



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustrias

Tema:

DESARROLLO DE UN PRODUCTO UNTABLE A BASE DE MAÍZ MORADO (*Zea Mays L*) YAMARANTO (*Amaranthus Caudatus*), CON ACEITE VEGETALES COMO UNA ALTERNATIVA NUTRITIVA Y FUNCIONAL EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustrias

Autores:

Azogue Poaquiza César Orlando

Chimbo Cando Johnny Enrique

Tutor:

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.

Guaranda – Ecuador

2025

DESARROLLO DE UN PRODUCTO UNTABLE A BASE DE MAÍZ MORADO
(*ZEA MAYS L.*), Y AMARANTO (*AMARANTHUS CAUDATUS*), CON ACEITES
VEGETALES COMO UNA ALTERNATIVA NUTRITIVA Y FUNCIONAL EN
LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Revisado y Aprobado por:



Ing. Favian Balcas Morejón PhD.

TUTOR

Ing. Diego Moposita MSc

PAR LECTOR

Ing. Alim. Carlos Moreno PhD

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Azogue Poaquiiza César Orlando, con CI 0250010675, y Chimbo Cando Johnny Enrique, con CI 0250256112 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Azogue Poaquiiza César Orlando
C.I: 0250010675



Chimbo Cando Johnny Enrique
C.I: 0250256112



Ing. Favian Dayas Morejón PhD.

C.I: 0201811916

TUTOR





DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N°20250201004P00676

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
JOHNNY ENRIQUE CHIMBO CANDO Y
CESAR ORLANDO AZOGUE POAQUIZA
CUANTÍA: INDETERMINADA
DI 2 COPIA

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy miércoles a los veintitrés días del mes de julio del año dos mil veinticinco, ante mí DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores JOHNNY ENRIQUE CHIMBO CANDO, de estado civil soltero y CESAR ORLANDO AZOGUE POAQUIZA, de estado civil soltero, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantil ambas partes, domiciliado el primero en comparecer en la parroquia Guarajo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho tres ocho cuatro tres dos nueve cero; y, con correo electrónico jehchimbo@mailes.ueb.edu.ec; y, el segundo, en comparecer domiciliado en la parroquia Samangay, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho cuatro cero ocho cinco nueve cuatro ocho; y, con correo electrónico cazague@mailes.ueb.edu.ec; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de los comparecientes se adjunta sus documentos personales como son sus cédulas de ciudadanía y certificados de votación, como documentos habilitantes. Los comparecientes me autorizan de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorpore a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de las partes adjunto sus documentos personales como son cédulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en firma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que acepte su declaración juramentada. Nosotros JOHNNY ENRIQUE CHIMBO CANDO, de estado civil soltero y CESAR ORLANDO AZOGUE POAQUIZA, de estado civil soltero, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: "DESARROLLO DE UN PRODUCTO ENTABLE A BASE DE MAÍZ MORADO (*ZEA MAIZ L*), Y AMARANTO (*AMARANTHUS CAUDATUS*), CON ACEITES VEGETALES COMO UNA ALTERNATIVA NUTRITIVA Y FUNCIONAL EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA". Previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a los comparecientes por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy fe.-----

SR. JOHNNY ENRIQUE CHIMBO CANDO,
C.C. 025 025 6113

SR. CESAR ORLANDO AZOGUE POAQUIZA,
C.C. 025 0040 675

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA ANTI-PLAGIO



Page 1 of 55 - Cover Page

Submission ID trnold::27255474925999

Tesis_Cesar_Azogue_Johnny_Chimbo

 Universidad César Vallejo

Document Details

Submission ID
trnold::27255474925999

49 Pages

Submission Date
Jul 20, 2025, 12:41 AM GMT-5

9,072 Words

Download Date
Jul 20, 2025, 12:43 AM GMT-5

48,796 Characters

File Name
Tesis_Cesar_Azogue_Johnny_Chimbo

File Size
57.8 KB

esto bueno
Reservado






Page 1 of 55 - Cover Page

Submission ID trnold::27255474925999

8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 7%  Internet sources
- 0%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud a mi familia, que ha sido mi base, mi fuerza y mi inspiración constante.

A mis padres, por sus sacrificios, enseñanzas y por nunca dejar de creer en mí.

A mi esposa y a mi hijo, por ser mi motivo y motor incondicional en cada etapa de este camino.

Gracias por estar siempre, en los momentos buenos y en los difíciles.

Este logro también es de ustedes.

Con todo mi cariño,

César Orlando Azogue Poaquiza

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi querida madre María Gregoria Cando por su amor incondicional y su incansable apoyo durante mi proceso de investigación de mi tesis pues tu presencia ha sido mi fuente de fuerza y motivación en los momentos más difíciles gracias por creer en mí, tu amor y dedicación han sido fundamentales en este logro .

IN MEMORIAM

En honor a mi abuela Mercedes Cando , mi fuente de inspiración y sabiduría. Aunque ya no estés físicamente conmigo, tu espíritu y amor continúan guiándome en cada paso de este camino.

Johnny Enrique Chimbo Cando

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

A mi familia, por su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de toda mi formación académica. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mis docentes y tutores, por compartir su conocimiento, por su orientación constante y por haber sido guías fundamentales en mi proceso de aprendizaje.

A mis compañeros de estudio, por su amistad, colaboración y por los momentos compartidos que hicieron más llevadero este camino.

Finalmente, agradezco a Dios por darme la salud, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante en mi vida.

César Orlando Azogue Poaqui

AGRADECIMIENTO

Dios, gracias por tu amor y tu bondad, hoy me permites sonreír ante este logro que es el resultado de tu ayuda, después de haberlo intentado varias veces, aprendo que solo en tus manos podemos lograr nuestras metas.

Los retos de la vida no están ahí para bloquear el camino sino para permitir descubrir quiénes somos y de que material estamos hechos. Esto nos otorga la sabiduría y el poder de vencer los obstáculos convirtiéndolos en enseñanzas.

La familia es el pilar de mayor importancia que podemos tener en nuestras vidas, Por eso hoy agradezco a mi madre María Gregoria Cando por ser una madre por poner en mí toda su fe y confianza de ver este sueño hecho realidad.

Gracias a mi padre Juan de la Cruz Chimbo Bayas por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A mis hermanas(os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

Agradezco a nuestros docentes de la carrera, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente su valioso aporte para nuestra investigación.

Johnny Enrique Chimbo Cando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.
CAPITULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPITULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Maíz Morado (<i>Zea Mays L</i>)	6
2.1.1. Producción de maíz en Ecuador	7
2.1.2. Composición nutricional del maíz morado	7
2.1.3. Propiedades funcionales del maíz morado	8
2.1.4. Uso en la industria del maíz morado	8
2.2. Amaranto (<i>Amaranthus Caudatus</i>)	9
2.2.1. Producción de amaranto en Ecuador	9
2.2.2. Composición nutricional del amaranto	10
2.2.3. Propiedades funcionales del amaranto	11
2.2.4. Uso en la industrial del amaranto	11
2.3. Alimento funcional	11
2.4. Producto untable	12
2.5. Aceites vegetales	13
2.6. Actividad antioxidante en alimentos	13
CAPITULO III	15

3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1.	Ubicación de la investigación	15
3.1.1.	Localización de la investigación	15
3.1.2.	Situación geográfica y edafoclimática	15
3.2.	Metodología	15
3.2.1.	Material en estudio	15
3.2.2.	Factores en estudio	15
3.2.3.	Tratamientos	16
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico	17
3.2.5.	Tipos de análisis	18
3.2.6.	Manejo de la investigación	18
3.2.7.	Análisis de datos	23
	CAPITULO IV	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1.	Caracterización bromatológica de la harina del maíz morado y amaranto	24
4.2.	Actividad antioxidante y contenido de proteínas.	26
4.2.1.	Análisis de varianza para contenido de proteínas	26
4.2.2.	Análisis de varianza para actividad antioxidante	29
4.3.	Determinación del mejor tratamiento con base en un análisis sensorial	33
4.3.1.	Análisis de varianza para el atributo color	33
4.3.2.	Análisis de varianza para el atributo olor	34
4.3.3.	Análisis de varianza para el atributo sabor	36
4.3.4.	Análisis de varianza para el atributo textura	37
4.3.5.	Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad	39
4.4.	Caracterización de las propiedades bromatológicas del mejor tratamiento del producto untable	40

4.5. Comprobación de las hipótesis	42
CAPITULO V	44
5.1. CONCLUSIONES	44
5.2. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Valor nutricional de la semilla de maíz morado por cada 100 g.	7
2	Composición química de la semilla de amaranto por cada 100 g.	10
3	Factores en estudio	16
4	Tratamientos del estudio	16
5	Características del experimento	17
6	Modelo de ANOVA para el diseño en arreglo factorial AxBxC	18
7	Métodos de análisis bromatológicos	18
8	Análisis de la harina de maíz morado y amaranto	24
9	Análisis de varianza para proteínas	26
10	Método: Tukey HSD - para proteínas	27
11	Análisis de varianza para actividad antioxidante	29
12	Método: Tukey HSD para actividad antioxidante	30
13	Análisis de varianza para color	33
14	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para color	33
15	Análisis de varianza para olor	34
16	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para olor	35
17	Análisis de varianza para sabor	36
18	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para sabor	36
19	Análisis de varianza para textura	37
20	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para textura	38
21	Análisis de varianza para aceptabilidad	39
22	Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para aceptabilidad	39

23	Análisis bromatológico del producto untable (T10 y T12)	40
24	Análisis microbiológico del producto untable (T10 y T12)	41
25	Comprobación de hipótesis para contenido de proteínas	42
26	Comprobación de hipótesis para actividad antioxidante	43
27	Comprobación de hipótesis para análisis sensorial	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Maíz Morado (<i>Zea Mays L</i>)	6
2	Amaranto (<i>Amaranthus Caudatus</i>)	9
3	Diagrama de proceso para el producto untable	21
4	Gráfica de interacciones para proteínas	28
5	Gráfica de interacciones para actividad antioxidante	31
6	Gráficas de medias para el atributo color	34
7	Gráficas de medias para el atributo olor	35
8	Gráficas de medias para el atributo sabor	37
9	Gráficas de medias para el atributo textura	38
10	Gráficas de medias para el atributo aceptabilidad	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Presupuesto
3	Formato de ficha de recolección de datos
4	Valores de la respuestas experimentales para proteína
5	Valores de la respuestas experimentales para cantidad de antioxidantes
6	Análisis de la investigación
7	Tabla de tratamientos ingresados al software Statgraphics.
8	Fotografías de la investigación
9	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue desarrollar un producto untable a base de maíz morado (*Zea mays* L.) y amaranto (*Amaranthus caudatus*), con el uso de aceites vegetales, como una alternativa funcional y nutritiva en la industria alimentaria. Para ello, se caracterizaron las harinas base mediante análisis bromatológicos, para establecer sus contenidos de humedad, ceniza, grasa, fibra y proteína; se estableció el diseño experimental en arreglo factorial A×B×C (3×2×2), donde se evaluó la proporción de harinas, temperatura de pasteurización y tipo de aceite en 12 tratamientos. Se determinaron como variables de respuesta la actividad antioxidante y el contenido de proteínas, además de la aceptabilidad sensorial del producto. Los análisis estadísticos (ANOVA y Tukey HSD) mostraron efectos altamente significativos de los tres factores y sus interacciones sobre las variables evaluadas. El tratamiento 10 obtuvo el mayor contenido de proteínas (17,12 %) y la más alta actividad antioxidante (38,91 %), mientras que el tratamiento 12 se destacó por su mayor aceptación sensorial. Ambos tratamientos fueron sometidos a análisis bromatológicos y microbiológicos, para confirmar su perfil nutricional y ausencia de *E. coli* y flora mesófila aerobia, para garantizar su inocuidad. La formulación propuesta demuestra ser una opción viable como alimento funcional, ya que combina las propiedades nutricionales, capacidad antioxidante y buena aceptabilidad sensorial, de esta manera se contribuye al desarrollo de productos innovadores y saludables a partir de materias primas andinas con valor agregado.

Palabras clave: Producto untable, maíz, maíz morado, amaranto, harinas, antioxidantes, proteínas, bromatológico, microbiológico.

SUMMARY

The objective of this research was to develop a spreadable product based on purple corn (*Zea mays* L.) and amaranth (*Amaranthus caudatus*), using vegetable oils, as a functional and nutritious alternative in the food industry. To achieve this, the base flours were characterized through bromatological analyses to determine their moisture, ash, fat, fiber, and protein content. A factorial experimental design A×B×C (3×2×2) was established, evaluating the proportion of flours, pasteurization temperature, and type of oil across 12 treatments. Response variables included antioxidant activity, protein content, and the sensory acceptability of the product. Statistical analyses (ANOVA and Tukey HSD) revealed highly significant effects of the three factors and their interactions on the evaluated parameters. Treatment 10 exhibited the highest protein content (17.12%) and the greatest antioxidant activity (38.91%), while treatment 12 was the most sensorially accepted. Both treatments underwent bromatological and microbiological analysis to confirm their nutritional profile and the absence of *E. coli* and aerobic mesophilic flora, ensuring product safety. The proposed formulation proves to be a viable option as a functional food, as it combines notable nutritional properties, antioxidant capacity, and favorable sensory acceptance. Thus, it contributes to the development of innovative and health-oriented products derived from Andean raw materials with added value.

Keywords: Spreadable product, corn, purple corn, amaranth, flours, antioxidants, proteins, bromatological, microbiological.

CAPITULO I

1.1.INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cultivo de maíz morado (*Zea Mays L*) ha adquirido gran relevancia económica, al ser considerado un superalimento o "superfood" y un ingrediente nutracéutico (Andrade, 2022). Paralelamente, el amaranto (*Amaranthus caudatus*), gracias a su potencial agronómico y capacidad para crecer en condiciones ambientales adversas, se ha posicionado como uno de los cultivos más promisorios para fortalecer a la seguridad alimentaria y batallar la malnutrición (Urbina et al., 2023).

A nivel mundial, el maíz morado se valora principalmente por su elevada concentración de compuestos bioactivos como las antocianinas que se emplean en industrias, como la alimentaria, cosmética y farmacéutica (Andrade, 2022). En países como Ecuador y Perú, esta variedad de maíz es comúnmente utilizada para la extracción comercial de antocianinas tanto del grano como de la coronta, lo que facilita su empleo en la producción de alimentos funcionales (Aguilar-Hernández et al., 2019).

Se escogió elaborar un producto untable debido a que responde a las tendencias actuales de consumo, donde los consumidores buscan alimentos nutritivos, prácticos y con valor añadido en cuanto a beneficios para la salud; los untables son fáciles de incorporar en la dieta diaria, al ser versátiles y convenientes, además de poseer una textura atractiva y adaptable a diferentes preparaciones (Figuroa, 2021). Mientras que, el interés por los alimentos funcionales es impulsado por la toma de conciencia sobre el papel de la nutrición en la prevención de enfermedades y el mantenimiento de una vida saludable.

Los beneficiarios directos de esta investigación serán los productores de maíz morado y amaranto en la parroquia San Lorenzo, ubicada en la provincia de Bolívar; al difundir los resultados sobre las cualidades nutricionales de ambos cultivos, se espera fomentar el consumo de estos productos, promoviendo no solo un mayor bienestar nutricional en la población, sino también un impulso a la economía local a través del desarrollo de nuevas alternativas comerciales.

Por consiguiente, el propósito de esta investigación es contribuir al desarrollo de un producto untable a base de maíz morado y amaranto, que no solo sea una opción nutritiva, sino que también represente un alimento funcional capaz de aportar beneficios adicionales a la salud humana.

1.2.PROBLEMA

América Latina y el Caribe enfrentan una creciente crisis alimentaria caracterizada por el aumento del hambre, el sobrepeso infantil, la obesidad en adulto y la inseguridad alimentaria; la región ha visto empeorar su situación socioeconómica debido a la pandemia, la desigual distribución de ingresos y el aumento de los precios de los alimentos, estos factores han agravado la inseguridad alimentaria y encarecido el costo de una dieta saludable (FAO et al., 2023) En 2020, el 7,5% de los niños menores de cinco años en la región presentaba sobrepeso; esta cifra se elevó al 8,2% en Sudamérica y al 6,6% en el Caribe, mientras que en Mesoamérica fue del 6,3%. Asimismo, la anemia afecta al 17,2% de las mujeres entre 15 y 49 años, con una prevalencia cercana al 30% en el Caribe (CEPAL, 2022).

