UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustrias

Tema:

EFECTO DEL AUTOCLAVADO EN EL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES Y SOLUBILIDAD EN MEZCLAS DE HARINAS INSTANTÁNEAS DE MAÍZ *(Zea mays* L*)*, CAMOTE *(Ipomoea batatas)* MORADOS Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE *(Musa paradisiaca* L*)*

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero/a 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:

Richard Rolando Naranjo García

Mónica Adriana Llumipanta Defaz

Tutor:

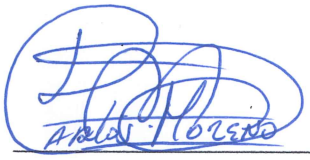
Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD

GUARANDA – ECUADOR

2025

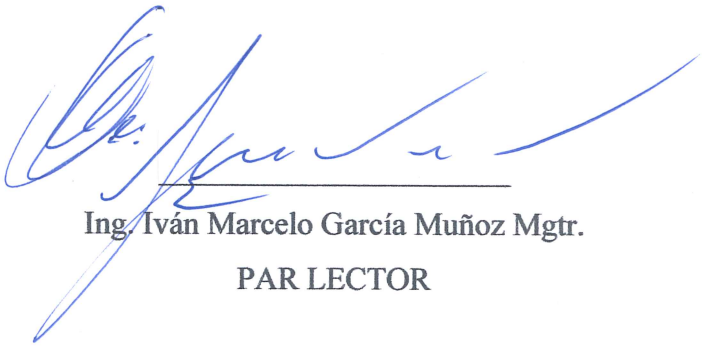
EFECTO DEL AUTOCLAVADO EN EL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES Y SOLUBILIDAD EN MEZCLAS DE HARINAS INSTANTÁNEAS DE MAÍZ *(Zea mays* L*)*, CAMOTE *(Ipomoea batatas)* MORADOS Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE *(Musa paradisiaca* L*)*

REVISADO Y APROBADO POR:



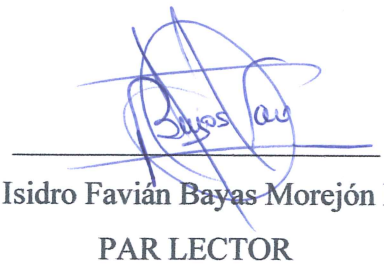
Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD.

TUTOR



Ing. Iván Marcelo García Muñoz Mgtr.

PAR LECTOR



Ing. Isidro Favián Bayas Morejón PhD.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Naranjo García Richard Rolando con CI 2150248983 y Llumipanta Defaz Mónica Adriana, con CI 0550626568, declaramos 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.

Richard Rolando Naranjo García
CI.: 2150248983
AUTOR

Mónica Adriana Llumipanta Defaz
CI.: 0550626568
AUTORA

Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD
CI.: 1802080026
TUTOR

Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

ESCRITURA PÚBLICA

DECLARACION JURADA

SEÑORES RICHARD ROLANDO NARANJO GARCIA Y MONICA ADRIANA LLUMIPANTA DEFAZ

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día VIERNES CATORCE DE NOVIEMBRE DE DOS MIL VEINTE Y CINCO , ante mí, Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen los señores **RICHARD ROLANDO NARANJO GARCIA,** portador de la cédula de ciudadanía número dos uno cinco cero dos cuatro ocho nueve ocho tres, soltero y señorita **MONICA ADRIANA LLUMIPANTA DEFAZ,** portadora de la cédula de ciudadanía número cero cinco cinco cero seis dos seis cinco seis ocho, capaces de contraer obligaciones, domiciliados en esta ciudad y Cantón, número 0939768130, a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía y certificado de votación ,cuyas copias adjunto a esta escritura. Advertidos por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados en forma separada, de que comparecen al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentados en debida forma, prevenidos de la gravedad del juramento, de las penas del perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: " Previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **EFECTO DEL AUTOCLAVADO EN EL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES Y SOLUBILIDAD EN MEZCLAS DE HARINAS INSTANTÁNEAS DE MAÍZ (*Zea mays* L), CAMOTE (*Ipomoea batatas*) MORADOS Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca* L)** son de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad." (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por los comparecientes, la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal). Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí el Notario, se ratifican en todo su contenido y firman conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

SR. RICHARD ROLANDO NARANJO GARCIA

SRA. MONICA ADRIANA LLUMIPANTA DEFAZ

Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

Doctor Guido Fabián Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA.

PERFIL_MONI_RICHIII-Final_(14_11_25)[1].docx

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:527596870

Fecha de entrega
13 nov 2025, 5:29 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
13 nov 2025, 6:38 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
PERFIL_MONI_RICHIII-Final_(28_10_25).docx

Tamaño del archivo
12.6 MB

118 páginas

21.943 palabras

123.652 caracteres



Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD
TUTOR

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

25% Fuentes de Internet
3% Publicaciones
11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejia PhD
TUTOR

DEDICATORIA

A mis padres Marcos Naranjo y Rosa García, quienes me dieron su amor incondicional y me enseñaron el valor del trabajo duro y la perseverancia, porque sin su apoyo constante y sus incansables sacrificios, este sueño no sería una realidad.

