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Gestión de Agronegocios]. Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e6c6a778-17ac-4abe-8845-1fd4cbe1996a/content>
- Califano, A., & Garitta, L. (2019). *Factores que influyen sobre la vida útil sensorial de productos alimenticios: Almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil del consumidor y entorno de evaluación*. Universidad Nacional de la Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/79617>

- Comités Técnicos de Normalización y de Reglamentación Técnica de los Países de la Región Centroamericana. (2010, 11 de mayo). *NORMA TÉCNICA N°. NTON 03 037-07/RTCA 67.01.15:07*. La Gaceta, Diario Oficial N°. 87.
- <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/df67ee153de227b20625778400720fa8?OpenDocument>
- Curia, A. V., Fiszman, S. M., Gámbaro García, A., Garitta, L. V., Gómez Melis, G., Hough, G. E., López, C., Martínez, M. C., Restrepo Sánchez, P., Salvador, A., Santa Cruz, M. J., Varela, P., & Wittig de Penna, E. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de alimentos*. EDUNER, CYTED. <https://plataformaestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/LIBRO-ESTIMACION-DE-LA-VIDA-UTIL-SENSORIAL-DE-LOS-ALIMENTOS.pdf>
- Dachana, K. B., Rajiv, J., Indrani, D., & Prakash, J. (2010). Effect of dried moringa (*Moringa oleifera* Lam) leaves on rheological, microstructural, nutritional, textural and organoleptic characteristics of cookies. *Journal of Food Quality*, 33(5), 660–677.
- <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2010.00346.x>
- Dhasarathan, P., Keerthika, B., Naavarasi, N., & Ranjitsingh, A. (2020). A novel technology to prevent premature spoilage of milk and shelf life extension of milk using extracts of *Moringa oleifera* Lam. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 1766-1769. https://www.researchgate.net/publication/350967813_Moringa_oleifera_Uses_of_leaves_and_seeds_in_the_food_industry

- Doménech, G., Durango, A. M., & Ros, G. (2017). *Moringa oleifera*: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(2), 86-97.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222017000200003&lng=es&tlng=es.
- Espinal-Carrión, T., García-Sampedro, G. G., Domínguez-Rico, S. A., Ventura-Montes, C. M., & Vázquez-Martínez, A. (2023). Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 73(1). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2023/1/art-4/>
- FAO. (2021). *Norma general para los aditivos alimentarios. Codex Alimentarius*.
https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS_192-1995%252FCXS_192s.pdf
- Fortune Business Insights. (2025) . *Hot Sauce Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis*.
<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/hot-sauce-market-100495>
- García, R. (2017). *Estudio sobre la capacidad antioxidante de extractos de hoja de Moringa oleífera de diferente origen geográfico* [Tesis de grado, Universidad Da Coruña]. Repositorio UDC. <https://ruc.udc.es/rest/api/core/bitstreams/ff6d707b-fd07-4176-942f-4a551bb34a83/content>
- Jamanca, N., & Alfaro, S. (2017). *Antioxidantes en los alimentos* [Serie Notas de Clases, Universidad Nacional de Barranca].
<https://repositorio.unab.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/b62c12d2-cdde-4842-922f-d33e20d5457d/content>

KC, Y., Bhattarai, S., Shiwakoti, LD, Paudel, S., Subedi, M., Pant, BR, ... Upadhyaya, J. (2022).

Análisis sensorial y químico de galletas preparadas con polvo de flor y hoja de *moringa*. *Revista Internacional de Propiedades Alimentarias*, 25 (1), 894–906.

<https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2069807>

López Paz, R. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo*. [Tesis de ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO.

<https://repositorio.upao.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/7b1b96c6-18c8-f7ab-e050-010a1c030756/content>

Microlab Industrial. (2011, 28 de junio). *Método de la Termobalanza*. Blog Microlab Industrial.

<https://www.microlabindustrial.com/blog/metodo-de-la-termobalanza>

Mukumbo, F. E., Descalzo, A. M., Collignan, A., Hoffman, L. C., Servent, A., Muchenje, V., &

Arnaud, E. (2020). Effect of *Moringa oleifera* leaf powder on drying kinetics, physico-chemical properties, ferric reducing antioxidant power, α -tocopherol, β -carotene, and lipid oxidation of dry pork sausages during processing and storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), e14300. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14300>

Nicosia, C. Fava, P. Pulvirenti, A. Antonelli, A. & Licciardello, F. (2021). Domestic use simulation and secondary shelf life assessment of industrial pesto alla genovese. *National Center for Biotechnology Information*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8391206/>

Peñalver, R., Martínez-Zamora, L., Lorenzo, J. M., Ros, G., & Nieto, G. (2022). Nutritional and Antioxidant Properties of *Moringa oleifera* Leaves in Functional Foods. *Foods*, 11(8), 1107. <https://doi.org/10.3390/foods11081107>

Proyecto MARANGO (PROMARANGO). (2017). *Proyecto MARANGO (PROMARANGO)*.

Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3585/1/RENF01R457.pdf>

Reyes-Sánchez, N. (2017). *Proyecto MARANGO (PROMARANGO)*. Universidad Nacional

Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3585/1/RENF01R457.pdf>

Requena Peláez, J. M. (2013). Harinas. Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza, (60).

https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_REQ_UENA_1.pdf

Riaz, A., & Wahabí, S. (2021). Efficacy of Moringa leaves powder as a supplement in whole wheat flour biscuit. *Sarhad Journal of Agriculture*, 37(2), 573-585.

<https://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.2.573.585>

Roldán Gutiérrez, A. D. (2022). *Modelado de cambios cualitativos en salsa de ajo mediante evaluación de vida de anaquel secundaria bajo condiciones aceleradas* [Proyecto de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio digital de

Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c371e84e-10db-4d33-b315-ff5b4369390a/content>

Romero, B. (2006). *Elaboración y caracterización de una harina de maíz, soya y zanahoria para la elaboración de una sopa instantánea* [Tesis de ingeniería, Universidad de la Salle].

Repositorio La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/63509663-3865-46ee-82dd-42b0cb8aef41>

Sikorska, J. (2023, 2 de octubre). *Ácido ascórbico y su uso en alimentos*. Foodcom.pl.

<https://foodcom.pl/es/acido-ascorbico-y-su-uso-en-alimentos/>

Vélez, J. (2019). *Granulometría de las harinas*. Recuperado de

<https://es.scribd.com/document/412218827/Granulometria-de-Las-Harinas>

Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (2015). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos* [Documento académico]. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/360475901/metodos-sensoriales-basicos-para-la-evaluacion-de-alimentos-1-pdf>

XRF Scientific. (s.f.). *Detección de Humedad en Alimentos y Piensos con Analizador TGA*.

<https://es.xrfscientific.com/deteccion-humedad-alimentos-piensos-con-analizador-tga/>

Zavala-Hernández, A., Flota-Bañuelos, C., Chab-Ruiz, A. O., Rosales-Martínez, V., & Fraire-Cordero, S. (2023). Análisis sensorial de chorizo, salmuera y ahumado de Coturnix. *Ciencia Ergo sum*, 30(1), 55–62.

<https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/17458/15978>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato para la evaluación por colorimetría

Universidad Nacional Agraria
Facultad de agronomía
Ingeniería en Agroindustria de los Alimentos
Formato para recolección de datos de cambios de color

En el siguiente cuadro se presentan los registros de los cambios de color de la salsa habanera durante un periodo de 30 y posteriormente 15 días después.

Fecha	fórmula	Luminosidad (L*)	Valores de verde a rojo (a*)	Valores de azul a amarillo (b*)	ΔE
16/12/2024		53	17	60	0.00
16/01/2025	0.05%	51	17	58	2.83
31/01/2025		42	13	50	15.39
16/12/2024		57	12	63	0.00
16/01/2025	0.08%	60	14	65	4.12
31/01/2025		64	6	65	9.43
16/12/2024		47	7	39	0.00
16/01/2025	0.1%	49	6	27	12.21
31/01/2025		50	6	49	10.49

Anexo 2. Formato de evaluación sensorial de la salsa habanera

Universidad Nacional Agraria

Facultad de agronomía

Ingeniería en Agroindustria de los Alimentos

Test de escala hedónica para evaluación sensorial

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Producto: Salsa habanera con harina de Moringa como antioxidante.

Indicaciones: a continuación, tiene tres muestras que serán evaluadas por usted, en las cuales hay diferentes porcentajes de harina de hoja de Moringa. Antes de empezar enjuague su boca con agua y después de analizar cada muestra, pruebe cada muestra codificada y tome la muestra completa en su boca.