En el caso de Ecuador, el número de personas en situación de inseguridad alimentaria ha crecido considerablemente, según la FAO, entre 2014 y 2021, el número de afectados pasó de un millón a dos millones; además, la pobreza afecta al 24,5% de la población, siendo más severa en zonas rurales donde alcanza el 43% (Cobeña & Lema, 2023). La desnutrición también es alarmante, con 1 de cada 5 niños sufriendo de baja talla para su edad y el 12% de los menores con desnutrición global; en las comunidades rurales e indígenas, la prevalencia de retraso en el crecimiento es el doble de la de otros grupos étnicos, alcanzando el 42,3% (Peralta et al., 2021).

En países Latinoamericanos como México y Perú, tanto el amaranto como el maíz morado son utilizados en diversas presentaciones alimenticias debido a su alto valor nutricional. Sin embargo, en Ecuador, especialmente en provincias pequeñas como Bolívar, existen pocos datos sobre su producción, a pesar de sus reconocidos beneficios para la salud; por esta razón, el desarrollo de un producto untable a base de estos ingredientes contribuirá a la oferta de alimentos funcionales, creando una alternativa nutritiva y accesible.

En este contexto, la pregunta de investigación que surge es: ¿Cómo desarrollar un producto untable nutritivo y funcional a base de maíz morado (*Zea Mays L*) y amaranto (*Amaranthus Caudatus*) que optimice sus propiedades antioxidantes y proteicas, y que sea aceptado sensorialmente por los consumidores?.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un producto untable a base de maíz morado (*Zea Mays L*), y amaranto (*Amaranthus Caudatus*) con aceites vegetales, como una alternativa nutritiva y funcional en la industria alimentaria.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la harina del maíz morado y amaranto mediante análisis de las propiedades bromatológicas.
- Establecer la mezcla óptima de harina de maíz morado y amaranto, la mejor temperatura de pasteurización y el mejor tipo de aceite a ocupar en la elaboración del producto untable con base a la actividad antioxidante y contenido de proteínas.
- Determinar el mejor tratamiento en base a un análisis sensorial.
- Caracterizar las propiedades bromatológicas del mejor tratamiento del producto untable.

1.4.HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (H₀)

(H₀): La mezcla de maíz morado (*Zea Mays* L) y amaranto (*Amaranthus Caudatus*) con la temperatura de pasteurización y el tipo de aceite presentan igual propiedades nutricionales, funcionales y de aceptabilidad.

Hipótesis Alterna (H_a)

(H_a): La mezcla de maíz morado (*Zea Mays* L) y amaranto (*Amaranthus Caudatus*) con la temperatura de pasteurización y el tipo de aceite presentan diferentes propiedades nutricionales, funcionales y de aceptabilidad.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Maíz Morado (*Zea Mays L*)

El *Zea mays L.* (variedad morada) es un cereal que ha sido originario del Perú, cultivado desde tiempos prehispánicos, como lo evidencian las mazorcas halladas en antiguas tumbas y las representaciones en cerámica precolombina. Tradicionalmente, su uso principal se ha centrado en la elaboración de bebidas como la chicha y la colada morada; sin embargo, en la actualidad también se emplea en la producción de extractos acuosos atomizados de maíz morado (Flores-Cortez et al., 2019). Esta variedad se cultiva en altitudes comprendidas entre los 1200 y 4000 msnm, y es conocida ancestralmente con los nombres de oro, sara o kulli sara (Briceño et al., 2020).

El maíz morado se destaca por su alto contenido de antocianinas, pigmentos pertenecientes a los flavonoides, entre los que sobresale la cianidina-3-glucosa (C3G), su principal compuesto, junto con diversos compuestos fenólicos; gracias a estos bioactivos, posee una elevada capacidad antioxidante, lo que le confiere propiedades funcionales relevantes. Además, este cereal aporta almidón y azúcares que contribuyen a su sabor dulce, así como proteínas, minerales, vitaminas del complejo B y ácido ascórbico, especialmente concentrados en su endospermo (Farfán & Perales, 2021). En la actualidad, el maíz morado se comercializa ampliamente como colorante natural en países de Sur América, y ha comenzado a ganar presencia en mercados de Europa y Asia (Flores-Cortez et al., 2019).

Figura 1

Maíz Morado (Zea Mays L)



2.1.1. Producción de maíz en Ecuador

La producción de maíz en el país se centra en las diversidades de maíz amarillo duro y amarillo suave, no obstante, el cultivo de maíz morado ha sido relegado por los pequeños agricultores debido a su bajo rendimiento y a la ausencia de semillas certificadas (Naigua, 2023).

En cuanto a la producción de maíz duro seco, datos del SIPA (2022), indican que, en el año 2022, se alcanzó un volumen total de 1,806,819 t, con un rendimiento promedio de 6.35 t/ha, distribuidas en una superficie cosechada de 284,700 hectáreas. La provincia de Manabí lideró en rendimiento con 7.43 t/ha, seguida por Santa Elena con 6.37 t/ha y el precio más alto registrado durante ese año fue en junio, alcanzando \$20,77 por quintal.

2.1.2. Composición nutricional del maíz morado

El maíz morado está compuesto por proteínas e hidratos de carbono, mientras que su coronta contiene una significativa proporción de fibra, carbohidratos y minerales (Valera, 2019), a continuación, se presenta la composición alimenticia y nutritiva del maíz morado.

Tabla 1

Valor nutricional de la semilla de maíz morado por cada 100 g.

Componente	Cantidad
Ácido fólico (Vit. B9)	46 µg (12 %)
Azúcares	3.2 g
Carbohidratos	19 g
Energía	90 kcal.
Grasas	1.2 g
Hierro	0.5 mg (4 %)
Magnesio	37 mg (10%)
Niacina (Vit. B3)	1.7 mg (11 %)
Potasio	270 mg (6 %)
Proteínas	3.2%
Tiamina (Vit. B1)	0.2 mg (15 %)
Vitamina A	10 µg (1 %)
Vitamina C	7 mg (12 %)

Tomado de (Valera, 2019).

2.1.3. Propiedades funcionales del maíz morado

Este tipo de maíz destaca por su elevado contenido de antocianinas, especialmente cianidina-3-b-glucósido, un pigmento hidrosoluble ubicado en las vacuolas de las células vegetales, responsable de su característico color púrpura (Medina, 2022). Este compuesto posee una capacidad antioxidante que supera en 3,5 veces a la del Trolox, que es un tipo de antioxidante sintético derivado de la vitamina E, y contiene aproximadamente 1640 mg de antocianinas por cada 100 g (Salinas-Moreno et al., 2021).

Las antocianinas presentes en el maíz han demostrado tener propiedades anticancerígenas relevantes, especialmente en la prevención del cáncer de colon, además, su potente acción antioxidante contribuye a retardar el envejecimiento celular, prolongando la vida útil de las células, además, ejerce efectos positivos sobre la circulación sanguínea, proteger el corazón y sobre la disminución de la presión arterial (Andrade, 2022).

Asimismo, el maíz morado es valorado por sus propiedades antiinflamatorias, su capacidad para estimular la regeneración de tejidos y favorecer la producción de colágeno, lo que lo convierte en un aliado para el cuidado de la piel. También contribuye a disminuir los niveles de colesterol en sangre y promueve la síntesis de ácidos grasos, lo que representa una ventaja significativa para personas con diabetes u obesidad (Medina-Hoyos et al., 2020).

2.1.4. Uso en la industria del maíz morado

Las antocianinas son ampliamente utilizadas como colorantes naturales, con gran potencial para reemplazar de manera eficaz a los pigmentos sintéticos en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria, aportando un valor agregado a los productos consignados al dispendio humano (Medina-Hoyos et al., 2020). Este compuesto se emplea en la elaboración de bebidas, gelatinas y caramelos. Además, los pigmentos naturales extraídos de la mazorca del maíz morado han sido investigados como fotosensibilizadores en celdas solares sensibilizadas por colorantes. También se ha sugerido que esta mazorca podría constituir una fuente viable de oligosacáridos bioactivos, debido a su elevado contenido de hemicelulosa (Gullón et al., 2020).

2.2.Amaranto (*Amaranthus Caudatus*)

El amaranto es una planta herbácea de ciclo anual, perteneciente al género *Amaranthus*, este género, es de distribución generalmente tropical, abarca a más de 70 especies originarias tanto de zonas tropicales como templadas a nivel mundial; aproximadamente 40 de estas especies son nativas del continente americano, mientras que el resto se distribuye en Asia, Australia, Europa y África (Espitia et al., 2021).

Sus semillas se desarrollan en panículas que recuerdan a las espigas de los cereales; su tallo principal crece de forma erecta y alcanza alturas entre 3 y 5 metros, también presenta inflorescencias tanto axilares como terminales, organizadas en espigas o panículas de forma cilíndrica, además de tallos secundarios que producen panículas más pequeñas. Las semillas son esplendentes, llanas y aplanadas, con forma lenticular; su longitud oscila entre 0,9 y 1,7 mm, su ancho entre 1,0 y 1,3 mm, y el peso puede variar entre 1000 y 3000 semillas por gramo (Sisti, 2020).

A nivel mundial, las principales variedades de amaranto cultivadas se encuentran *Amaranthus hypochondriacus* en México, *Amaranthus cruentus* en Guatemala y Zimbabue, *Amaranthus caudatus* en Perú, *Amaranthus tricolor* en India y Estados Unidos, *Amaranthus hybridus* en Tanzania, *Amaranthus dubius* en Kenia y *Amaranthus quitensis* en Ecuador (Peña & Ariza, 2021).

Figura 2

Amaranto (Amaranthus Caudatus)



2.2.1. Producción de amaranto en Ecuador

En Ecuador, el cultivo de amaranto se realiza en zonas situadas por debajo de los 2800 msnm, donde predominan condiciones de escasa pluviosidad y alta luminosidad; Las áreas con condiciones agroecológicas favorables para su producción incluyen: Bolívar, Espejo y Mira en la provincia de Carchi; Cotacachi,

Ibarra, Otavalo, Pimampiro y Urcuquí en Imbabura; Mejía, Quito, Rumiñahui y Tabacundo en Pichincha; Latacunga, Salcedo y Saquisilí en Cotopaxi; Ambato, Patate, Pelileo, Píllaro y Quero en Tungurahua; Chillanes, Chimbo, Guaranda y San Miguel en Bolívar; Alausí, Chambo, Chunchi, Guano, Penipe y Riobamba en Chimborazo; Azogues, Biblián, Cañar y El Tambo en Cañar; Chordeleg, Cuenca, Girón, Gualaceo, Nabón, Oña, Paute, San Fernando y Sigsig en Azuay; Loja y Saraguro en la provincia de Loja; así como Chilla y Zaruma en la provincia de El Oro (Jurado, 2019).

Según datos del Ministerio de Agricultura (2014), en el año 2011 la superficie destinada al cultivo de amaranto en Ecuador alcanzaba las 50 ha, con un rendimiento de semilla seca que variaba entre 1,5 y 2 toneladas por hectárea, y un costo de producción estimado en 1.109 USD por hectárea.

2.2.2. Composición nutricional del amaranto

El amaranto contiene minerales como el Zn, Ca, P, Fe y K; además de vitaminas del complejo B y vitaminas C, E y A; polifenoles antioxidantes como el ácido cafeico, el ácido p-hidroxibenzoico y el ácido ferúlico. Además, ofrece una cantidad de fibra y lípidos, principalmente ácidos grasos insaturados que constituyen aproximadamente el 77% de su contenido graso. También posee un 12 a 19% de proteínas contiene niveles elevados de lisina, valina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina e histidina (Espitia et al., 2021; Quintana et al., 2021; Urbina et al., 2023).

Tabla 2

Composición química de la semilla de amaranto por cada 100 g.

Componente	Cantidad
Proteína (g)	12 – 19
Carbohidratos (g)	75.3 -76.8
Lípidos (g)	6.1 –8.1
Cenizas (g)	3.0 –3.3
Energía (kcal)	391
Vitaminas hidrosolubles (mg)	6.11
Vitaminas liposolubles (mg)	63.7 –129.3

Nota. Se presenta la composición química de la semilla de amaranto por cada 100g de parte comestible. Tomado de (Peña & Ariza, 2021).

2.2.3. Propiedades funcionales del amaranto

La semilla de amaranto influye positivamente en el metabolismo del colesterol y presenta propiedades anticancerígenas, antihipertensivas, antialérgicas, y antioxidantes; estos beneficios se atribuyen principalmente a la existencia de péptidos bioactivos con actividad antitumoral, antihiperlipidémica, antihipertensiva y antitrombótica. Asimismo, la semilla contiene flavonoides como los ácidos fenólicos y la rutina, entre ellos el ácido hidroxibenzoico, vanílico y gálico, que refuerzan su capacidad antioxidante (Sisti, 2020).

El consumo de amaranto se ha vinculado con la reducción de la osteoporosis y el colesterol perjudicial, gracias a su contenido de tocoferol, posee propiedades antioxidantes y ayuda a mitigar trastornos digestivos y fatiga, siendo especialmente recomendado para mujeres lactantes; además, se reconoce por sus propiedades inhibitorias de la proliferación celular cancerosa, atribuidas a sus péptidos bioactivos y diversos compuestos fitoquímicos con potencial biotecnológico para la salud humana; estas características hacen del amaranto un producto altamente nutritivo y nutracéutico (Ayala-Garay et al., 2020).

2.2.4. Uso en la industrial del amaranto

En la región maya, el amaranto se emplea principalmente como alimento, consumiéndose las hojas cocidas en diversas preparaciones como sopas y guisos; las semillas se utilizan para hacer panqueques, galletas y alegrías, además de moliéndolas para obtener harinas usadas en tortillas y repostería. Además de su uso alimentario, ciertas especies como *Amaranthus hybridus* y *Amaranthus spinosus* tienen aplicaciones medicinales, siendo empleadas para tratar malestares estomacales, inflamaciones cutáneas, dolores artríticos y otros problemas de salud; y las inflorescencias del amaranto también son apreciadas por su valor ornamental, contribuyendo a su uso multifacético en las comunidades rurales de la región (Ibarra-Morales & Sánchez-del Pino, 2021).

2.3. Alimento funcional

La expresión "alimento funcional" se mencionó inicialmente en Japón durante la década de 1980, cuando científicos japoneses lo propusieron en 1984 tras investigar

la conexión entre nutrición, satisfacción sensorial y la modulación de sistemas fisiológicos (Ayala-Garay et al., 2020). Se define como funcional a los alimentos que pueden formar parte de una dieta normal y que en su composición tienen ciertos compuestos que son beneficiosos para la salud (Mendoza, 2021).

Estos productos pueden comerse en estado natural o procesados consumido como parte de la dieta diaria, además un alimento se clasifica como funcional si se demuestra de manera efectiva que influye en una o más funciones corporales específicas, más allá de sus beneficios nutricionales básicos (Meléndez-Sosa et al., 2020). Esto lo convierte en una opción conveniente para mejorar y mantener el bienestar y la salud, así como para disminuir el riesgo de enfermedades, además, contribuyen a un mejor funcionamiento de los órganos del cuerpo y ayudan a prevenir deficiencias (Ayala-Garay et al., 2020).

La distinción entre un alimento funcional (AF), un nutraceutico (NT) y un medicamento radica en su naturaleza y propósito; un AF se considera parte de la dieta habitual, mientras que el NT se refiere a un producto que extrae o concentra los componentes beneficiosos de un alimento; en contraste, un medicamento es el resultado de procesos de síntesis y estudios farmacológicos, tanto los alimentos funcionales como los nutraceuticos están orientados a la prevención de enfermedades, pero no tienen la capacidad de curarlas (Zamora & Barboza, 2020).

2.4. Producto untable

Un producto untable se caracteriza por su consistencia cremosa, lo que facilita su aplicación con una espátula o cuchillo sobre alimentos como galletas, pan u otros similares, además de aportar textura y sabor, puede desempeñar un papel como condimento o ingrediente en diversas preparaciones (Jacinto, 2021). Estos productos se utilizan en diversos sectores, como la confitería, la repostería y la heladería, entre otros, sus componentes primordiales incluyen pasta de frutos secos, azúcares, emulsionantes como la lecitina de soya, antioxidantes, así como aceites y grasas de origen vegetal (Huañapaco, 2024).