A mis hermanos por el apoyo incondicional y el esfuerzo que han dedicado para que hoy en día cumpla una meta más en mi vida.

A mi tío Agnelio Naranjo, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su generosidad que fueron un faro de luz en mi camino.

Y a mí mismo, por la disciplina y la dedicación.

"Sin miedo al éxito."

Richard Rolando Naranjo García

AGRADECIMIENTO

Este proyecto de investigación es el resultado de un largo camino, y quiero agradecer a quienes me acompañaron en este proceso para hacerlo posible.

En primer lugar, a Dios por siempre mantenerme con salud para culminar un desafío académico.

A mis padres, Rosa García y Marcos Naranjo, principales pilares de mi vida, por sus consejos y enseñanzas del valor de la perseverancia.

A mi tío, Agnelio Naranjo, por sus palabras de aliento y por su apoyo constante.

A los docentes de la facultad y en especial a mi director de tesis Ing. Carlos Moreno, por su compromiso con mi formación académica.

Finalmente, agradezco a mis amigos en especial a Mónica Llumipanta, Anderson, Danny y Pamela con quienes he compartido cada alegría y experiencias, dándonos ánimos y no desfallecer en las adversidades que nos presenta la vida.

"Que Dios los bendiga a todos, el éxito muchas veces viene después del fracaso."

Richard Rolando Naranjo García

DEDICATORIA

Con todo mi amor y gratitud, dedico este logro a mis padres, Fausto Aníbal Llumipanta Álvarez y María Manuela Defaz Tocte, quienes han sido la luz y la fuerza que guían mi camino; su ejemplo de sacrificio, disciplina y perseverancia me ha inspirado a alcanzar cada meta con valentía y dedicación. Gracias a su apoyo incondicional, hoy culmino este sueño que también es suyo. Este trabajo es un reflejo del amor y enseñanzas que me han brindado a lo largo de mi vida, los llevo siempre en mi corazón y los amo infinitamente toda mi vida.

"Estamos destinados a transformar el mundo"

Mónica Adriana Llumipanta Defaz

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por siempre estar conmigo y hoy cumplir un sueño más en la trayectoria de mi vida, por la salud y por iluminar mi camino con fe y esperanza.

Estoy agradecida infinitamente a mis padres, quienes han sido el pilar de mi vida, guiándome con amor, esfuerzo y enseñanzas que me han formado como persona, por estar conmigo siempre en mis momentos malos y buenos gracias padres míos, a mis hermanos por su amor y el apoyo que me han brindado día a día.

A mi abuelita por siempre aconsejarme y cuidarme; aunque estés en el cielo, siempre llevo tu bendición en mi corazón.

A mi novio Anderson Taris, por ser mi apoyo constante y estar junto a mi lado en momentos buenos y en los difíciles, Gracias por tu amor incondicional; esta meta también es tuya, porque estuviste conmigo en todo momento.

A los docentes de la facultad que han contribuido a la enseñanza para poder convertirme en un buen profesional en especial al Ingeniero Moreno PhD, quien con su paciencia y guía fue un gran tutor en este proceso.

Finalmente, a mi compañero y amigo Richard Naranjo, por caminar a mi lado en este trayecto, compartir momentos buenos y malos, y por aguantarme en todas mis ocurrencias y aventuras del día a día. También quiero agradecer de todo corazón a Anderson y Pame por la amistad que me brindan,

"Que Dios los bendiga siempre; de cada desafío nace la verdadera grandeza"

Mónica Adriana Llumipanta Defaz

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPITULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. HIPÓTESIS	6
1.4.1. Hipótesis Nula	6
1.4.2. Hipótesis Alterna	6
CAPITULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Maíz morado *(Zea mays* L*)*	7
2.1.1. Origen del maíz morado	7
2.1.2. Taxonomía del maíz morado	8
2.1.3. Composición del maíz morado	8
2.1.4. Valor nutricional del maíz morado	8
2.1.5. Información nutricional del maíz morado	9
2.1.6. Propiedades del maíz morado	10
2.1.7. Características del maíz morado	10
2.1.8. Variedad del maíz morado en el Ecuador	11
2.1.9. Producción del maíz morado	12
2.1.10. Usos agroindustriales del maíz morado	13
2.1.11. Antioxidante del maíz morado	13
2.1.12. Cantidad de antioxidantes	14
2.1.13. Tipos de antioxidantes	14
2.2. Camote *(Ipomoea batatas)*	15
2.2.1. Origen del camote morado	15
2.2.2. Taxonomía del camote morado	16
2.2.3. Composición del camote morado	16
2.2.4. Valor nutricional del camote morado	17