Califique de acuerdo con la escala presentada y marque con una X la que considere correspondiente:

- Me encanta: 5, Me gusta 4, No me gusta ni me disgusta 3, Me disgusta 2, No me gusta

MUESTRA 1				
clasificación	Color	Sabor	olor	textura
Me encanta				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
No me gusta				

MUESTRA 2				
clasificación	Color	Sabor	olor	textura
Me encanta				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
No me gusta				

MUESTRA 3				
clasificación	Color	Sabor	olor	textura
Me encanta				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
No me gusta				

Anexo 3. Resultados de la colorimetría

colorimetría DIA 1 Tratamiento 0.05%

Modelo de Color	Valor
RGB	174, 113, 0
RGB (%)	68%, 44%, 0%
HEX	#AE7100
CMYK	0%, 35%, 100%, 32%
HSL	39°, 100%, 34%
HSV	39°, 100%, 68%
Lab	53, 17, 60

Colorimetría DIA 30 Tratamiento 0.05%

Modelo de Color	Valor
RGB	170,109,1
RGB (%)	67%, 43%, 1%
HEX	#AA6D01
CMYK	0%, 36%,99%, 33%
HSL	38°, 98%, 34%
HSV	38°, 99°, 67°
Lab	51°, 17°,58°

Colorimetría DIA 45 Tratamiento 0.05%

Modelo de Color	valor
RGB	135,90,1
RGB (%)	53%, 35%, 1%
HEX	#875A01
CMYK	0%,34%, 99%, 47%
HSL	40°,98%,27%
HSV	40°, 99°, 53°
Lab	42°, 13°, 50°

Colorimetría DIA 1 Tratamiento 0.08%

Modelo de Color	Valores
RGB	180, 126, 0
RGB%	71% 49% 0%
HEX	#B47E00
CMYK	0% Cian, 30% Magenta, 100% Amarillo, 29% Negro
HSL	42° Matiz, 100% Saturación, 35% Luminosidad
HSV	42° Matiz, 100% Saturación, 71% Valor
Lab*	57* Luminosidad, 12* a*, 63* b*

Colorimetría DIA 30 Tratamiento 0.08%

Modelo de color	Valores
RGB	192, 134, 1
RGB%	75% 52% 0%
HEX	#C08601
CMYK	0% Cian, 30% Magenta, 99% Amarillo, 25% Negro
HSL	42° Matiz, 99% Saturación, 38% Luminosidad
HSV	42° Matiz, 99% Saturación, 75% Valor
Lab*	60* Luminosidad, 14* a*, 65* b*

Colorimetría DIA 45 0.08%

Modelos de color	Valores
RGB	194, 150, 23
RGB%	76%, 59%, 9%
HEX	#C29617
CMYK	0%, 23%, 88%, 24%
HSL	44°, 79%, 43%
HSV	44°, 88%, 76%
Lab*	64*, 6*, 65*

Colorimetría Día 1 Tratamiento 0.1%

Modelo de Color	Valores
RGB	139, 106, 44
RGB%	55%, 42%, 17%
HEX	#8B6A2C
CMYK	0%, 24%, 68%, 45%
HSL	39°, 52%, 36%
HSV	39°, 68%, 55%
Lab*	47, 7, 39

Colorimetría Día 30 Tratamiento 0.1%

Modelo de colores	Valores
RGB	140, 111, 70
RGB%	55%, 44%, 28%
HEX	#8C6F46
CMYK	0%, 21%, 50%, 45%
HSL	35°, 33%, 41%
HSV	35°, 50%, 55%
Lab*	49*, 6*, 27*

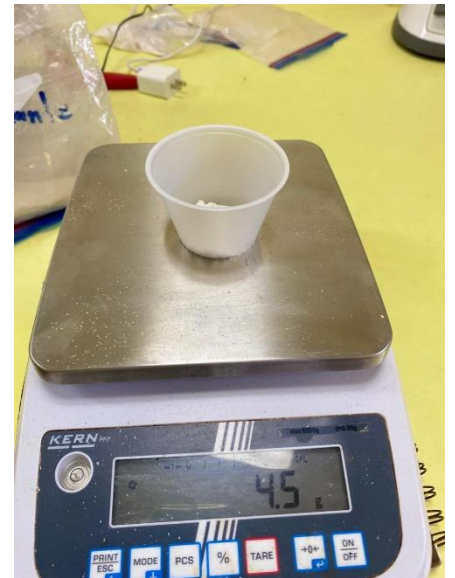
Colorimetría Día 45 Tratamiento 0.1%

Modelo de colores	Valores
RGB	149, 114, 28
RGB%	58%, 45%, 11%
HEX	#95721C
CMYK	0%, 23%, 81%, 42%
HSL	43°, 68%, 35%
HSV	43°, 81%, 58%
Lab*	50*, 5*, 49*