El desarrollo de un producto untable está influido por diversos factores, entre los que destacan la textura, la untuosidad, el sabor y la estabilidad en anaquel, ya que su alto contenido lipídico lo hace susceptible a la oxidación (Huañapaco, 2024).

2.5. Aceites vegetales

Los aceites vegetales son sustancias lipofílicas y no polares cuya composición varía según su origen, calidad y los métodos utilizados para su extracción, en la actualidad, son consumidos directamente en sus formas refinadas o vírgenes, o incorporados en una extensa diversidad de productos industriales alimentarios. Estos aceites tienen aplicaciones diversas, sirviendo como disolventes, cosolventes o materias primas, además, son económicos, fácilmente accesibles y, además, no tóxicos, lo que los hace seguros para su uso tanto en procesos a pequeña como a gran escala (Moreno – Romero et al., 2022).

El aceite de oliva extra virgen es el jugo conseguido de las aceitunas mediante procesos como lavado, decantación, centrifugado y filtrado, sin alterar su composición, está compuesto por triglicéridos, contiene ácidos grasos monoinsaturados como el ácido oleico, y compuestos bioactivos como la vitamina E y los fenoles hidroxitirosol y oleuropeína (Reyes et al., 2023).

El aceite de girasol se consigue a partir del comprimido de las semillas de *Helianthus annuus* y se distingue por su alto contenido de ácido linoleico, que representa entre el 63% y el 78% de su composición, y un bajo contenido de ácido alfa-linolénico (0,06%), también contiene ácido esteárico y oleico, siendo estos los principales ácidos grasos saturados y monoinsaturados, correspondientemente, asimismo, se encuentra una pequeña proporción de cis-12, ácido linoleico conjugado y C18:2 trans-9 (Doria & Durango, 2020).

2.6. Actividad antioxidante en alimentos

Los antioxidantes son moléculas que tienen la función de inhibir o disminuir el proceso de oxidación de biomacromoléculas, se clasifican en endógenos y exógenos; los endógenos lo constituyen los compuestos producidos por el propio organismo como mecanismo de defensa; mientras que, los exógenos son aquellos obtenidos a través de la dieta (Dorantes-Salazar et al., 2023).

Estas moléculas desempeñan un papel fundamental en la prolongación de la vida útil de los alimentos, ya que actúan como agentes conservantes al inhibir la oxidación, un proceso clave en la descomposición. Además, son ampliamente utilizadas por la industria alimentaria debido a su baja toxicidad y a su alta aceptación por parte de los consumidores, quienes las asocian con beneficios para la salud y, en consecuencia, las consideran seguras (Vivanco et al., 2021).

La capacidad antioxidante se define como la destreza de una molécula para neutralizar el electrón desapareado presente en el orbital externo de los radicales libres, gracias a esta acción se reduce el estrés oxidativo al disminuir la concentración de las especies reactivas de nitrógeno y las especies oxidantes (Rabanal-Atalaya & Medina-Hoyos, 2021).

Los radicales libres son moléculas inestables que se producen en el proceso de oxidación en el metabolismo normal de los organismos vivos, su actividad está relacionada con la aparición de enfermedades degenerativas, cardiovasculares, resistencia a la insulina, aterosclerosis, diabetes mellitus tipo 2 y demencia senil (Serra et al., 2020).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.Ubicación de la investigación

3.1.1. Localización de la investigación

La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Estatal de Bolívar, campus Laguacoto II, la elaboración del producto y las pruebas sensoriales se llevó a cabo en el complejo agroindustrial de la institución, mientras que los análisis bromatológicos se realizaron en los laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación. Las materias primas necesarias para el estudio se obtuvieron de la parroquia San Lorenzo, ubicada en el cantón Guaranda, provincia de Bolívar.

3.1.2. Situación geográfica y edafoclimática

Los laboratorios del campus Laguacoto de la Universidad Estatal de Bolívar están localizados al este en la coordenada 722773 y al norte en 9821524.1, dentro de la Zona 17 M al sur del Ecuador; la temperatura promedio de la ciudad es de 13°C, y se encuentra a una altitud de 2.668 msnm (GAD Guaranda, 2024).

3.2.Metodología

3.2.1. Material en estudio

Harina de maíz morado

Harina de amaranto

Aceite de girasol

Aceite de oliva

3.2.2. Factores en estudio

La investigación empleó tres factores para elaborar el producto untable, donde el factor A fue los porcentajes de harina de maíz morado y amaranto, con tres niveles; el factor B correspondió a la temperatura del pasteurizado con dos niveles y el factor C tipo de aceite con dos niveles, presentados en la Tabla 3.

Tabla 3*Factores en estudio*

Factor	Código	Niveles
Relación de harina de maíz morado y amaranto	A	a_1 : 75% maíz morado - 25% amaranto a_2 : 70% maíz morado - 30% amaranto a_3 : 65% maíz morado - 35% amaranto
Temperatura de pasteurizado	B	b_1 : 65°C b_2 : 85°C
Tipo de aceite	C	c_1 : Aceite de girasol c_2 : Aceite de oliva

3.2.3. Tratamientos

Las distintas combinaciones de los niveles de cada factor están reflejadas en los tratamientos mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4*Tratamientos del estudio*

Tratamiento	Código	Niveles		
		Relación maíz morado y amaranto	T de pasteurizado	Tipo de aceite
1	$a_1b_1c_1$	75% maíz morado - 25% amaranto	65°C	Aceite de girasol
2	$a_1b_1c_2$	75% maíz morado - 25% amaranto	65 °C	Aceite de oliva
3	$a_1b_2c_1$	75% maíz morado - 25% amaranto	85 °C	Aceite de girasol
4	$a_1b_2c_2$	75% maíz morado - 25% amaranto	85 °C	Aceite de oliva
5	$a_2b_1c_1$	70% maíz morado - 30% amaranto	65°C	Aceite de girasol
6	$a_2b_1c_2$	70% maíz morado - 30% amaranto	65 °C	Aceite de oliva
7	$a_2b_2c_1$	70% maíz morado - 30% amaranto	85 °C	Aceite de girasol
8	$a_2b_2c_2$	70% maíz morado - 30% amaranto	85 °C	Aceite de oliva
9	$a_3b_1c_1$	65% maíz morado - 35% amaranto	65°C	Aceite de girasol
10	$a_3b_1c_2$	65% maíz morado - 35% amaranto	65 °C	Aceite de oliva
11	$a_3b_2c_1$	65% maíz morado - 35% amaranto	85 °C	Aceite de girasol
12	$a_3b_2c_2$	65% maíz morado - 35% amaranto	85 °C	Aceite de oliva

Las particularidades del experimento se exhiben en la Tabla 5, donde se destaca que las variables respuesta es el contenido de proteínas y la actividad antioxidante del producto untable, también se presenta el número de factores experimentales, número de corridas y réplicas.

Tabla 5

Características del experimento

Características del diseño	Cant	Descripción	Nivel es
Factor A		Relación maíz morado y amaranto (%)	3
Factor B		Temperatura de pasteurizado (°C)	2
Factor C		Tipo de aceite	2
Variable respuesta	2	Actividad antioxidante (µmol ET/ ml muestra) Contenido de proteínas (%)	
Número de corridas	36		
Réplica	3		

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

En la investigación se empleó un diseño experimental de tipo $A \times B \times C$ ($3 \times 2 \times 2$). El modelo matemático a emplear fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad (1)$$

Donde:

μ : Media general.

α_i : Efecto debido al i-esimo nivel del factor a.

β_j : Efecto del j-esimo nivel del factor b.

γ_k : Efecto del j-esimo nivel del factor c.

$(\alpha\beta)_{ij}, (\alpha\gamma)_{ik}, (\beta\gamma)_{jk}$: Efecto de interacción doble en los niveles ij, ik, jk .

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: Efecto de interacción triple en la combinación ijk .

ε_{ijkl} : Error aleatorio en la combinación ijk .

Análisis de varianza (ANOVA) para diseño $A \times B \times C$

Tabla 6*Modelo de ANOVA para el diseño en arreglo factorial AxBxC*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F₀	Valor-p
Efecto A	SC _A	a-1	CM _A	$\frac{CM_A}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^A)
Efecto B	SC _B	b-1	CM _B	$\frac{CM_B}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^B)
Efecto C	SC _C	c-1	CM _C	$\frac{CM_C}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^C)
Efecto AB	SC _{AB}	(a-1)(b-1)	CM _{AB}	$\frac{CM_{AB}}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^{AB})
Efecto AC	SC _{AC}	(a-1)(c-1)	CM _{AC}	$\frac{CM_{AC}}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^{AC})
Efecto BC	SC _{BC}	(b-1)(c-1)	CM _{BC}	$\frac{CM_{BC}}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^{BC})
Efecto ABC	SC _{ABC}	(a-1)(b-1)(c-1)	CM _{ABC}	$\frac{CM_{ABC}}{CM_E}$	P(F > F ₀ ^{ABC})
Error	SC _E	abc(n-1)	CM _E		
Total	SC _T	abcn-1			

3.2.5. Tipos de análisis

3.2.5.1. Análisis bromatológicos a la harina de maíz morado y amaranto

Para cumplir con el primer objetivo se desarrolló los análisis expuestos en la Tabla 7.

Tabla 7*Métodos de análisis bromatológicos*

Análisis	Método
Humedad	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Grasa	AOAC 2003.06
Fibra	WEENDE

Nota. Cada análisis se determinará por triplicado

3.2.6. Manejo de la investigación

Para dar cumplimiento a la primera parte del objetivo 2 se desarrolló el siguiente proceso:

3.2.6.1. Elaboración del producto untable a base de harinas de maíz morado y amaranto

Para la elaboración del producto untable, es fundamental disponer de los insumos y materias primas necesarios. Los ingredientes incluyeron harinas de maíz y amaranto en las proporciones definidas por el diseño experimental, siendo estas: claras de huevo (5%), leche (2%), sorbato de potasio (0,2%), sal (0,5%), bicarbonato de sodio (0,5%), polvo de hornear (1%) y azúcar (1,5%), aceite de girasol y oliva (20%). Los materiales requeridos fueron: un tamiz, bowl, cocina y envases plásticos, mientras que los equipos a utilizar incluyeron una balanza analítica (marca Ohaus), una mezcladora, una amasadora (Pleasure P2), un termómetro, refractómetros y un horno. En consiguiente, se presenta el proceso de elaboración adaptado de la investigación realizada por Maldonado (2023):

Recepción: Inspeccionar las harinas y demás ingredientes para asegurar que no presenten contaminantes y estén dentro de sus fechas de caducidad y almacenar los insumos en condiciones adecuadas hasta su uso.

Tamizado: Tamizar las harinas de maíz morado y amaranto utilizando un tamiz fino para eliminar grumos y obtener una textura homogénea.

Pesado: Utilizar una balanza analítica para pesar con precisión, las harinas, en cantidades pequeñas, siendo estas de 400 g de harina de maíz morado, 300 g de harina de amaranto, clara de huevo 50 g, sal 5 g, bicarbonato de sodio 5 g, polvo de hornear 10 g, azúcar: 15 g y sorbato de potasio 2 g.

Neutralizado: Mezclar el bicarbonato de sodio, polvo de hornear, azúcar y leche en un recipiente resistente al calor, calentar la mezcla a 75°C durante 5 minutos, remover constantemente para asegurar una mezcla homogénea y evitar la formación de grumos.

Mezclado: En la mezcladora, combinar las harinas tamizadas, la clara de huevo, la sal y el sorbato de potasio, a continuación, añadir la mezcla de neutralización y el aceite vegetal, mezclar a baja velocidad por 3 minutos, asegurándose de lograr una mixtura homogénea y cremosa.

Amasado: Transferir la mezcla a la amasadora y amasar a 25 °C por 15 minutos y monitorear la textura para asegurar que se desarrolle una estructura uniforme y consistente.

Concentrado: Transferir la mezcla a un contenedor adecuado y medir el grado Brix utilizando un refractómetro, mantener la mezcla en reposo a temperatura ambiente, removiendo ocasionalmente, hasta alcanzar grados Brix de entre 10 y 12, este proceso dura 30 minutos.

Batido: Batir la mezcla a alta velocidad durante 5-7 minutos para incorporar aire y mejorar la textura del producto final y asegurar una consistencia cremosa y homogénea.

Pasteurizado: Transferir la mezcla a una olla de acero inoxidable y pasteurizar a 85°C y 65°C durante 15 minutos y 30 minutos respectivamente, asegurando una distribución uniforme del calor mediante agitación continua, también registrar la temperatura para garantizar que se mantenga constante durante todo el proceso.

Enfriado: Transferir rápidamente el producto pasteurizado a 20°C y dejar reposar durante 10-15 minutos para detener el proceso de cocción y prevenir la proliferación de microorganismos.

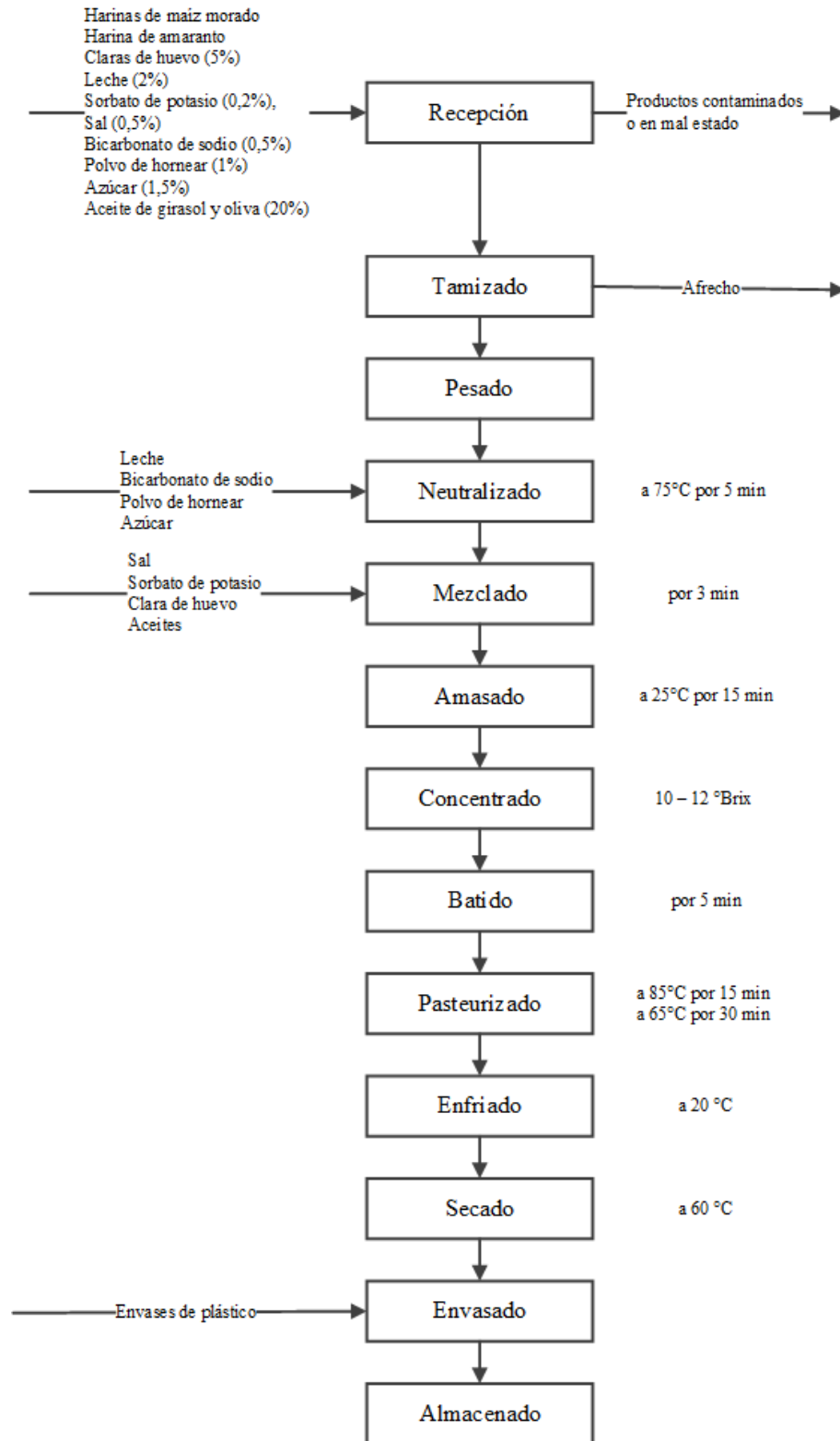
Secado: Con el fin de mejorar las características del producto, se transfiere la mezcla al horno de secado a una temperatura de 60°C por 1-2 horas, dependiendo del contenido de humedad y monitorear regularmente para evitar deshidratación del producto.