2.2.5. Información nutricional del camote morado 17
2.2.6. Propiedades del camote morado 18
2.2.7. Características del camote morado 18
2.2.8. Variedades de camote morado en el Ecuador 19
2.2.9. Producción del camote morado 20
2.2.10. Usos agroindustriales del camote morado 21
2.2.11. Antioxidante del camote morado 21
2.2.12. Cantidad de antioxidantes 22
2.2.13. Tipos de antioxidantes 22
2.3. Plátano verde barraganete *(Musa paradisiaca L)* 23
2.3.1. Origen del plátano verde barraganete 23
2.3.2. Taxonomía del plátano verde barraganete 23
2.3.3. Composición de la cáscara de verde barraganete 24
2.3.4. Valor nutricional de la cáscara de verde barraganete 24
2.3.5. Información nutricional de la Cáscara de verde barraganete 25
2.3.6. Propiedades de la cáscara de verde barraganete 25
2.3.7. Características del plátano verde barraganete 26
2.3.8. Variedad del plátano en el Ecuador 26
2.3.9. Producción del Plátano verde barraganete 28
2.3.10. Usos agroindustriales de la Cáscara de verde barraganete 29
2.3.11. Antioxidante del plátano verde 29
2.3.12. Cantidad de antioxidantes 29
2.3.13. Tipos de antioxidantes 30
2.4. Harinas instantáneas 31
2.4.1. Descripción de las harinas instantáneas 31
2.4.2. Características 32
2.4.3. Beneficios 32
2.5. Autoclavado 33
2.5.1. Principios del autoclavado 33
2.5.2. Termodinámica del autoclavado 33
2.5.3. Cinética de la reacción del autoclavado 33
2.5.4. Tipos de autoclavado 33

2.5.4.1. Autoclavado a Vapor 33
2.5.4.2. Autoclavado a Presión 34
2.5.4.3. Autoclavado a Temperatura Controlada 34
2.5.5. Ventajas y Desventajas del Autoclavado 34
2.5.6. Parámetros de autoclavado para harinas 34
2.5.6.1. Temperatura de Autoclavado 35
2.5.6.2. Presión de Autoclavado 35
2.5.6.3. Tiempo de Autoclavado 36
2.5.6.4. Humedad de Autoclavado 36
2.5.6.5. Enfriamiento de Autoclavado 37
2.6. Referencias de normativas INEN 37
CAPITULO III 39
3. MARCO METODOLÓGICO 39
3.1. Ubicación de la investigación 39
3.1.1. Localización de la investigación. 39
3.1.2. Situación geográfica y climática. 40
3.1.3. Zona de vida 40
3.2. Metodología 40
3.2.1. Material experimental. 40
3.2.1.1. Materiales de oficina. 40
3.2.1.2. Materiales de laboratorio 41
3.2.1.3. Equipos 41
3.2.1.4. Reactivos 42
3.2.2. Factores de estudio 42
3.2.3. Tratamientos 42
3.2.4. Características del diseño factorial AxBxC 43
3.2.5. Tipo de diseño experimental 43
3.2.5.1. Modelo análisis de varianza ANOVA 44
3.2.5.2. Prueba de múltiples rangos 45
3.2.6. Manejo de la investigación 46
3.2.7. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de maíz morado 46

3.2.7.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina de maíz morado. 47
3.2.8. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de camote morado 48
3.2.8.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina de camote morado. 49
3.2.9. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de cáscara de plátano verde 50
3.2.9.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina de cáscara de plátano verde 51
3.2.10. Diagrama de flujo para la elaboración de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde. 52
3.2.10.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde. 53
3.3. Métodos de evaluación 54
3.3.1. Análisis de la materia prima 54
3.3.2. Análisis de los tratamientos 54
CAPITULO IV 56
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 56
4.1. Interpretación de resultados 56
4.1.1. Propiedades bromatológicas de las materias primas 56
4.1.2. Análisis de determinación de antioxidantes 59
4.1.3. Análisis de varianza ANOVA para Antioxidantes 61
4.1.4. Análisis de la determinación de la Solubilidad 64
4.1.5. Análisis de varianza ANOVA para solubilidad 65
4.1.6. Formulación de la bebida tipo colada instantánea 69
4.1.7. Determinación del grado de aceptabilidad de la bebida tipo colada a partir de las harinas instantáneas 70
4.1.8. Análisis de costos 75
4.2. Comprobación de hipótesis 78
4.2.1. Comprobación de hipótesis para la cantidad de antioxidantes 79
4.2.2. Comprobación de la hipótesis para la solubilidad 80
CAPÍTULO V 81

5.1. CONCLUSIONES 81
5.2. RECOMENDACIONES 83
BIBLIOGRAFÍA 84
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Taxonomía del maíz morado	8
2.	Composición por 100 g de porción comestible de maíz	9
3.	Taxonomía del camote	16
4.	Valor nutricional del camote	17
5.	Taxonomía del plátano verde	24
6.	Composición nutricional de 100g de cáscara de plátano verde	24
7.	Valor nutricional de la cáscara de plátano.	25
8	Composición nutricional de los tipos de harinas instantáneas	31
9.	Localización de la investigación.	39
10.	Situación geográfica y climática.	40
11.	Factores y niveles de estudio	42
12.	Tratamientos	43
13.	Características del experimento	43
14.	Análisis de varianza ANOVA, para el diseño factorial A x B x C	44
15.	Análisis bromatológicos, antioxidantes y solubilidad de las harinas de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.	56
16.	Resultados de la cantidad de antioxidantes en los diferentes tratamientos	60
17.	Análisis de varianza para la variable de respuesta de Antioxidantes	61
18.	Pruebas de rangos ordenados de Tukey para el contenido de Antioxidante en las harinas instantáneas.	62
19.	Resultados de la determinación de la solubilidad en los diferentes tratamientos	64
20.	Análisis de varianza para la variable de respuesta de Solubilidad	65
21.	Pruebas de rangos ordenados de Tukey para la Solubilidad en las harinas instantáneas.	66
22.	Formulación de la bebida tipo colada instantánea a base de Maíz morado, Camote morado y Cáscara de plátano verde.	69
23.	Análisis de Varianza para Color en la colada instantánea	70

24. Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Color en la colada instantánea 70
25. Análisis de Varianza para Olor en la colada instantánea 71
26. Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Olor en la colada instantánea 71
27. Análisis de Varianza para Sabor en la colada instantánea 72
28. Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Sabor en la colada instantánea 72
29. Análisis de varianza para Consistencia en la colada instantánea 73
30. Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Consistencia en la colada instantánea 73
31. Análisis de varianza para Aceptabilidad en la colada instantánea 74
32. Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Aceptabilidad en la colada instantánea 74
33. Resultado de costo de producción de harina de maíz morado 75
34. Resultado de costo de producción de harina de camote morado 75
35. Resultado de costo de producción de harina de cáscara de plátano verde 76
36. Análisis de costo/beneficio de la harina instantánea a base de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde. 76
37. Comparación de los valores F en el contenido de Antioxidantes 79
38. Comparación de los valores F para la Solubilidad 80

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1	Planta y el grano de maíz morado.	7
2	Camote (Ipomoea batatas)	15
3	Cáscara del plátano verde	23
4	Elaboración de harina de maíz morado.	46
5	Elaboración de harina de camote morado.	48
6	Elaboración de harina de cáscara de plátano verde.	50
7	Elaboración de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.	52
8	Gráfica de interacciones AxB para el contenido de antioxidantes	62
9	Gráfica de interacciones AxC para el contenido de antioxidantes	63
10	Gráfica de interacciones BxC para el contenido de antioxidantes	63
11	Gráfica de interacciones AxB para la solubilidad	66
12	Gráfica de interacciones AxC para la solubilidad	67
13	Gráfica de interacciones BxC para la solubilidad	68

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1 Mapa de ubicación de la investigación.
2 Resultados de los análisis bromatológicos de las materias primas
3 Análisis de la determinación de la cantidad de antioxidantes
4 Análisis de la determinación de la solubilidad
5 Ficha de evaluación sensorial
6 Proceso de la elaboración de los diferentes tipos de harinas
7 Análisis de las propiedades bromatológicas de las materias primas
8 Análisis de la determinación de antioxidantes y solubilidad
9 Evaluación sensorial de las harinas instantáneas
10 Etiqueta de Presentación
11 Glosario de términos

RESUMEN

El proyecto "Efecto del autoclavado en el contenido de antioxidantes y solubilidad en mezclas de harinas instantáneas de maíz *(Zea mays L.)*, camote *(Ipomoea batatas)* morados y cáscara de plátano verde *(Musa paradisiaca L.)*" tuvo como objetivo determinar la influencia de las mezclas, la temperatura y el tiempo de autoclavado en las propiedades nutricionales y funcionales de dichas harinas. Se utilizó un diseño factorial AxBxC con tres réplicas, considerando como factores: A (mezclas de harinas: maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde), B (temperatura de autoclavado) y C (tiempo de autoclavado). Las variables de respuesta fueron el contenido de antioxidantes y la solubilidad. En los análisis bromatológicos de las materias primas, el maíz morado presentó 8,55 % de proteína, 6,20 % de grasa, 9,40 % de fibra, 1,51 % de ceniza, 12,42 % de humedad, 146,13 µmol ET/g de antioxidantes y 11,33 % de solubilidad. El camote morado registró 4,47 % de proteína, 0,98 % de grasa, 8,46 % de fibra, 3,28 % de ceniza, 9,82 % de humedad, 34,56 µmol ET/g de antioxidantes y 35,67 % de solubilidad. La cáscara de plátano verde mostró 7,32 % de proteína, 3,59 % de grasa, 8,93 % de fibra, 8,23 % de ceniza, 11,36 % de humedad, 187,46 µmol ET/g de antioxidantes y 10 % de solubilidad. El mayor contenido de antioxidantes se obtuvo en el T11 (80 % maíz morado, 15 % camote morado y 5 % cáscara de plátano verde; 120 °C, 10 min) con 147,83 µmol ET/g, y la mayor solubilidad en T4 (40 % maíz morado, 35 % camote morado, 25 % cáscara de plátano verde; 120 °C, 30 min) con 22,76 %. El análisis ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) y altamente significativas ($p < 0,001$) en ambas variables. Se elaboró una bebida tipo colada con T4 y T11, evaluada por 30 catadores semi entrenados; T11 destacó en color, sabor, consistencia y aceptabilidad, y T4 en olor, mostrando que ambos tratamientos generan productos funcionales, nutritivos y viables para la industria alimentaria.

Palabras clave: Maíz morado, Camote morado, Cáscara de plátano, Antioxidantes, Solubilidad, Autoclavado.