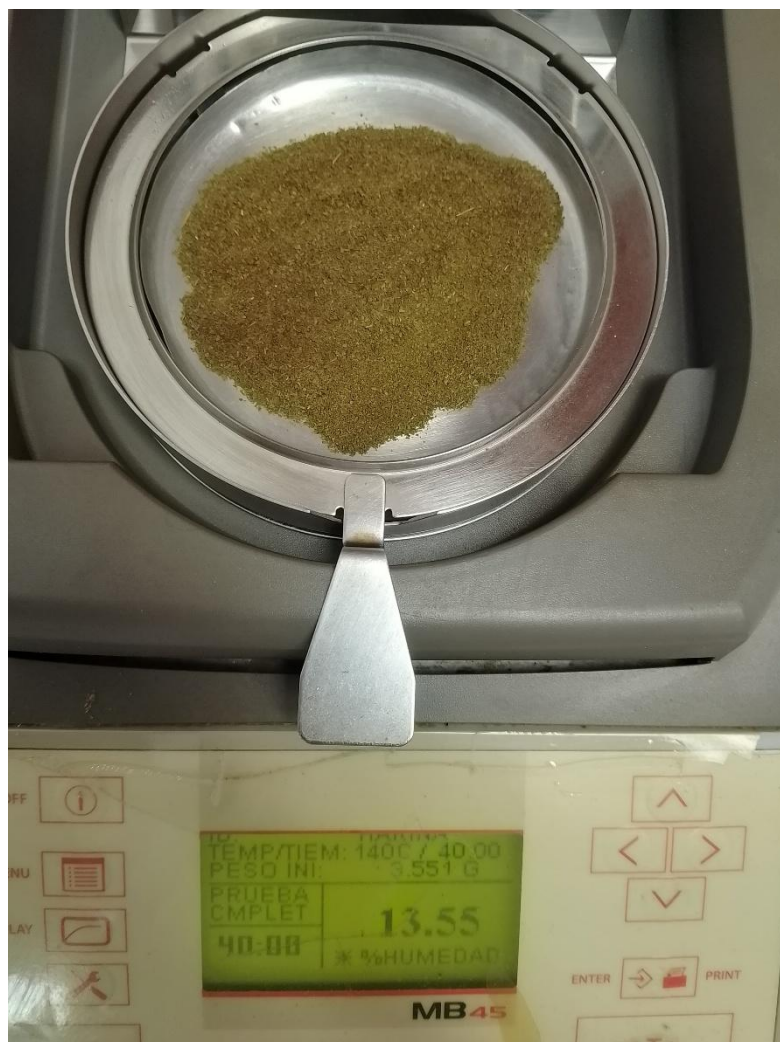
Anexo 4. Elaboración de la harina de moringa



Anexo 5. Elaboración de la salsa de habanera



Anexo 6. Determinación de humedad



Anexo 7. Resultados obtenidos por andeva Fischer

Análisis de la varianza

Color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
color 90	0.12	0.09	17.95	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.49	2	2.74	5.66	0.0049
formulación	5.49	2	2.74	5.66	0.0049
Error	42.17	87	0.48		
Total	47.66	89			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.35728

Error: 0.4847 gl: 87

formulación	Mediasn	E.E.	
1.00	4.10	30	0.13 A
2.00	4.00	30	0.13 A
3.00	3.53	30	0.13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
sabor 90	0.05	0.03	26.22	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.42	2	2.21	2.41	0.0960
formulación	4.42	2	2.21	2.41	0.0960
Error	79.90	87	0.92		
Total	84.32	89			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.49181

Error: 0.9184 gl: 87

formulación	Mediasn	E.E.	
2.00	3.97	30	0.17 A
1.00	3.53	30	0.17 A B
3.00	3.47	30	0.17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Olor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
olor	90	0.04	0.01	20.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.07	2	1.03	1.66	0.1954
formulación	2.07	2	1.03	1.66	0.1954
Error	54.03	87	0.62		
Total	56.10	89			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.40444

Error: 0.6211 gl: 87

formulación	Mediasn	E.E.	
1.00	3.93	30	0.14 A
2.00	3.80	30	0.14 A
3.00	3.57	30	0.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
textura	90	0.11	0.08	28.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.96	2	4.48	5.11	0.0079
formulación	8.96	2	4.48	5.11	0.0079
Error	76.17	87	0.88		
Total	85.12	89			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.48018

Error: 0.8755 gl: 87

formulación	Mediasn	E.E.	
2.00	3.70	30	0.17 A
1.00	3.07	30	0.17 B
3.00	3.00	30	0.17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Verificación de colorimetría