Envasado: Transferir el producto final a envases herméticos de plástico previamente limpio, seco y estéril, cerrar bien el envase para prevenir la contaminación y prolongar la vida útil del producto.

Almacenado: Almacenar los envases en un lugar fresco y oscuro.

Figura 3

Diagrama de proceso para el producto untable



Después de la elaboración del producto untable, se realizó un análisis del producto terminado con el fin de garantizar el cumplimiento del objetivo 4.

3.2.6.2. Análisis bromatológicos al producto untable

Al producto untable desarrollado se le realizaron análisis bromatológicos, de acuerdo con los métodos establecidos en la AOAC; para calcular el contenido de humedad se empleó el método AOAC 925.10, que consistió en la desecación de la muestra hasta obtener un peso constante.

El contenido de cenizas fue evaluado mediante el método AOAC 923.03, que implica la incineración de la muestra a para cuantificar los minerales presentes; el contenido de grasa se efectuó por el método AOAC 2003.06, basado en una extracción con disolventes para separar los lípidos de la matriz del alimento; finalmente, el contenido de fibra se analizó conforme al método WEENDE, que permite identificar la fibra cruda mediante procesos de digestión ácida y alcalina.

3.2.6.3. Métodos de evaluación de la variable respuesta

Para completar la segunda parte del objetivo 2 y alcanzar el objetivo 3, se desarrolló las siguientes actividades:

3.2.6.3.1. Actividad antioxidante

La determinación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS, según lo descrito por Rioja et al. (2018), que se fundamenta en la capacidad que poseen los compuestos antioxidantes presentes en una muestra para neutralizar los radicales libres generados por el reactivo ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico)).

Para la preparación de la solución del radical ABTS⁺, se combinaron 5 mL de una solución de ABTS a una concentración de 7 mM con 88 µL de K₂S₂O₈ a 140 mM.; esta mezcla se dejó reposar en la oscuridad durante un período de 12 a 16 horas, permitiendo la formación del radical. A continuación, se diluyó en un buffer ácido acético-acetato de sodio (pH 5) hasta alcanzar una absorbancia cercana a 0,7 nm.

Para la evaluación, se preparó un extracto del producto untable diluyéndolo en agua, seguido de un proceso de filtración para eliminar cualquier partícula sólida; las

mediciones se efectuaron añadiendo una alícuota de la muestra a la solución de ABTS+ y permitiendo una reacción durante 5 minutos a temperatura ambiente, finalmente, la absorbancia se registró a una longitud de onda de 734 nm utilizando un espectrofotómetro NanoDrop de la marca Thermo Scientific.

3.2.6.3.2. Contenido de proteínas

La determinación del contenido proteico se realizó conforme a la metodología Dumas, establecida en la normativa (UNE-EN 15104, 2011), la cual se basa en la cuantificación del nitrógeno presente en la muestra. Para ello, se pesó 1 g del producto y se introdujo en un horno de combustión, donde fue sometido a altas temperaturas que permitieron la oxidación del material orgánico. Los gases resultantes pasaron por un reactor de reducción, donde el nitrógeno fue transformado en su forma molecular (N_2). Finalmente, este gas fue detectado mediante un sensor de conductividad térmica, y su concentración se calculó comparando la señal obtenida con la de un estándar (sulfamida).

3.2.6.3.3. Evaluación sensorial del producto untable

Para evaluar el nivel de aceptabilidad, se trabajó con una muestra de 30 personas, cada participante recibió una ficha de cata tomada de Flores (2015), la cual fue adaptada a las necesidades del estudio como se muestra en el Anexo 4. La cata se distribuyó en 3 días, realizándose a las 10 a.m. en una habitación con iluminación natural complementada con luces blancas, cada muestra tendrá un peso de 15 g.

3.2.7. Análisis de datos

Para el procesamiento de información, tanto en el desarrollo del diseño experimental, como para el desarrollo del análisis sensorial se empleó el software Statgraphics.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización bromatológica de la harina del maíz morado y amaranto

Se realizó el análisis comparativo entre la harina de maíz morado y la harina de amaranto presente en la Tabla 8, donde se obtuvo que la harina de maíz morado presenta un mayor contenido de humedad (13,92 %) en comparación con la harina de amaranto (9,60 %); en cuanto a la ceniza, la harina de amaranto tiene un porcentaje ligeramente superior (1,74 %) frente a la harina de maíz morado (1,62 %), por lo cual, indica mayor presencia de minerales en la primera.

El contenido de grasa también varía entre ambas muestras, siendo más alto en la harina de amaranto (5,03 %) que en la de maíz morado (4,57 %); en cuanto a la fibra, la harina de amaranto presenta un contenido más elevado (9,06 %) en comparación con la harina de maíz morado (7,83 %), lo que la hace más beneficiosa para la digestión. Sin embargo, la mayor diferencia se observa en el contenido proteico, donde la harina de amaranto tiene un valor considerablemente mayor de 21,41 % frente al 9,13 % de la harina de maíz morado, lo que resalta su potencial como fuente proteica en la alimentación.

Tabla 8

Análisis de la harina de maíz morado y amaranto

Parámetro	Método	Resultado de las harinas	
		Maíz morado	Amaranto
Humedad	AOAC 925.10	13,92 (%)	9,60 (%)
Ceniza	AOAC 923.03	1,62 (%)	1,74 (%)
Grasa	AOAC 2003.06	4,57 (%)	5,03 (%)
Fibra	WEENDE	7,83 (%)	9,06 (%)
Proteínas	DUMAS	9,13 (%)	21,41 (%)
Actividad Antioxidante	ABTS	359,73 $\mu\text{mol Trolox/L}$	35,35 $\mu\text{mol Trolox/L}$

En comparación con la harina de maíz, la cual según la NTE INEN 2051 (2013), debe presentar un contenido máximo de humedad del 13 %, cenizas de 1 %, proteínas del 7 % y grasa del 2,25 %, las harinas de maíz morado y amaranto muestran características nutricionales distintas, con relación al contenido de grasa y proteínas, mismas que llegan a aportar ventajas en su uso alimentario.

Diversos estudios han conseguido variaciones en la composición de la harina de maíz morado, tal es el caso de la investigación de Rojas & Rojas (2024) determinó una humedad del 10,33 % y un contenido de cenizas del 1,62 %; por otro lado, Aramayo & Ramírez (2023), encontraron valores ligeramente inferiores de humedad (8,74 %) y cenizas (1,48 %), además de un contenido de fibra del 0,52 %, grasa del 5,84 % y proteínas del 7,02 %. Estas diferencias pueden deberse a factores como las condiciones de cultivo o los métodos de procesamiento utilizados.

En cuanto a la harina de amaranto, los resultados también varían entre estudios. Pappen et al. (2020), reportaron un contenido de proteínas del 10,26 %, humedad del 7,26 % y cenizas del 1,83 %, mientras que Urbina et al. (2023), encontraron un mayor porcentaje de proteínas (19,02 %), así como un incremento en la humedad (8,47 %), cenizas (2,89 %), grasa (7,57 %) y fibra (6,01 %). Por su parte, Moposita et al. (2023), identificaron un contenido proteico del 14,29 %, humedad del 8,41 %, cenizas del 3,54 %, grasa del 4,38 % y fibra del 5,35 %.

En el presente estudio, los valores presentados para la harina de maíz morado se encuentran en su mayoría dentro del rango de estudios previos, aunque con un contenido de humedad más alto. Por otro lado, la harina de amaranto presentó un alto contenido proteico en comparación con las investigaciones anteriores, por tanto, este tipo de harina representa una mejor alternativa nutricional, especialmente por su mayor aporte de proteínas y fibra.

4.2. Actividad antioxidante y contenido de proteínas.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la actividad antioxidante y contenidos de proteínas para los tratamientos del producto untable.

4.2.1. Análisis de varianza para contenido de proteínas

A continuación, se presenta el ANOVA correspondiente al contenido de proteínas del producto untable, con el objetivo de evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados. Además, los valores experimentales se exponen en el Anexo 4.

Tabla 9

Análisis de varianza para proteínas

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:% de harina	373,875	2	186,938	2404,60	0,0000**
B:T de pasteurizado	35,244	1	35,244	453,35	0,0000**
C:Tipo de aceite	0,0001	1	0,0001	0,00	0,9717 NS
INTERACCIONES					
AB	155,845	2	77,9223	1002,32	0,0000**
AC	14,1601	2	7,08003	91,07	0,0000**
BC	7,59921	1	7,59921	97,75	0,0000**
ABC	25,9291	2	12,9645	166,76	0,0000**
RESIDUOS	1,8658	24	0,0777417		
TOTAL	614,518	35			
(CORREGIDO)					

Nota. **: Altamente significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. NS: No significativo

El análisis de varianza, presentado en la Tabla 9 muestra que el porcentaje de harina (factor A) tiene un efecto altamente significativo sobre el contenido de proteínas del producto ($p = 0,0000$; $F = 2404,60$), por tanto, este resultado indica que la variación en el porcentaje de harina utilizada influye en la cantidad de proteína del producto untable. Asimismo, la temperatura de pasteurización (factor B) también presenta un efecto altamente significativo ($p = 0,0000$; $F = 453,35$), lo cual evidencia que este parámetro térmico modifica sustancialmente el contenido proteico. Por otro lado, el tipo de aceite (factor C) no mostró un efecto significativo sobre el contenido de proteínas ($p = 0,9717$; $F \approx 0$), indicando que la elección del aceite no influye directamente en la concentración proteica del producto.

La interacción triple ABC también es altamente significativa ($p = 0,0000$; $F = 166,76$), en consecuencia, la combinación simultánea de los tres factores modifica significativamente el contenido de proteínas. Por tanto, con el propósito de identificar diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a su contenido de proteínas, se aplicó las pruebas de rangos múltiples.

Pruebas de múltiple rangos para contenido de proteínas

Tabla 10

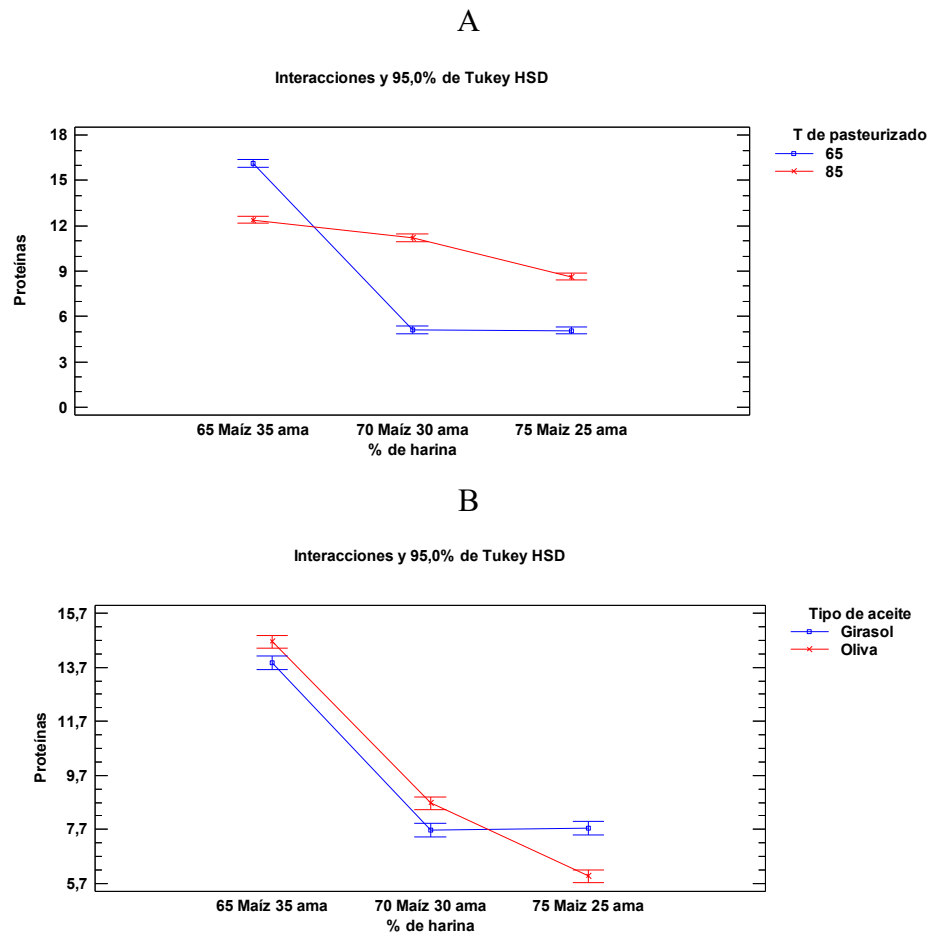
Método: Tukey HSD - para proteínas

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	4,54	X
6	3	4,97	XX
5	3	5,29	XX
2	3	5,60	XX
4	3	6,34	X
7	3	10,08	X
3	3	10,94	X
12	3	12,17	X
8	3	12,36	X
11	3	12,62	X
9	3	15,11	X
10	3	17,12	X

En el análisis de comparación múltiple mediante el método de Tukey para el contenido de proteínas, presentado en la Tabla 10, se observa diferencias estadísticamente significativas entre varios tratamientos. El tratamiento 1 presentó el menor contenido de proteínas (4,54), lo que indica que su rendimiento es significativamente inferior al del resto. Por otro lado, los tratamientos 6, 5 y 2 conforman un segundo grupo homogéneo (XX), con medias ligeramente superiores, pero sin ser estadísticamente diferentes del resto de tratamientos. A partir del tratamiento 7 en adelante, se observa un incremento en el contenido de proteínas. Finalmente, el tratamiento 10, presentó la media más alta y no comparte grupo homogéneo con los tratamientos de menor valor. El tratamiento 10 fue elaborado con harinas en proporción de 65% maíz morado con 35% de amaranto, pasteurizado a 65°C y con aceite de oliva.

Figura 4

Gráfica de interacciones para proteínas



Nota. A: Gráfica de interacciones para contenido de proteínas vs % de harina – temperatura de pasteurización y B: Gráfica de interacciones para contenido de proteínas vs % de harina – tipo de aceite.

La interacción significativa entre los factores evaluados, se presenta en la Figura 5, la cual indica que el contenido de proteínas depende directamente de la combinación de variables aplicadas, en particular, se observa que la mezcla compuesta por un 65 % de harina de maíz morado y un 35 % de harina de amaranto, sometida a una temperatura de pasteurización de 65 °C, produce el mayor contenido proteico. Además, esta combinación alcanza niveles aún más altos de proteínas cuando se utiliza aceite de oliva como ingrediente adicional.

El contenido promedio de proteína obtenido en el producto untable evaluado a lo largo de los diez tratamientos fue de 9,76%, este resultado es comparable con los

valores reportados por Aldana et al. (2023), quienes informan que los quesos presentan concentraciones de proteínas que oscilan entre 5,7 y 11,3 g/100 g, lo que ubica al producto desarrollado dentro de un rango similar al de derivados lácteos tradicionales.

Por otro lado, Galliani (2022), señala que entre las bebidas vegetales, las que presentan mayor contenido proteico son aquellas elaboradas a base de soja, mientras que otras alternativas como arroz, avena o almendra contienen niveles considerablemente más bajos. En este contexto, el producto untable formulado ofrece un aporte proteico competitivo, especialmente si se considera que está desarrollado a partir de materias primas de origen vegetal.

4.2.2. Análisis de varianza para actividad antioxidante

Se presenta a continuación el ANOVA correspondiente a la actividad antioxidante del producto untable, con el objetivo de evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados. Además, los valores experimentales se exponen en el Anexo 5.