SUMMARY

The project "Effect of autoclaving on the antioxidant content and solubility in instant flour blends of maize (Zea mays L.), purple sweet potato (Ipomoea batatas), and green banana peel (Musa paradisiaca L.)" aimed to determine the influence of the blends, autoclaving temperature, and time on the nutritional and functional properties of these flours. A factorial design AxBxC with three replicates was used, considering factors: A (flour blends: purple maize, purple sweet potato, and green banana peel), B (autoclaving temperature), and C (autoclaving time). The response variables were antioxidant content and solubility. Bromatological analyses of the raw materials showed that purple maize presented 8.55% protein, 6.20% fat, 9.40% fiber, 1.51% ash, 12.42% moisture, 146.13 µmol ET/g antioxidants, and 11.33% solubility. Purple sweet potato registered 4.47% protein, 0.98% fat, 8.46% fiber, 3.28% ash, 9.82% moisture, 34.56 µmol ET/g antioxidants, and 35.67% solubility. Green banana peel showed 7.32% protein, 3.59% fat, 8.93% fiber, 8.23% ash, 11.36% moisture, 187.46 µmol ET/g antioxidants, and 10% solubility. The highest antioxidant content was obtained in T11 (80% purple maize, 15% purple sweet potato, 5% green banana peel; 120 °C, 10 min) with 147.83 µmol ET/g, and the highest solubility in T4 (40% purple maize, 35% purple sweet potato, 25% green banana peel; 120 °C, 30 min) with 22.76%. ANOVA analysis showed significant ($p < 0.05$) and highly significant ($p < 0.001$) differences in both variables. An instant "colada" type beverage was prepared with T4 and T11 and evaluated by 30 semi-trained tasters; T11 stood out in color, flavor, consistency, and acceptability, and T4 in aroma, showing that both treatments produce functional, nutritious, and viable products for the food industry.

Keywords: Purple corn, Purple sweet potato, Banana peel, Antioxidants, Solubility, Autoclaving.

CAPÍTULO I

1.1.INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria y la calidad nutricional de los productos alimenticios son temas de gran importancia en la actualidad. La creciente demanda de productos alimenticios convenientes y nutritivos ha llevado a un aumento en la producción y comercialización de harinas instantáneas. Sin embargo, la calidad nutricional de estas harinas puede verse afectada por procesos de transformación como el autoclavado.

A nivel macro, la producción y comercialización de harinas instantáneas es un sector en constante crecimiento. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción mundial de harinas instantáneas aumentó un 15% entre 2010 y 2015. Este crecimiento se debe en parte a la creciente demanda de productos alimenticios convenientes y nutritivos, especialmente en países en desarrollo. La demanda de harinas instantáneas se debe a su conveniencia y versatilidad. Estas harinas pueden ser utilizadas en una variedad de productos alimenticios, como sopas, salsas, guisados y productos horneados. Además, las harinas instantáneas pueden ser almacenadas durante períodos prolongados sin perder su calidad nutricional (Álvarez, 2020).

Sin embargo, la calidad nutricional de las harinas instantáneas puede verse afectada por procesos de transformación como el autoclavado. El autoclavado es un proceso que consiste en someter los productos alimenticios a altas temperaturas y presiones durante un período determinado. Este proceso puede afectar la estructura y composición química de los componentes de las harinas, lo que puede impactar en su calidad nutricional (Reyes, 2021).

A nivel meso, el autoclavado es un proceso comúnmente utilizado para esterilizar y prolongar la vida útil de los productos alimenticios. El autoclavado puede ser utilizado para eliminar microorganismos y enzimas que pueden afectar la calidad nutricional de los productos alimenticios. Sin embargo, el autoclavado también

puede afectar la estructura y composición química de los componentes de las harinas, lo que puede impactar en su calidad nutricional (Hernández M. , 2019).

A nivel micro, la composición química de las harinas instantáneas es compleja y puede variar dependiendo de la fuente y tipo de ingredientes utilizados. Los antioxidantes y la solubilidad son dos parámetros importantes que pueden ser afectados por el autoclavado. Los antioxidantes son compuestos químicos que ayudan a prevenir la oxidación de los lípidos y proteínas en los alimentos, lo que puede afectar su calidad nutricional y su aceptabilidad. La solubilidad, por otro lado, es una medida de la capacidad de un alimento para disolverse en agua u otros líquidos (Reyes, 2021).

La importancia de evaluar el efecto del autoclavado en la calidad nutricional de las harinas instantáneas radica en la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria y la calidad nutricional de estos productos. La evaluación de la calidad nutricional de las harinas instantáneas puede ayudar a identificar estrategias para mejorar su calidad y aceptabilidad.

En este sentido, la investigación sobre el efecto del autoclavado en la calidad nutricional de las harinas instantáneas es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad nutricional de estos productos. La presente investigación se enfoca en evaluar el efecto del autoclavado en el contenido de antioxidantes y la solubilidad en mezclas de harinas instantáneas de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.