Tabla 11

Análisis de varianza para actividad antioxidante

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:% de harina	357,421	2	178,711	354,75	0,0000**
B:T de pasteurizado	242,633	1	242,633	481,64	0,0000**
C:Tipo de aceite	24,5685	1	24,5685	48,77	0,0000**
Interacciones					
AB	385,783	2	192,891	382,90	0,0000**
AC	6,12824	2	3,06412	6,08	0,0073**
BC	1,37671	1	1,37671	2,73	0,1113 NS
ABC	113,58	2	56,7901	112,73	0,0000**
Residuos	12,0903	24	0,503761		
Total (Corregido)	1143,58	35			

Nota. **: Altamente significativo Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. NS: No significativo

El análisis de varianza presentado en la Tabla 11, indica que la relación entre maíz morado y amaranto (factor A) tiene un efecto altamente significativo sobre la variable respuesta (valor-p = 0,0000; F = 354,75), por tanto, la proporción entre estos dos ingredientes impacta en el contenido de proteínas. De igual manera, la

temperatura de pasteurización (factor B) presenta un efecto altamente significativo (valor-p = 0,0000; F = 481,64), es decir, las variaciones de temperatura aplicadas durante el proceso térmico influyen en la variable actividad antioxidante; en consecuencia, es de suma importancia el control térmico en la elaboración del producto.

Asimismo, el tipo de aceite utilizado (factor C) también influye de forma altamente significativa (valor-p = 0,0000; F = 48,77). En cuanto a las interacciones entre factores, se observa que la interacción AB es altamente significativa (valor-p = 0,0000; F = 382,90), lo cual indica que el efecto combinado de estos dos factores tiene influencia sobre la variable respuesta. La interacción AC también muestra un efecto significativo (valor-p = 0,0073; F = 6,08), lo que indica que el impacto del tipo de aceite varía según la proporción entre los ingredientes, aunque su efecto es menor que en AB. Por otro lado, la interacción BC no es estadísticamente significativa (valor-p = 0,1113; F = 2,73), por tanto, estos dos factores no presentan un efecto conjunto importante sobre la variable respuesta, y su comportamiento es independiente entre sí.

Con el propósito de identificar diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a su actividad antioxidante, se aplicó las pruebas de rangos múltiples.

Pruebas de múltiple rangos para actividad antioxidante

Tabla 12

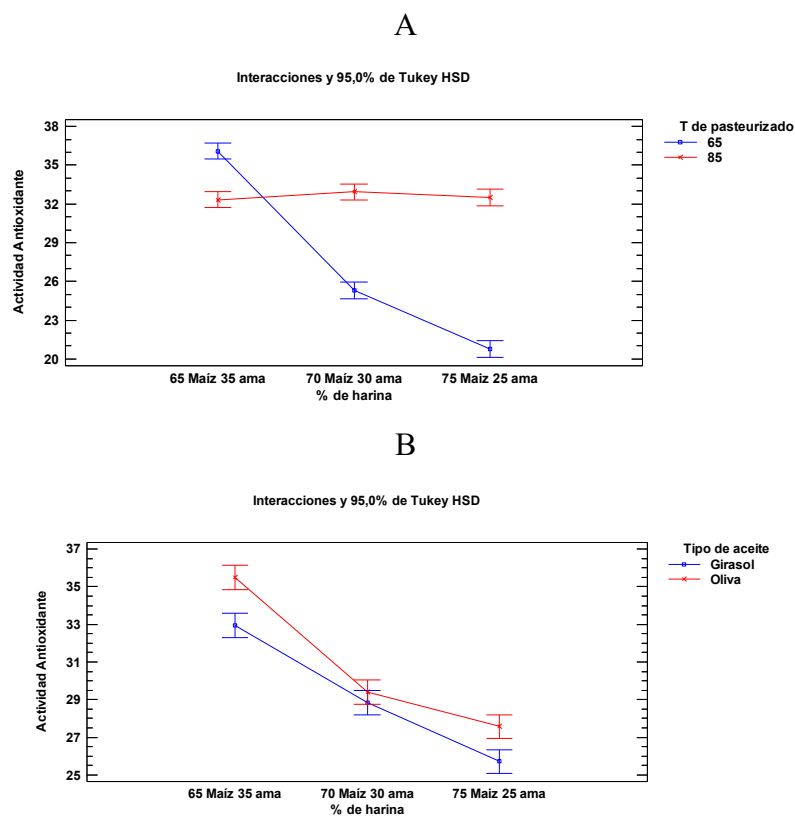
Método: Tukey HSD para actividad antioxidante

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	18,50	X
2	3	23,07	X
6	3	23,28	X
5	3	27,35	X
7	3	30,34	X
12	3	32,07	XX
4	3	32,08	XX
11	3	32,61	X
3	3	32,94	X
9	3	33,28	X
8	3	35,52	X
10	3	38,91	X

Según los resultados de la prueba de Tukey para la actividad antioxidante (Tabla 12), el tratamiento 1 presentó la media más baja, por tanto, tiene la menor capacidad antioxidante entre todos los tratamientos evaluados. A partir del tratamiento 12, se observa un incremento progresivo en la media, hasta que alcanza su valor máximo en el tratamiento 10. Este último destaca por tener la mayor actividad antioxidante, en consecuencia, las condiciones asociadas a este tratamiento favorecen significativamente dicha propiedad.

Figura 5

Gráfica de interacciones para actividad antioxidante



Nota. A: Gráfica de interacciones para actividad antioxidante vs % de harina – temperatura de pasteurización y B: Gráfica de interacciones para actividad antioxidante vs % de harina – tipo de aceite.

La interacción significativa entre los factores (Figura 5) también influye en la actividad antioxidante, donde su nivel depende de la combinación de ingredientes y condiciones del proceso. Se destaca que la mezcla con un 65 % de harina de maíz morado y un 35 % de harina de amaranto, procesada a una temperatura de

pasteurización de 65 °C, presenta una mayor actividad antioxidante. Asimismo, el uso de aceite de oliva en esta formulación contribuye a potenciar este parámetro.

Según Montenegro-Bonilla et al. (2023), se recomienda utilizar en frío aceites como el de oliva extra virgen, oliva común, aguacate y girasol, debido a sus beneficios nutricionales y a los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad de los aceites durante procesos de fritura. Por ejemplo, el contenido de tocoferoles en el aceite de oliva alcanza los 236 µg/g, mientras que en el aceite de oliva extra virgen es de 229 µg/g.

Por su parte, Tarantini et al. (2024), reportaron una eliminación total de microorganismos en muestras de aceitunas de mesa tras aplicar un tratamiento de pasteurización a 85 °C durante 20 minutos. Este proceso logró erradicar por completo levaduras, mohos, así como bacterias mesófilas y termófilas presentes inicialmente.

En otro estudio, Ferguous et al. (2023), utilizaron aceite de oliva a temperaturas de 78 °C y 64 °C, y destacan su riqueza en compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. La incorporación de este aceite en productos alimenticios permitió un incremento en los niveles de compuestos fenólicos y una ligera mejora en la calidad microbiológica.

4.3. Determinación del mejor tratamiento con base en un análisis sensorial

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la catación para los diferentes tratamientos del producto untable.

4.3.1. Análisis de varianza para el atributo color

Se exhibe el ANOVA correspondiente al atributo sensorial color, con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 13

Análisis de varianza para color

Fuente	Suma Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	55,4444	11	5,0404	3,40	0,0002**
B:Catadores	109,728	29	3,78372	2,56	0,0000**
Residuos	533,0	360	1,48056		
Total (Corregido)	1113,98	719			

Nota. **: Altamente significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Se destaca en la Tabla 13 que el efecto de los diferentes tratamientos sobre el color es estadísticamente significativo ($p < 0.05$), es decir, hay evidencia de que el tipo de tratamiento influye en el color del producto evaluado. También hay un efecto significativo del catador sobre los resultados del color.

Posterior al análisis de varianza, se realizó pruebas de rangos múltiples para el atributo sensorial color, con el fin de establecer qué tratamientos presentan diferencias significativas en la percepción visual del producto.

Pruebas de múltiple rangos para color por tratamientos

Tabla 14

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para color

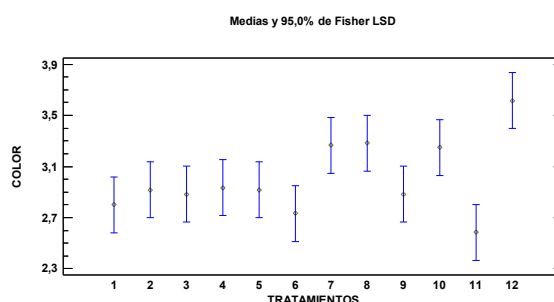
TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
11	60	2,58	0,16	X
6	60	2,73	0,16	X
1	60	2,8	0,16	X
3	60	2,88	0,16	XX
9	60	2,88	0,16	XX
5	60	2,92	0,16	XX
2	60	2,92	0,16	XX

4	60	2,93	0,16	XX
10	60	3,25	0,16	XX
7	60	3,27	0,16	XX
8	60	3,28	0,16	XX
12	60	3,62	0,16	X

Las pruebas de comparaciones múltiples de Tukey (Tabla 14) identifican que el tratamiento 12 presenta una media significativamente mayor de 3,62 (Bueno – Muy bueno), y se ubica en un grupo homogéneo aparte, lo que indica que se diferencia estadísticamente del resto y es el mejor valorado en términos de color. En contraste, los tratamientos 11, 6 y 1 presentan las medias más bajas, agrupándose en el grupo con menor valoración del color.

Figura 6

Gráficas de medias para el atributo color



4.3.2. Análisis de varianza para el atributo olor

Se presenta el ANOVA correspondiente al atributo sensorial olor, con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 15

Análisis de varianza para olor

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	43,7778	11	3,9798	2,88	0,0012**
B:Catadores	59,3944	29	2,04808	1,48	0,0555
Residuos	498,0	360	1,38333		
Total (Corregido)	992,311	719			

Nota. **: Altamente significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. NS: No significativo

Se observa en la Tabla 15 que el factor “Tratamientos” tiene un efecto significativo sobre la variable OLOR ($p = 0,0012 < 0,05$), por lo tanto, al menos un tratamiento

difiere en su percepción de olor. El factor “Catadores”, como la interacción entre ambos, no presentan un efecto estadísticamente significativo ($p = 0,0555$ y $p = 0,8653 > 0,05$).

Se aplicó pruebas de rangos múltiples para el atributo olor, con el objetivo de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Pruebas de múltiple rangos para Olor por Tratamientos

Tabla 16

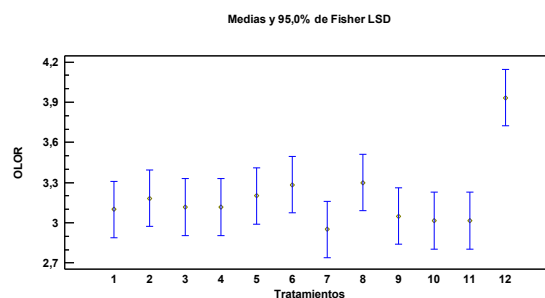
Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para olor

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
7	60	2,95	0,15	X
11	60	3,02	0,15	X
10	60	3,02	0,15	X
9	60	3,05	0,15	X
1	60	3,10	0,15	X
3	60	3,12	0,15	X
4	60	3,12	0,15	X
2	60	3,18	0,15	X
5	60	3,20	0,15	X
6	60	3,28	0,15	XX
8	60	3,30	0,15	XX
12	60	3,93	0,15	X

De acuerdo con la prueba de Tukey (Tabla 16), se presenta que en la prueba de olor, el tratamiento 12 se posiciona como el mejor valorado, con una media de 3,93 (Agradable - Muy Agradable), significativamente mayor al resto, por lo cual, se ubica en un grupo homogéneo diferente, distinguiéndose del resto de tratamientos, los tratamientos 6 y 8 forman un segundo grupo con medias elevadas, sin sobrepasar al tratamiento 12, el resto de los tratamientos, presentan similitudes estadísticas.

Figura 7

Gráficas de medias para el atributo olor



4.3.3. Análisis de varianza para el atributo sabor

Se exhibe el ANOVA correspondiente al atributo sensorial sabor, con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados

Tabla 17

Análisis de varianza para sabor

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	61,8153	11	5,61957	4,16	0,0000**
B:Catadores	46,3736	29	1,59909	1,18	0,2397 ^{NS}
Residuos	486,5	360	1,35139		
Total (Corregido)	992,665	719			

Nota. **: Altamente significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. NS: No significativo

En la Tabla 17, se destaca que el Tratamientos (A), cuenta con un valor-p de 0.0000, por lo tanto, existe un efecto significativo de los tratamientos sobre la percepción del sabor a un nivel de confianza del 95%; es decir, no todos los tratamientos tienen el mismo efecto en el sabor.

En relación a los Catadores (B), el valor-p es de 0.2397, por lo tanto, no hay diferencia significativa entre catadores, lo mismo para la interacción AB, cuyo valor-p es de 0.7678, en consecuencia, los tratamientos afectaron el sabor. Dado que se tiene diferencia significativa, se realizó la prueba de rango múltiples para el atributo sabor.

Pruebas de múltiple rangos para Sabor por Tratamientos

Tabla 18

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para sabor

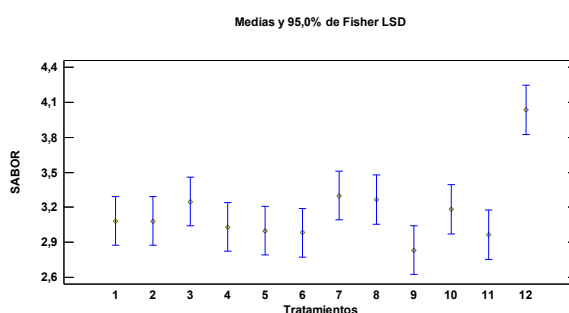
TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
9	60	2,83	0,15	X
11	60	2,97	0,15	X
6	60	2,98	0,15	X
5	60	3,00	0,15	X
4	60	3,03	0,15	X
1	60	3,08	0,15	X
2	60	3,08	0,15	X
10	60	3,18	0,15	X
3	60	3,25	0,15	X
8	60	3,27	0,15	X

7	60	3,30	0,15	X
12	60	4,03	0,15	X

En la prueba de sabor (Tabla 18), se destaca que el tratamiento 12 tiene la media mejor media de 4,03 (Muy Agradable), siendo significativamente mayor al resto, por lo cual, se ubica en un grupo homogéneo diferente, mientras que, los tratamientos 9, 11 y 6 tienen la menor media del grupo.

Figura 8

Gráficas de medias para el atributo sabor



4.3.4. Análisis de varianza para el atributo textura

Se exhibe el ANOVA correspondiente al atributo sensorial textura, con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados

Tabla 19

Análisis de varianza para textura

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	46,05	11	4,18636	2,60	0,0034**
B:Catadores	70,6333	29	2,43563	1,51	0,0459*
Residuos	579,0	360	1,60833		
Total (Corregido)	1179,55	719			

Nota: **: Altamente significativo. * Significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. NS: No significativo

En la Tabla 19, el factor tratamientos tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la textura ($p = 0,0034 < 0,05$), es decir, al menos uno de los tratamientos genera una textura diferente comparado con otros. En relación a los catadores, también muestran un efecto significativo ($p = 0,0459$), lo cual indica una variabilidad en las respuestas debido al criterio de los evaluadores.

Para analizar en detalle las diferencias entre tratamientos en cuanto a la textura del producto, se llevaron a cabo pruebas de rangos múltiples.

Pruebas de múltiple rangos para Textura por Tratamientos

Tabla 20

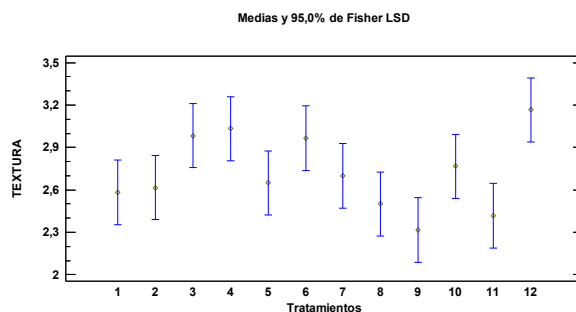
Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para textura

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
9	60	2,32	0,16	X
11	60	2,42	0,16	XX
8	60	2,50	0,16	XX
1	60	2,58	0,16	XX
2	60	2,62	0,16	XX
5	60	2,65	0,16	XX
7	60	2,70	0,16	XX
10	60	2,77	0,16	XX
6	60	2,97	0,16	XX
3	60	2,98	0,16	XX
4	60	3,03	0,16	XX
12	60	3,17	0,16	X

Respecto a las comparaciones múltiples de Tukey para textura (Tabla 20), el tratamiento 12 se destaca con la media más alta de 3,17 (Creмосa), siendo estadísticamente diferente del resto, mientras que los tratamientos como el 11, 8, 1, 2,5, 7, 10, 6 y 3 presentan las medias más bajas, en torno a 2,9, siendo agrupados dentro del mismo grupo homogéneo.

Figura 9

Gráficas de medias para el atributo textura



4.3.5. Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad

Se muestra a continuación el ANOVA correspondiente al atributo sensorial aceptabilidad, con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados

Tabla 21

Análisis de varianza para aceptabilidad

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	38,0486	11	3,45896	2,08	0,0213*
B:Catadores	53,0403	29	1,82898	1,10	0,3355 ^{NS}
Residuos	599,5	360	1,66528		
Total (Corregido)	1077,83	719			

Nota: *: Significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. NS: No significativo.

En la Tabla 21, la variable aceptabilidad, el factor tratamientos tiene un efecto estadísticamente significativo ($p = 0.0213$), es decir, al menos un tratamiento difiere significativamente de los demás en cuanto a cómo fue percibido por los catadores. En función a los catadores e interacciones, no influyen significativamente en la aceptabilidad.

Se efectuaron pruebas de rangos múltiples para el atributo de aceptabilidad, con el fin de identificar que tratamientos fueron significativamente mejor o peor valorados.

Pruebas de múltiple rangos para Aceptabilidad por Tratamientos

Tabla 22

Comparaciones de medias según la prueba de Tukey para aceptabilidad

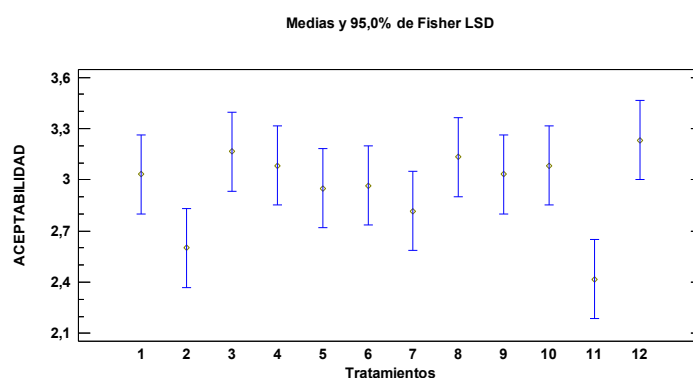
Tratamientos	Casos	Media	LS	Sigma	LS	Grupos Homogéneos
11	60	2,42	0,166597	X		
2	60	2,60	0,166597	XX		
7	60	2,82	0,166597	XX		
5	60	2,95	0,166597	XX		
6	60	2,97	0,166597	XX		
1	60	3,03	0,166597	XX		
9	60	3,03	0,166597	XX		
10	60	3,08	0,166597	XX		
4	60	3,08	0,166597	XX		

8	60	3,13	0,166597	XX
3	60	3,17	0,166597	XX
12	60	3,23	0,166597	X

Las pruebas de Tukey (Tabla 22), el tratamiento 12 se presenta como el más aceptado, con una media de 3,23 (Bueno), perteneciente a un grupo homogéneo distinto al del resto de los tratamientos, por otro lado, el tratamiento 11 presenta la media más baja de 2,41667.

Figura 10

Gráficas de medias para el atributo aceptabilidad



4.4. Caracterización de las propiedades bromatológicas del mejor tratamiento del producto untable

Se realizó el análisis comparativo entre el tratamiento 10 y tratamiento 12, el primero resultó el más rico en contenido de proteínas y para actividad antioxidante, en contraste, el T12 resultó el más atractivo en los atributos sensoriales. En consecuencia, se presenta en la Tabla 23 y Tabla 24 los análisis bromatológicos y microbiológicos respectivamente de los dos productos.

Tabla 23

Análisis bromatológico del producto untable (T10 y T12)

Parámetro	Método	Resultado (%)	
		T10	T12
Humedad	AOAC 925.10	57,05	47,07
Ceniza	AOAC 923.03	0,62	0,71
Grasa	AOAC 2003.06	10,58	12,01
Fibra	WEENDE	10,91	9,93

Tabla 24*Análisis microbiológico del producto untable (T10 y T12)*

Parámetro	Método	Resultado (UFC)	
		T10	T12
<i>E. coli</i>	AOAC 999.14	Ausencia	Ausencia
Recuento total	AOAC 999.14	Ausencia	Ausencia

En el estudio realizado por Vázquez et al. (2023), e realizó la caracterización de una crema untable de chocolate, la cual presentó un contenido de humedad de 12,13%. Este valor es considerablemente inferior al reportado por Gómez et al. (2024), quienes desarrollaron un producto untable a base de frijol caupí, el cual mostró un porcentaje de humedad del 63,23%. Esta diferencia se atribuye a la naturaleza de las materias primas, ya que los productos de origen vegetal tienden a contener mayor cantidad de agua.

Por otro lado, Porturas et al. (2023), llevaron a cabo un estudio de la composición proximal de una conserva de pasta untable ahumada de filetes de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Los resultados obtenidos fue humedad 59,74%, proteína 8,77%, grasa 21,74% y ceniza 1,82%. Finalmente, en la formulación de un alimento untable a base de café desarrollada por Reyes-Páez et al. (2025), se reportó ceniza 1,66%, humedad 28,86%, grasa 12,37%, fibra cruda 0,55% y proteína 1,30%. Este producto presenta un perfil intermedio en cuanto al contenido de humedad y baja proporción de proteína.

En el estudio realizado por Gómez et al. (2024), los resultados del análisis microbiológico indicaron niveles muy bajos de contaminación: la presencia de *Escherichia coli* fue inferior a 1 NMP/mL, los mohos se detectaron en concentraciones menores a 10 UFC/mL y las levaduras alcanzaron los 10 UFC/mL. Por su parte, Rodríguez (2023), destacó la relevancia del control microbiológico para asegurar la inocuidad tanto de los ingredientes como del proceso de elaboración, subrayando que la aplicación de tratamientos térmicos resulta eficaz para reducir significativamente la proliferación de microorganismos mesófilos aerobios, lo cual contribuye a preservar la calidad y seguridad del producto final.

4.5.Comprobación de las hipótesis

Criterio de decisión: Se rechaza la hipótesis nula (H_0) cuando el valor-p es menor a 0.05 ($p < 0.05$) o cuando el valor de F calculada supere el F crítico correspondiente al nivel de significancia del 5%.

A partir del análisis de varianza presentado en la Tabla 9, se observa que tanto los efectos principales (porcentaje de harina y temperatura de pasteurización), como sus interacciones, presentan valores-p significativos ($p < 0.05$). Esto indica que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de proteínas del producto.

Del mismo modo, según los resultados del ANOVA para actividad antioxidante (Tabla 11), todos los efectos principales y la mayoría de las interacciones fueron altamente significativos ($p < 0.0000$). En consecuencia, los factores evaluados inciden de manera significativa en la actividad antioxidante del producto untable.

En cuanto a la aceptabilidad sensorial (Tabla 13, 15, 17, 19 y 21), se identificó que un efecto estadísticamente significativo, el factor tratamientos (A), con valores -p < a 0,05, por lo tanto, se concluye que los tratamientos aplicados influyen significativamente en la percepción sensorial del producto por parte de los catadores.

Tabla 25

Comprobación de hipótesis para contenido de proteínas

F.V	Gl	F calculada	F crítico ($\alpha = 0.05$)	Valor - p	Criterio
A:% de harina	2	2404,60	3,39	0,0000	Se rechaza H_0
B:T de pasteurizado	1	453,35	4,26	0,0000	Se rechaza H_0
C:Tipo de aceite	1	0,00	4,26	0,9717	Se acepta H_0
AB	2	1002,32	3,39	0,0000	Se rechaza H_0
AC	2	91,07	3,39	0,0000	Se rechaza H_0
BC	1	97,75	4,26	0,0000	Se rechaza H_0
ABC	2	166,76	3,39	0,0000	Se rechaza H_0

Nota. F: Valor de Fisher. P-valor: Probabilidad asociada a la fuente de variación.

Tabla 26*Comprobación de hipótesis para actividad antioxidante*

F.V	Gl	F calculada	F crítico ($\alpha = 0.05$)	Valor - p	Criterio
A:% de harina	2	354,75	3,39	0,0000	Se rechaza Ho
B:T de pasteurizado	1	481,64	4,26	0,0000	Se rechaza Ho
C:Tipo de aceite	1	48,77	4,26	0,0000	Se rechaza Ho
AB	2	382,90	3,39	0,0000	Se rechaza Ho
AC	2	6,08	3,39	0,0000	Se rechaza Ho
BC	1	2,73	4,26	0,1113	Se acepta Ho
ABC	2	112,73	3,39	0,0000	Se rechaza Ho

Nota. F: Valor de Fisher. P-valor: Probabilidad asociada a la fuente de variación.

Tabla 27*Comprobación de hipótesis para análisis sensorial*

F.V	Gl	F calculada	F crítico ($\alpha = 0.05$)	Valor - p	Criterio
Color (Tratamientos)	11	3,40	1,79	0,0002	Se rechaza Ho
Olor (Tratamientos)	11	2,88	1,79	0,0012	Se rechaza Ho
Sabor (Tratamientos)	11	4,16	1,79	0,0000	Se rechaza Ho
Textura (Tratamientos)	11	2,60	1,79	0,0034	Se rechaza Ho
Aceptabilidad (Tratamientos)	11	2,08	1,79	0,0213	Se rechaza Ho

Nota. F: Valor de Fisher. P-valor: Probabilidad asociada a la fuente de variación.

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

- El análisis comparativo entre la harina de maíz morado y la harina de amaranto evidenció que la primera presentó un mayor contenido de humedad (13,92 %), mientras que la harina de amaranto destacó por su mayor contenido de ceniza (1,74 %), grasa (5,03 %), fibra (9,06 %) y proteína (21,41 %), frente al 9,13 % de proteína registrado en la harina de maíz morado. Estos resultados indican que el amaranto constituye una excelente fuente de proteína y fibra, por lo que se recomienda su incorporación como ingrediente funcional y nutritivo en productos alimenticios.
- El análisis estadístico confirmó que el porcentaje de mezcla de harinas, la temperatura de pasteurización y el tipo de aceite ejercen una influencia significativa sobre las propiedades funcionales y nutricionales del producto untable. El tratamiento que combinó 65 % de maíz morado y 35 % de amaranto, pasteurizado a 65 °C con aceite de oliva (Tratamiento 10), presentó los valores más altos de proteína 17,12 y capacidad antioxidante 38,91. Estos resultados fueron estadísticamente validados mediante la prueba de Tukey, que ubicó al Tratamiento 10 en un grupo homogéneo distinto al resto.
- En la evaluación sensorial, el Tratamiento 12 fue el mejor valorado en todos los atributos analizados, con medias de 3,62 para color, 3,93 para olor, 4,03 para sabor, 3,17 para textura y 3,23 para aceptabilidad. Estos valores superaron significativamente a los tratamientos 11, 6 y 1 en color; a los tratamientos 6 y 8 en olor; a los tratamientos 9, 11 y 6 en sabor; a los tratamientos 11, 8, 1, 2, 5, 7, 10, 6 y 3 en textura; y al tratamiento 11 en aceptabilidad.
- Se caracterizó las propiedades bromatológicas del mejor tratamiento seleccionado para la formulación de un producto untable, mediante la comparación entre los tratamientos T10 y T12. Donde, el T10 destacó por su mayor contenido proteico y por presentar una elevada actividad antioxidante; en contraste, el T12, presentó menores niveles de proteína y fibra, lo cual limita su valor nutricional en relación con el T10. En humedad, ambos productos se

encuentran dentro del rango aceptable para productos de origen vegetal, el contenido de grasa y fibra registrado en ambos tratamientos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de productos untables con alto valor nutricional y funcional, se recomienda emplear una formulación compuesta por un 65 % de harina de maíz morado y un 35 % de harina de amaranto, sometida a un proceso de pasteurización a 65 °C y utilizando aceite de oliva como fase lipídica. Esta combinación, correspondiente al Tratamiento 10, demostró ser la más efectiva al presentar el mayor contenido de proteínas y capacidad antioxidante, por tanto, es una opción para obtener un producto con características funcionales.
- Para alcanzar una textura homogénea y una adecuada sensación en boca, se recomienda tamizar previamente las harinas utilizadas hasta obtener una granulometría uniforme, este paso mejora la capacidad de emulsificación de los ingredientes y favorece la estabilidad estructural del producto.
- En cuanto al tratamiento térmico, se sugiere evitar temperaturas de pasteurización superiores a 85 °C, ya que el uso de temperaturas más elevadas provoca la degradación de compuestos bioactivos, como los antioxidantes fenólicos, y afecta la estructura de las proteínas, disminuyendo su valor nutricional. Por tanto, se recomienda mantener la temperatura en un rango entre 65 y 70 °C, asegura la preservación de las propiedades funcionales del producto sin comprometer su inocuidad microbiológica.
- Con base en los resultados obtenidos, se recomienda priorizar el tratamiento T10 como la formulación base para el desarrollo de productos untables funcionales, no obstante, se sugiere implementar ajustes tecnológicos orientados a mejorar la percepción sensorial de este tratamiento, mediante la optimización de ingredientes aromáticos o modificadores de textura sin comprometan su valor nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Hernández, Á., Salinas Moreno, Y., Ramírez-Díaz, J., Alemán-de la Torre, I., Bautista-Ramírez, & Flores-López, H. (2019). Antocianinas y color en grano y olote de maíz morado peruano cultivado en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *10*(5), 1071–1082. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.1828>
- Aldana, S., Vénica, C., Gugliemotti, D., Latorre, J., & Caballero, M. (2023). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y textural de quesos frescos (untables) con diferente contenido de grasa. *Libro de Trabajos Completos, XVIII*, 1–13.
- Andrade, C. (2022). Efecto de fuentes orgánicas en el rendimiento y contenido de antocianinas en maíz morado (*Zea mays* L.) bajo riego por goteo, en Lima, Perú. *Peruvian Agricultural Research*, *4*(1), 16–21.
- Aramayo, R., & Ramírez, E. (2023). Elaboración de galleta con harina de maíz morado. *Ventana Científica*, *13*(21), 48–63. <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/1612>
- Ayala-Garay, A., Espitia-Rangel, E., Altamirano-Cárdenas, J., Ireta-Paredes, A., González-Molina, L., Muñoz-Reyes, E., & Almaguer-Vargas, G. (2020). Factores que favorecen el consumo de amaranto en la Ciudad de México: Caso de estudio Xochimilco. *Textual*, *75*, 75–99. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2018.75.03>
- Briceño, H., Alvarez, L. M., & Valverde, A. (2020). Effect of drip irrigation on the performance and content of anthocyanins in purple corn cultivars (*Zea mays* L.). *Manglar*, *17*(3), 221–226. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.032>
- CEPAL, N. (2022). *Hacia una seguridad alimentaria y nutricional sostenible en América Latina y el Caribe en respuesta a la crisis alimentaria mundial* (7th ed.). <https://hdl.handle.net/11362/48531>

- Cobeña, C., & Lema, M. (2023). Seguridad alimentaria y nutricional en Ecuador. Marco legal, situación actual y desafíos. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 14, 72–83. <https://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view/5385/4888>
- Dorantes-Salazar, E., Báez-González, J., Gastelúm-Martínez, É., Morales-Landa, J., & García-Marquez, E. (2023). Determinación de actividad antioxidante en alimentos funcionales. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 643–649. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.84>
- Doria, D., & Durango, J. (2020). *Revisión bibliográfica sobre el aceite de la semilla de campano (Samanea Saman) propiedades fisicoquímicas y análisis proximal de la torta* [Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/76e40bfc-0a63-4a3a-9656-57fa40dc80da/content>
- Espitia, E., Sesma, L., Valverde, M., González, L., Escobedo, D., & Aguilar, M. (2021). Tiene el amaranto el potencial agronómico para ser un fenómeno mundial como la quinua. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(8), 1459–1471. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2897>
- FAO, FIDA, OPS, WFP, & UNICEF. (2023). *Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional - América Latina y el Caribe 2022* (FAO, FIDA, OPS, PMA, & UNICEF, Eds.; 15th ed.). <https://openknowledge.fao.org/items/f0249a6f-f13c-46b2-ac9e-6517134c82ae>
- Farfán, H., & Perales, A. (2021). Efecto de la fertilización orgánica mineral sobre la producción de maíz morado. *Revista Científica Siglo XXI*, 1(1), 97–106. <https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v1i1.14>
- Ferguous, H., Mehyar, G., & Ibrahim, S. (2023). The Antimicrobial and Antioxidation Activities of Olive Pomace Extract in Pasteurized White Cheese. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 19(4), 355–364. <https://doi.org/10.35516/jjas.v19i4.432>