1.2.PROBLEMA

Alrededor del 33% de la población mundial experimenta carencias de micronutrientes llamada desnutrición encubierta. Principalmente se debe a la ingestión de regímenes alimenticios bajos en nutrientes, lo que provoca la manifestación de productos deficientes en nutrientes podría dar lugar a efectos negativos por falta de antioxidantes perjudiciales para la salud porque ocasionan daños a nivel celular que resultan en estrés oxidativo y alteraciones en el equilibrio del ser humano. las cuales tienen efectos acumulativos en la correcta operatividad del organismo.

Por otro lado el autoclavado que deben de tener estas harinas se varía entre tiempo y temperatura para saber cuál es óptimo sin eliminar su calidad, este punto de vista es crucial ya que muchas veces en los mercados no controlan estas variables y simplemente se lanza un producto al mercado sin saber las propiedades nutritivas y beneficiosas para la salud de quienes lo consumen, estos factores deben de ser incluidos siempre para competir y conocer cuál es la necesidad del consumidor, si no se llega a controlar estos factores se puede llegar a modificar la composición química de los antioxidantes provocando su deterioro o desactivación, los antioxidantes como los fenoles totales y las antocianinas son sensibles al calor y propensos a la oxidación que podrían disminuir significativamente el valor nutricional y las características.

Cada día, toneladas de cáscara de plátano verde terminan en la basura, desaprovechando un recurso con un gran potencial nutricional. Aunque esta cáscara es rica en fibra, antioxidantes y otros compuestos beneficiosos, su dureza y sabor astringente han hecho que casi nadie la considere apta para el consumo humano. La falta de estudios sobre su procesamiento ha limitado su uso en la industria alimentaria. Convertirla en harina no solo ayudaría a reducir el desperdicio y el impacto ambiental, sino que también permitiría crear alimentos más nutritivos, transformando lo que antes se veía como un residuo en un ingrediente con valor agregado.

Situación problema

Sin embargo, existe poca información sobre los principales efectos que produce el proceso de autoclavado en el contenido de antioxidantes en harinas instantáneas de maíz morado *(Zea mays* L.*)*, camote *(Ipomoea batatas)* morados, y cáscara de plátano verde *(Musa paradisiaca* L.*)*. El autoclavado es una alternativa tecnológica que permite mejorar la estabilidad y funcionalidad de estos productos mediante la evolución de los siguientes parámetros del proceso (temperatura, tiempo de exposición y concentración de mezclas) afectan la estabilidad de los antioxidantes de las harinas instantáneas.

Formulación del problema

En base a lo expuesto el presente estudio se destaca a conocer la necesidad de investigar cómo los parámetros del proceso (temperatura, tiempo de autoclavado y concentración de mezclas) influyen en la estabilidad de los antioxidantes, esto permitirá optimizar el proceso y obtener harinas instantáneas con alta calidad nutricional y buena solubilidad, contribuyendo a un mejor aprovechamiento de las materias primas.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Estudiar el efecto del autoclavado en el contenido de antioxidantes y solubilidad en mezclas de harinas instantáneas de Maíz *(Zea mays* L*)*, Camote *(Ipomoea batatas)*, morados y Cáscara de Plátano verde *(Musa paradisiaca* L*)*.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las propiedades bromatológicas de las materias primas utilizadas en la investigación.
- Determinar la mezcla óptima de las harinas de Maíz, Camote morados y Cáscara de Plátano verde, así como la temperatura y el tiempo de autoclavado con base al contenido de antioxidantes y la solubilidad de las harinas.
- Elaborar una bebida tipo colada instantánea con base al o los mejores tratamientos.
- Determinar el grado de aceptabilidad del o los mejores tratamientos con un panel de catación semi entrenado.
- Realizar la relación costo/beneficio del mejor o mejores tratamientos de las harinas instantáneas.

1.4.HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis Nula

H_o: Las mezclas de harinas de: maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, así como la temperatura y el tiempo de autoclavado no influyen en el contenido de antioxidantes y la solubilidad de las harinas instantáneas.

$$H_o = T_1 = T_2 = T_3 = \ldots . T_n$$

1.4.2. Hipótesis Alterna

H_a: Las mezclas de harinas de: maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, así como la temperatura y el tiempo de autoclavado si influyen en el contenido de antioxidantes y la solubilidad de las harinas instantáneas.

$$H_a = T1 \neq T2 \neq T3 \neq \ldots . Tn$$

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.Maíz morado *(Zea mays* L*)*

2.1.1. Origen del maíz morado

El maíz morado *(Zea mays* L.*),* derivado de la variedad kculli, es autóctono de los valles interandinos y se destaca por ser el único en el planeta con un intenso tono morado en su grano y en otras partes de la planta (Medina, 2020). En la Figura 1 se muestra la planta y el grano de maíz morado.

Figura 1

Planta y el grano de maíz morado.



Fuente: (Medina, 2020).

Según su procedencia, se puede afirmar que es una planta nativa de América, la cual fue sembrada por las civilizaciones antiguas, alcanzando un notable desarrollo evolutivo, especialmente en las áreas de Perú y México. El maíz morado (Zea mays L.), proviene de la zona andina que hoy corresponde a Perú. Ha sido cultivado y consumido extensamente en toda la zona andina de Sudamérica, particularmente en Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina (León, 2024).