- Figuroa, P. (2021). *Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de crema untable de castañas con chocolate* [Universidad San Ignacio de Loyola].
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/abb0f711-3d07-4709-91a9-08dc137cc0d9/content>
- Flores, N. (2015). *Entrenamiento de un panel de evaluación sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile* [Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137798>
- Flores-Cortez, D., Villalobos-Pacheco, E., Rojo-Mejia, A., Palomino-Yamamoto, M., & Martin Ramirez, Y. (2019). Protección osteoarticular de Zea mays L. variedad morada (maíz morado) en artritis experimental en ratas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(3), 441–448.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.353.3454>
- GAD Guaránda. (2024). *Datos Importantes*.
<https://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/datos-importantes/>
- Galliani, G. (2022). *Alimentos procesados de uso común entre la población vegana: estudio de su composición y sus ingredientes a través del etiquetado*. Universidad de Zaragoza.
- García, I., Reyes, H., & Rodríguez, J. (2022). Comparación cuantitativa de la actividad antioxidante en tomate chonto y ahuyama por los métodos ABTS, DPPH y voltamperometría cíclica / Comparação quantitativa da atividade antioxidante em tomates chonto e picante pelos métodos ABTS, DPPH e voltametria cíclica. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 1431–1438. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n1-110>
- Gómez, M., Cordero, Y., de Villavicencio-Ferrer, M., & Rodríguez, J. (2024). Desarrollo de un untable saborizado a partir de la pasta vegetal de frijol caupí. *Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 34(1), 53–57.
<https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/725>

- Gonçalves, J., De Campos, I., Muzitano, M., & Oliveira-Menezes, A. (2023). Efeito anti-helmíntico de diferentes extratos vegetais contendo flavonoides: uma revisão sistemática. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 21(7), 7572–7594. <https://doi.org/10.55905/oelv21n7-097>
- Gullón, P., Eibes, G., Lorenzo, J. M., Pérez-Rodríguez, N., Lú-Chau, T. A., & Gullón, B. (2020). Green sustainable process to revalorize purple corn cobs within a biorefinery frame: Co-production of bioactive extracts. *Science of The Total Environment*, 709, 136236. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136236>
- Huañapaco, R. (2024). *Formulación de una crema de almendra (Bertholletia excelsa) con chocolate en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/36244>
- Ibarra-Morales, A., & Sánchez-del Pino, I. (2021). El amaranto en la región maya. *Ecofronteras*, 25(71), 8–10. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1957/2011>
- INEN. (2013). *NTE INEN 2051 Cereales y Leguminosas. Maíz molido, sémola, harina, gritz. Requisitos.*
- Jacinto, A. (2021). *Formulación de un alimento untado elaborado a partir de suero lácteo, a escala de laboratorio* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/20177/>
- Jurado, E. (2019). *Estudio de la producción y comercialización del amaranto (Amaranthus sp) en la provincia de Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9888/2/03%20AGN%20064%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- León, M., & Soledad, B. (2020). Estudio del perfil de antocianinas en *Rubus Niveus* utilizando cromatografía líquida (HPLC) y pH diferencia. *EDUCAB*, 11, 147–156.

- López, O., & Suquilanda, M. (2024). *Efecto de la adición de ácido ferúlico microencapsulado en la formación de una bebida instantánea*. Universidad Técnica de Ambato.
- Maldonado, D. (2023). *Desarrollo de una crema untada comestible a base de gusano mayón (*Rhynchophorus Palmarum* L.) deshidratado y cacao en polvo* [Universidad Agraria del Ecuador]. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MALDONADO%20MACIAS%20DAY ANNE%20LISSETE.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MALDONADO%20MACIAS%20DAY%20ANNE%20LISSETE.pdf)
- Medina, A. (2022). *Guía de Manejo del Cultivo de Maíz Morado (*Zea mays* L.)* (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ed.; 1st ed.). <https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/handle/20.500.12955/1692>
- Medina-Hoyos, A., Narro-León, L., & Chávez-Cabrera, A. (2020). Purple corn (*Zea mays* L.) crop in the Peruvian Highlands: Adaptation and identification of high-yield and high anthocyanin content cultivars. *Scientia Agropecuaria*, *11*(3), 291–299. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01>
- Meléndez-Sosa, M., García-Barrales, A., & Ventura-García, N. (2020). Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutracéuticos en México. *RD-ICUAP*, *6*(1), 114–136.
- Mendoza, V. (2021). Productos funcionales: oportunidades para el Perú. *Unidad de Inteligencia Comercial*. <https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/bitstream/handle/SSE/263/Funcionales%20-%20Mayo.pdf?sequence=1>
- Menéndez-Cevallos, L., & Burgos-Briones, G. (2021). Efectos de la fermentación y secado en el contenido de polifenoles y alcaloides del cacao. *Dominio de Las Ciencias*, *7*(5), 1280–1304.
- Montenegro-Bonilla, D., Flores-Flores, N., Rodríguez-Lira, B., Arriaga-Montiel, N., Yáñez-Chávez, D., & Ramírez-Moreno, E. (2023). Análisis de los aceites vegetales y su estabilidad en la fritura. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, *11*(22), 58–66. <https://doi.org/10.29057/icsa.v11i22.10217>

- Moposita, D., Mejía, B., Dávalos, G., & Godoy, M. (2023). Pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*). *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 8(5), 1404–1417. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9335835>
- Moreno – Romero, W., Velásquez, I., & Salinas, N. (2022). Uso de aceites comestibles como solventes para la extracción de compuestos bioactivos: Una revisión (parte A). *Revista Ciencia e Ingeniería*, 43(1), 41–52. https://www.researchgate.net/profile/Ingrid-Velasquez-2/publication/356603832_Uso_de_aceites_comestibles_como_solventes_para_la_extraccion_de_compuestos_bioactivos_Una_revision_parte_A_Use_of_edible_oils_as_solvents_for_the_extraction_of_bioactive_compounds_A_review_part_A/links/61a6b28b743d9629db290241/Uso-de-aceites-comestibles-como-solventes-para-la-extraccion-de-compuestos-bioactivos-Una-revision-part-A-Use-of-edible-oils-as-solvents-for-the-extraction-of-bioactive-compounds-A-review-part-A.pdf
- Naigua, D. (2023). *Elaboración de un snack de harina de maíz morado nixtamalizado con adición de harina de quinua* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21163>
- Pappen, D., Rigo, D., Colet, R., Fernandes, I., Steffens, J., Zeni, J., Rigo, E., & Valduga, E. (2020). Elaboração e caracterização de biscoito tipo sequilho com farinha de amaranto, milho e arroz/preparation and characterization of biscuit type sequilho with amaranth flour, maize and rice. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 72621–72636. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-638>
- Peña, G., & Ariza, J. (2021). Amaranto, lípidos y su efecto en las dislipidemias. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 10(19), 160–172. <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i19.6961>
- Peralta, L., Mejía, M., Gavidia, M., & Granizo, A. (2021). Seguridad alimentaria y nutricional en los cantones de la provincia de Chimborazo - Ecuador. *Espacios*, 42(18), 1–20. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n18p01>

- Porturas, R., Ramírez, D., Crispín, F., Vásquez, W., Sánchez, D., & Rivera, H. (2023). Elaboración de conservas de pasta untada ahumada a partir de recortes de filetes de trucha *Oncorhynchus mykiss*. *Agroindustrial Science*, *13*(2), 83–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.02.04>
- Quintana, L., Jurado, N., Quintero, L., León, C., & Gutiérrez, M. (2021). El amaranto propiedades y usos en la industria panadera. *Working Papers - ECBTI*, *2*(2).
- Rabanal-Atalaya, M., & Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoamericana*, *39*, 1–12. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.808>
- Reyes, B., Chamorro, R., Morales, G., Hernández, M., Farías, C., & Valenzuela, R. (2023). Composición química y aplicaciones clínicas del aceite de oliva extra virgen. *Revista Chilena de Nutrición*, *50*(3), 320–331. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182023000300320>
- Reyes-Páez, D., Zambrano-Rodríguez, A., & Soledad-Rodríguez, B. (2025). Formulación y procesamiento de un alimento para untar a base de café. *Revista de La Universidad Del Zulia*, *16*(45), 120–134. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.13688391>
- Rioja, A., Vizaluque, B., Aliaga-Rossel, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium Quinoa*. *Revista Boliviana de Química*, *35*(5), 168–176. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4263/426358213006/html/index.html>
- Rodríguez, E. (2023). *Desarrollo de crema de avellana con cacao adicionada con fibra prebiótica* [Tesis de Maestría, Universidad Panamericana]. <https://scripta.up.edu.mx/entities/publication/92dd55a7-c1f7-4316-bea5-9daafe477029>
- Rojas, S., & Rojas, F. (2024). *Elaboración de galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada (*Hordeum vulgare* L.), harina de soja (*Glycine max.*) y*

harina de maíz morado (Zea mays L.) [Tesis pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/10093>

Salinas-Moreno, Y., Esquivel-Esquivel, G., Ramírez-Díaz, J., Alemán-de la Torre, I., Bautista-Ramírez, E., & Santillán-Fernández, A. (2021). Selección de germoplasma de maíz morado (*Zea mays L.*) Con potencial para extracción de pigmentos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *44*(3), 309–321. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.3.309>

Serra, J., Melero, J., Martínez, G., & Fagoaga, C. (2020). Especies vegetales como antioxidantes de alimentos. *Nereis. Interdisciplinary Ibero-American Journal of Methods, Modelling and Simulation.*, *12*, 71–90. https://doi.org/10.46583/nereis_2020.12.577

SIPA. (2022). *Ficha del cultivo de maíz duro seco* . Ficha Del Cultivo. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>

Sisti, M. (2020). *Proteínas y fibra de amaranto: Actividad sobre el metabolismo de colesterol* [Universidad Nacional de La Plata. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos]. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/103266>

Tarantini, A., Crupi, P., Ramires, F., D'Amico, L., Romano, G., Blando, F., Branco, P., Clodoveo, M., Corbo, F., Cardinali, A., & Bleve, G. (2024). Study of the effects of pasteurization and selected microbial starters on functional traits of fermented table olives. *Food Microbiology*, *122*, 104537. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104537>

UNE-EN 15104, Determinación del contenido total de nitrógeno - Método de combustión (Dumas) (2011).

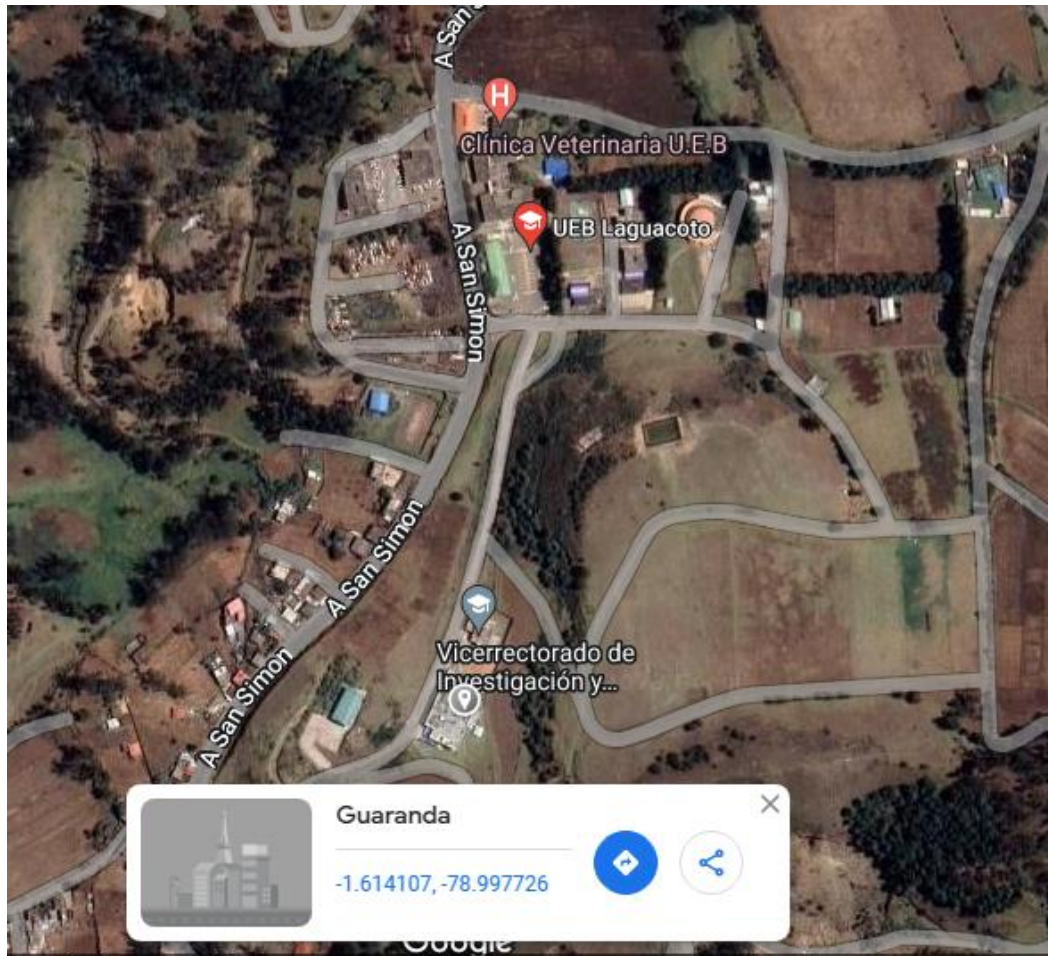
Urbina, K., Santacruz, S., Guapi, G., Revilla, K., & Aldas, J. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, *10*(2), 33–41. <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>

- Valera, P. (2019). *Efecto de la altitud en el rendimiento y en el contenido de antocianinas de maíz morado (Zea mays L.) en el distrito de Ichocán* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3698>
- Vázquez, M., Fajardo, M., Guanche, D., García, R., del Risco, C., Pérez, L., Socarrás, Y., Pages, E., Urbano, M., & Suárez, D. (2023). Caracterización de una crema untada de chocolate con productos apícolas. *Apiciencia*, 25(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.122>
- Vidal, J., da Silva, G., Palomino, M., Zago, A., Souza, V., & Rockenbach, R. (2020). Parâmetros físico-químicos e aceitabilidade de sorvetes desenvolvidos a partir de diferentes leites fermentados por kefir, jabuticaba (*myrciaria cauliflora* (mart.) o. berg) e mel de abelha silvestre / physical-chemical parameters and acceptability of ice creams developed from different milks fermented by kefir, jabuticaba (*myrciaria cauliflora* (mart.) o. berg) and wild bee honey. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 85434–85451. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-094>
- Virgen-Carrillo, C., & Mojica, L. (2024). Revisión histórica y conceptual de los alimentos funcionales: antecedentes, perspectivas y desafíos. *Journal of Behavior and Feeding*, 4(7), 11–20. <https://doi.org/10.32870/jbf.v4i7.48>
- Vivanco, D., Ardiles, P., Castillo, D., & Puente, L. (2021). Tecnología emergente: Campo de pulsos eléctricos (PEF) para el tratamiento de alimentos y su efecto en el contenido de antioxidantes. *Revista Chilena de Nutrición*, 48(4), 609–619. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000400609>
- Zamora, I., & Barboza, Y. (2020). Consumo de alimentos funcionales por estudiantes universitarios Ecuatorianos. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 33(1), 14–23. <https://ve.scielo.org/pdf/avn/v33n1/0798-0752-avn-33-01-14.pdf>

ANEXOS

Anexo 1.

Mapa de ubicación de la investigación



Nota: Toma de la ubicación mediante “Google Maps”

Anexo 2.