2.1.2. Taxonomía del maíz morado

La ubicación taxonómica del maíz en general, la más aproximada y formulada ha sido reportada por Takhtajan (1980) y describe de la siguiente estructura:

Tabla 1

Taxonomía del maíz morado

Botánica sistema (Maíz morado)	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Género	*Zea*
Nombre científico	*Zea Mays* L.

Fuente: (Erazo, 2021)

2.1.3. Composición del maíz morado

El maíz de color morado (Zea Mays L) proporciona cantidades significativas de almidón, aproximadamente un 80%; un 10% de azúcares que le dan un gusto dulce, un 11% de proteínas, y un 2% de minerales y vitaminas (como el complejo B y el ácido ascórbico) que se encuentran en el endospermo. Además de su valor nutritivo, el maíz morado posee una rica variedad de fitoquímicos, los cuales tienen efectos positivos en nuestro organismo, tales como la capacidad de neutralizar radicales libres y funcionar como antimutagénicos. Dentro de la planta de maíz, las antocianinas se hallan en diversas partes, incluyendo el tallo, las vainas, las hojas y las flores; en la mazorca, aparecen en la cáscara y el grano. En el grano se ha reportado la presencia de antocianinas en mayor cantidad en la coronta y en menor proporción en el pericarpio o cáscara del grano (Campos T. , 2024).

2.1.4. Valor nutricional del maíz morado

El grano de maíz representa una porción saludable y comestible de la planta. Adicionalmente, incluye vitamina C, vitamina E, vitamina K, vitamina B1

(tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina B3 (niacina), vitamina B5 (ácido pantoténico), vitamina B6 (piridoxina), ácido fólico, selenio, Np-cumaril triptamina y N-ferrulil triptamina. Los granos de maíz asados son igualmente empleados como una alternativa al café. (Apace, 2022).

Tabla 2

Composición por 100 g de porción comestible de maíz

Componente	**Cantidad**
Carbohidrato	71,88 g
Proteína	8,84 g
Grasa	4,57 g
Fibra	2,15 g
Ceniza	2,33 g
Humedad	10,23 g
Fósforo	348 mg
Sodio	15,9 mg
Azufre	114 mg
Riboflavina	0,10 mg
Aminoácidos	1,78 mg
Minerales	1,5 g
Calcio	10 mg
Hierro	2,3 mg
Potasio	286 mg
Tiamina	0,42 mg
Vitamina C	0,12 mg
Magnesio	139 mg
Cobre	0,14 mg

Fuente: (Apace, 2022)

2.1.5. Información nutricional del maíz morado

El maíz morado es una variedad de maíz que se caracteriza por su color morado intenso debido a su alto contenido de antocianinas, que son pigmentos antioxidantes (Castañeda, 2022). Según un estudio publicado en la revista "Journal of Food Science", el maíz morado es rico en nutrientes como:

- Proteínas: 8-10% del peso seco
- Grasas saludables: 2-3% del peso seco

- Fibra dietética: 10-12% del peso seco
- Minerales: potasio, magnesio, fósforo y zinc (Hernández & Gómez, 2021)

Además, el maíz morado es una buena fuente de vitaminas del complejo B, como la tiamina, la riboflavina y el niacina.

2.1.6. Propiedades del maíz morado

El maíz morado tiene propiedades antioxidantes y antiinflamatorias debido a su alto contenido de antocianinas y otros compuestos fenólicos (Gómez, 2022). Un estudio publicado en la revista "Food Chemistry" encontró que el maíz morado tiene una alta capacidad para:

- Neutralizar radicales libres y reducir el estrés oxidativo (López & Gómez, 2021).
- Reducir la inflamación en el cuerpo y prevenir enfermedades crónicas (Gómez, 2022).
- Proteger contra el daño oxidativo y mejorar la salud del sistema cardiovascular (Castañeda, 2022).
- Tener propiedades antimicrobianas y antifúngicas, lo que lo hace útil para prevenir la contaminación y la pudrición en alimentos (Hernández & Guzmán, 2021).

Además, el maíz morado tiene propiedades antimicrobianas y antifúngicas, lo que lo hace útil para prevenir la contaminación y la pudrición en alimentos.

2.1.7. Características del maíz morado

Sampaio (2022) Se indica que el maíz morado conocido como Kculli es una variedad autóctona que forma parte del Complejo Racial de los Maíces Harinosos en los valles templados de Bolivia; su rasgo más distintivo es el intenso color morado de las mazorcas.

Su presencia en Bolivia es bastante extensa, siendo especialmente notables los cultivos en el departamento de Chuquisaca, específicamente en las provincias de

Zudañez y Tomina. En cuanto a su área de distribución, se localiza en los valles de Cochabamba, el norte de Chuquisaca, los valles de Tarija, así como en Saavedra de Potosí y Caballero de Santa Cruz. Se cultiva a altitudes que oscilan entre los 2000 y 3400 metros sobre el nivel del mar (Colque, 2024).