Presupuesto

Actividad	Detalle		Monto
1.1.	Obtención de materias primas		\$80.00
1.2.	Transporte		\$40.00
Objetivo 1	Análisis bromatológicos a las harinas de maíz morado y amaranto.	Humedad	\$15.00
		Cenizas	\$15.00
		Proteína	\$30.00
		Grasa	\$20.00
		Fibra	\$50.00
Objetivo 2	Desarrollo del producto	Compra de insumos	\$40.00
	Análisis funcional y nutricional	Actividad antioxidante	\$60.00
		Proteína	\$30.00
Objetivo 3	Evaluación sensorial	Impresiones	\$20.00
Objetivo 4	Análisis bromatológico al producto terminado	Humedad	\$15.00
		Cenizas	\$15.00
		Proteína	\$30.00
		Grasa	\$20.00
		Fibra	\$50.00
	TOTAL		\$530.00

Anexo 3.

Formato de ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE
HOJA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

Tema: “DESARROLLO DE UN PRODUCTO UNTABLE A BASE DE MAÍZ MORADO (*Zea Mays* L), Y AMARANTO (*Amaranthus Caudatus*) CON ACEITES VEGETALES, COMO UNA ALTERNATIVA NUTRITIVA Y FUNCIONAL EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA)”

Datos Personales

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Sexo: _____

¿Estaría usted dispuesto a participar en el proceso de evaluación sensorial del producto unttable?

Sí _____ No _____

Recomendación:

La muestra se toma se mueve alrededor de la boca de tal manera que entre en contacto con toda la superficie de la lengua.

Características	Alternativa	T1	T2	T3
Color	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			
Olor	1. Muy Desagradable			
	2. Desagradable			
	3. Agradable			
	4. Muy Agradable			
	5. Excelente			
Sabor	1. Muy Desagradable			
	2. Desagradable			
	3. Agradable			
	4. Muy Agradable			
	5. Excelente			
Textura	1. Espesa			
	2. Grumosa			
	3. Cremosa			
	4. Ligero			
	5. Muy ligero			
Aceptabilidad	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			

Nota: Hoja de evaluación sensorial adaptada de Flores (2015).

Anexo 4.

Valores de la respuestas experimentales para proteína

Tratamientos	% Nitrógeno	% Proteína	promedio	desviación
1	0,78	4,56	4,54	0,26539279
	0,73	4,27		
	0,82	4,80		
2	0,97	5,67	5,60	0,08736895
	0,94	5,50		
	0,96	5,62		
3	1,94	11,35	10,94	0,44305756
	1,88	11,00		
	1,79	10,47		
4	1,06	6,20	6,34	0,12489996
	1,09	6,38		
	1,10	6,44		
5	0,94	5,50	5,29	0,2055075
	0,90	5,27		
	0,87	5,09		
6	0,90	5,27	4,97	0,29501412
	0,80	4,68		
	0,85	4,97		
7	1,80	10,53	10,08	0,44034078
	1,65	9,65		
	1,72	10,06		
8	2,11	12,34	15,11	0,03464102
	2,12	12,40		
	2,11	12,34		
9	2,56	14,98	15,11	0,14640128
	2,61	15,27		
	2,58	15,09		
10	2,91	17,02	17,12	0,21794495
	2,97	17,37		
	2,90	16,97		
11	2,12	12,40	12,62	0,47374395
	2,10	12,29		
	2,25	13,16		
12	2,05	11,99	12,17	0,15874508
	2,10	12,29		
	2,09	12,23		
Harina de amaranto	3,70	21,65	21,41	0,3592121
	3,59	21,00		
	3,69	21,59		
Harina de maíz morado	1,55	9,07	9,13	0,05507571
	1,56	9,13		
	1,57	9,18		

Anexo 5.

Valores de la respuestas experimentales para cantidad de antioxidantes

Muestra	Absorbancias $\lambda=734\text{nm}$	Absorbancia Neta	Concentración ($\mu\text{mol/l}$)	Volumen aforo (l)	Peso muestra (g)	Factor de dilución	$\mu\text{mol Trolox /g muestra}$	PROM
T1	0,83	0,30	224,11	0,025	0,3028	1	18,50	18,50
	0,84	0,29	215,41	0,025	0,3028	1	17,78	
	0,82	0,31	232,81	0,025	0,3028	1	19,22	
T2	0,76	0,37	285,02	0,025	0,3088	1	23,07	23,07
	0,77	0,36	276,32	0,025	0,3088	1	22,37	
	0,75	0,38	293,72	0,025	0,3088	1	23,78	
T3	0,61	0,52	415,55	0,025	0,3088	1	33,64	32,94
	0,64	0,49	389,44	0,025	0,3088	1	31,53	
	0,61	0,52	415,55	0,025	0,3088	1	33,64	
T4	0,64	0,49	389,44	0,025	0,3058	1	31,84	32,08
	0,63	0,50	398,15	0,025	0,3058	1	32,55	
	0,64	0,49	389,44	0,025	0,3058	1	31,84	
T5	0,71	0,42	328,53	0,025	0,3056	1	26,88	27,35
	0,70	0,43	337,23	0,025	0,3056	1	27,59	
	0,70	0,43	337,23	0,025	0,3056	1	27,59	
T6	0,77	0,36	276,32	0,025	0,3092	1	22,34	23,28
	0,76	0,37	285,02	0,025	0,3092	1	23,05	
	0,74	0,39	302,43	0,025	0,3092	1	24,45	
T7	0,67	0,46	363,34	0,025	0,3018	1	30,10	30,34
	0,68	0,45	354,64	0,025	0,3018	1	29,38	
	0,65	0,48	380,74	0,025	0,3018	1	31,54	
T8	0,60	0,53	424,25	0,025	0,3047	1	34,81	35,52
	0,58	0,55	441,65	0,025	0,3047	1	36,24	
	0,59	0,54	432,95	0,025	0,3047	1	35,52	
T9	0,63	0,50	398,15	0,025	0,2991	1	33,28	33,28
	0,63	0,50	398,15	0,025	0,2991	1	33,28	
	0,63	0,50	398,15	0,025	0,2991	1	33,28	
T10	0,54	0,59	476,46	0,025	0,3061	1	38,91	38,91
	0,54	0,59	476,46	0,025	0,3061	1	38,91	
	0,54	0,59	476,46	0,025	0,3061	1	38,91	
T11	0,62	0,51	406,85	0,025	0,3075	1	33,08	32,61
	0,63	0,50	398,15	0,025	0,3075	1	32,37	
	0,63	0,50	398,15	0,025	0,3075	1	32,37	
T12	0,64	0,49	389,44	0,025	0,3059	1	31,83	32,06
	0,64	0,49	389,44	0,025	0,3059	1	31,83	
	0,63	0,50	398,15	0,025	0,3059	1	32,54	
harina amaranto	0,61	0,52	415,55	0,025	0,3000	1	34,63	35,35
	0,60	0,53	424,25	0,025	0,3000	1	35,35	
	0,59	0,54	432,95	0,025	0,3000	1	36,08	
harina maíz morado	0,63	0,50	398,15	0,025	0,3088	11	354,57	359,73
	0,62	0,51	406,85	0,025	0,3088	11	362,32	
	0,62	0,51	406,85	0,025	0,3088	11	362,32	

Anexo 6.

Análisis de la investigación

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS 2024								
HUMEDAD								
PRODUCTO	DESTINO	CODIGO	PESO MUESTRA	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA + MUESTRA SECA	% HUMEDAD	PROMEDIO	
harina Maiz	Tesis		3,0014	57,5863	60,1526	14,50	13,92	
			3,0006	56,2454	58,8146	14,38		
			3,0009	57,0434	59,6575	12,89		
Harina Amanto			3,0011	50,1933	52,9091	9,51		9,60
			3,0018	54,6529	57,3634	9,70		
			3,0017	50,3172	53,0309	9,59		
GRASA								
Harina Maiz	Tesis		23,9200	1,0022	23,9660	4,59	4,57	
			23,5832	1,0014	23,6288	4,55		
			25,2407	1,0024	25,2864	4,56		
Arina Amanto			24,0425	1,0008	24,0909	4,84		5,03
			24,8285	1,0011	24,8807	5,21		
			23,5829	1,0013	23,6333	5,03		
FIBRA								
PRODUCTO	DESTINO	CODIGO	PESO PAPEL FILTRO	PESO MUESTRA	PESO PAPEL + MUESTRA	%FIBRA	PROMEDIO	
Maiz morado	TESIS		1,1817	0,5025	1,2509	13,77	7,83	
			1,2115	0,5024	1,2563	8,92		
			1,2084	0,5004	1,2476	7,83		
Amaranto			1,1907	0,5075	1,2371	9,14		9,06
			1,2148	0,5022	1,2502	7,05		
			1,1832	0,5024	1,2287	9,06		

Nota: Análisis bromatológicos a las harinas de maíz morado y amaranto

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°169

Solicitante	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Johnny Chimbo – César Azogue				
Muestra	Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 65°C, aceite de oliva) - Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 85°C, aceite de oliva)				
Código asignado UEB	INV103 – INV105				
Estado de la muestras	Pasta				
Envase de recepción	Recipientes de vidrio				
Análisis requerido(s)	Fibra, grasa, humedad, ceniza				
Fecha de recepción	19 de Mayo del 2025				
Fecha de análisis	19 -28 de Mayo del 2025				
Fecha de informe	02 de Junio del 2025				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV103	Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 65°C, aceite de oliva)	Fibra	%	WEENDE	10,91
		Grasa		AOAC 2003.06	10,58
		Humedad		AOAC 925.10	57,05
		Ceniza		AOAC 923.03	0,62
INV105	- Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 85°C, aceite de oliva)	Fibra	%	WEENDE	9,93
		Grasa		AOAC 2003.06	12,01
		Humedad		AOAC 925.10	47,07
		Ceniza		AOAC 923.03	0,71
<small>Los análisis realizados fueron con tres réplicas</small>					



Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°170

Solicitante	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Johnny Chimbo – César Azogue				
Muestra	Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 65°C, aceite de oliva) - Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 85°C, aceite de oliva)				
Código asignado UEB	INV103 – INV105				
Estado de la muestras	Pasta				
Envase de recepción	Recipientes de vidrio				
Análisis requerido(s)	Recuento total – mohos y levaduras				
Fecha de recepción	20 de Mayo del 2025				
Fecha de análisis	20-28 de Mayo del 2025				
Fecha de informe	02 de Junio del 2025				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV103	Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 65°C, aceite de oliva)	<i>E. Coli</i>	Ufc	Petrifilm (AOAC 991.14)	Ausencia
		<i>Recuento total</i>		Petrifilm	Ausencia
INV105	Producto untable (Harina de maíz morado 65%, amaranto 35%, 85°C, aceite de oliva)	<i>E. Coli</i>	Ufc	Petrifilm (AOAC 991.14)	Ausencia
		<i>Recuento total</i>		Petrifilm	Ausencia
<small>Los análisis realizados fueron con tres diluciones y tres réplicas</small>					



Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 7.

Tabla de tratamientos ingresados al software Statgraphics.

	% de harina	T de pasteurizado	Tipo de aceite	de	Proteínas	Actividad Antioxidante
T1	75 Maíz 25 amaranto	65	Girasol		4,56	18,5
T2	75 Maíz 25 amaranto	65	Oliva		5,67	23,07
T3	75 Maíz 25 ama	85	Girasol		11,35	33,64
T4	75 Maíz 25 amaranto	85	Oliva		6,2	31,84
T5	70 Maíz 30 amaranto	65	Girasol		5,5	26,88
T6	70 Maíz 30 amaranto	65	Oliva		5,27	22,34
T7	70 Maíz 30 amaranto	85	Girasol		10,53	30,1
T8	70 Maíz 30 amaranto	85	Oliva		12,34	34,81
T9	65 Maíz 35 amaranto	65	Girasol		14,98	33,28
T10	65 Maíz 35 amaranto	65	Oliva		17,02	38,91
T11	65 Maíz 35 amaranto	85	Girasol		12,4	33,08
T12	65 Maíz 35 amaranto	85	Oliva		11,99	31,83
T1	75 Maíz 25 amaranto	65	Girasol		4,27	17,78
T2	75 Maíz 25 amaranto	65	Oliva		5,5	23,78
T3	75 Maíz 25 amaranto	85	Girasol		11	31,53
T4	75 Maíz 25 amaranto	85	Oliva		6,38	32,55
T5	70 Maíz 30 amaranto	65	Girasol		5,27	27,59
T6	70 Maíz 30 amaranto	65	Oliva		4,68	23,05
T7	70 Maíz 30 amaranto	85	Girasol		9,65	29,38
T8	70 Maíz 30 amaranto	85	Oliva		12,4	36,24
T9	65 Maíz 35 amaranto	65	Girasol		15,27	33,28
T10	65 Maíz 35 amaranto	65	Oliva		17,37	38,91
T11	65 Maíz 35 amaranto	85	Girasol		12,29	32,37
T12	65 Maíz 35 amaranto	85	Oliva		12,29	31,83
T1	75 Maíz 25 amaranto	65	Girasol		4,8	19,22
T2	75 Maíz 25 amaranto	65	Oliva		5,62	22,37
T3	75 Maíz 25 amaranto	85	Girasol		10,47	33,64
T4	75 Maíz 25 amaranto	85	Oliva		6,44	31,84
T5	70 Maíz 30 amaranto	65	Girasol		5,09	27,59
T6	70 Maíz 30 amaranto	65	Oliva		4,97	24,45
T7	70 Maíz 30 amaranto	85	Girasol		10,06	31,54
T8	70 Maíz 30 amaranto	85	Oliva		12,34	35,52
T9	65 Maíz 35 amaranto	65	Girasol		15,09	33,28
T10	65 Maíz 35 amaranto	65	Oliva		16,97	38,91
T11	65 Maíz 35 amaranto	85	Girasol		13,16	32,37
T12	65 Maíz 35 amaranto	85	Oliva		12,23	32,54

Anexo 8.

Fotografías de la investigación

Análisis bromatológicos



Tamizaje de las harinas



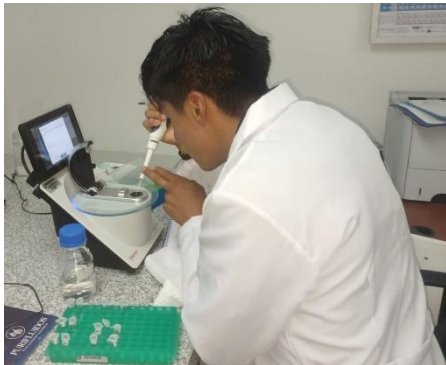
Pasteurizado del producto



Muestras para la medición de la actividad antioxidante



Medición de la actividad antioxidante



Cataciones



Presentación del producto unttable



Anexo 9.

Glosario de términos técnicos

- **Actividad antioxidante:** Es la habilidad de una sustancia para prevenir o ralentizar la oxidación (García et al., 2022).
- **ABTS:** Este método se fundamenta en medir la decoloración del radical ABTS⁺, el cual se reduce a ABTS debido a la acción de los antioxidantes, el radical catiónico ABTS⁺ se genera al oxidar el compuesto ABTS mediante persulfato de potasio, La longitud de onda característica es de 734 nm (Vidal et al., 2020).
- **Compuestos bioactivos:** Son sustancias presentes en los alimentos que tienen un impacto positivo en la salud y el funcionamiento del organismo, estos compuestos ofrecen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas, antimicrobianas, entre otras (Virgen-Carrillo & Mojica, 2024).
- **Antocianinas:** Son compuestos que forman parte del grupo de las sustancias fenólicas, específicamente dentro de los flavonoides, estos compuestos se encuentran de manera natural en flores, frutos, bayas y hojas, aportando colores que varían desde tonos rojos intensos hasta azules, con una amplia diversidad en su estructura química y concentración (León & Soledad, 2020).
- **Polifenoles:** Estos compuestos actúan como antioxidantes, protegiendo a las células del daño causado por los radicales libres, también desempeñan un papel importante en la protección de las plantas contra el estrés ambiental y las enfermedades, y en los seres humanos (Menéndez-Cevallos & Burgos-Briones, 2021).
- **Ácido ferúlico:** También conocido como ácido 3-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-2-propenoico, es un compuesto fenólico natural perteneciente a la familia de los ácidos hidroxicinámicos. En el ámbito alimentario, su capacidad antioxidante lo hace útil para prevenir la oxidación de los lípidos, lo que ayuda a prolongar la vida útil de los productos y reduce la formación de rancidez causada por la degradación de las grasas (López & Suquilanda, 2024).

- **Flavonoides:** Compuestos bioactivos que pertenecen a la familia de los polifenoles, se caracterizan por su estructura química que incluye dos anillos aromáticos unidos por un puente de tres carbonos (Gonçalves et al., 2023).