Sobre el maíz morado INIAF (2020), en su catálogo de variedades en la sección que corresponde al cultivo de maíz, indica que tiene registrado 14 materiales, de los cuales cuatro son variedades mejoradas, cinco híbridos y cinco variedades nativas purificadas; en el último grupo está la variedad Morado Criollo con grano de color morado mediano, textura semivítreo y un ciclo de cinco meses adaptado para los valles de Tarija, Cochabamba, Chuquisaca y Potosí. El calendario o época de siembra es una herramienta que permite a los agricultores y campesinos conocer cuál es el momento ideal para realizar la siembra de los cultivos.

2.1.8. Variedad del maíz morado en el Ecuador

El Ecuador tiene gran diversidad genética de maíz, se reconocen 36 razas (Blanco, Harinoso, Dentado, Canguil, Chillo, Chococeño, Chulpi Ecuatoriano, Clavito, Complejo Mishca-Chillo, Complejo Mishca-Huandango, Complejo Mishca-Kcello Ecuatoriano, Cónico Dentado, Cuzco Ecuatoriano, Gallina Huandango, Kcello Ecuatoriano, Maíz Cubano, Mishca Montaña Ecuatoriano, Morochón, Patillo Ecuatoriano, Pojoso Chico Ecuatoriano, Racimo de Uva, Sabanero Ecuatoriano, Tusilla, Tuxpeño, Uchima), de las cuales varias no están bien definidas hasta la actualidad (Tapia, 2017).

En la región de Manabí, en el cantón de Jipijapa, particularmente en la comunidad llamada Sancán, se puede observar la existencia de varios tipos de maíz nativo que todavía no han sido estudiados y que son sembrados por los campesinos en parcelas reducidas. La producción de maíz criollo de esta localidad, está ligada a las condiciones sociales y económicas de los campesinos, por lo general su uso está destinado a la alimentación familiar, mediante la elaboración de platos gastronómicos típicos del sector (Figueroa, 2022).

En Ecuador, hay diferentes tipos de maíz criollo que presentan una variedad de formas, colores, sabores, aplicaciones y manifestaciones culturales, siendo esenciales para la subsistencia de las comunidades rurales. Los agricultores que cultivan variedades tradicionales mantienen la diversidad del maíz autóctono y al mismo tiempo apoyan la soberanía alimentaria. Se han identificado 29 razas de maíz, de las cuales 17 provienen de la Sierra, lo que convierte a esta área en un importante reservorio de riqueza genética por hectárea en este cultivo, mientras que las 12 razas restantes son de la región tropical. El 18 % de las colecciones de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) proviene de Ecuador, lo que le sitúa como el tercer país en cuanto a diversidad de cultivo (Coral, 2017).

El término "maíz criollo" es una expresión rural que se emplea generalmente para señalar que se trata de un recurso autóctono de la localidad, y que se distingue de un recurso foráneo, un maíz híbrido o una variedad mejorada. Está conformado por una población heterogénea de plantas, las cuales son diferenciadas por los agricultores por su color, textura, forma del grano, forma de la mazorca, ciclo vegetativo y uso (Figueroa, 2022).

2.1.9. Producción del maíz morado

La siembra de maíz morado ha perdido relevancia, ya que no se considera un cultivo principal en Ecuador según las estadísticas. Uno de los factores que contribuyen a la falta de interés de los agricultores por cultivar este maíz es la baja demanda y la insuficiencia de semillas certificadas. Actualmente, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es la única entidad que genera semillas para la agricultura en la Sierra ecuatoriana, pero no produce semillas de maíz morado. Esto implica que en la actualidad no hay ninguna organización que ofrezca semillas de maíz morado certificadas para su venta. Asimismo, hay una carencia de información por parte de las instituciones responsables sobre el costo de producción de este tipo de semillas, lo que provoca que los agricultores no se sientan motivados a cultivar este producto. En contraste, el maíz morado presenta bajo rendimiento comparado con los tipos tradicionales (2500 kg/ha de maíz harinoso comparado con

2800–3000 kg/ha de maíz morocho amarillo), esta es una de las razones por las cuales la producción de maíz morado en la actualidad no ha sido muy difundida, lo cual se ve reflejado en las cifras de producción nacional (Erazo, 2021).

La provincia de Bolívar es una de las principales productoras de maíz en Ecuador. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, la provincia de Bolívar produjo alrededor de 12.000 toneladas de maíz en el año 2020. El maíz morado es una variedad de maíz que es rica en antocianinas, pigmentos que tienen propiedades antioxidantes y beneficios para la salud. En la provincia de Bolívar, se producen diferentes variedades de maíz, incluyendo la variedad morada. La producción de maíz morado en la provincia de Bolívar se concentra principalmente en los cantones de Guaranda, Chillanes y San Miguel (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2020).

2.1.10. Usos agroindustriales del maíz morado

El maíz morado tiene un gran potencial para ser utilizado en la industria alimentaria y farmacéutica debido a sus propiedades nutricionales y antioxidantes (Castañeda, 2022). Algunos de los usos agroindustriales del maíz morado son:

- Producción de harina y otros productos alimenticios, como pan, galletas y cereales (Hernández & Guzmán, 2021).
- Extracción de aceite y otros compuestos lipídicos para uso en la industria alimentaria y cosmética (Gómez, 2022).
- Producción de pigmentos y colorantes naturales para uso en la industria alimentaria y textil (López & Gómez, 2021).
- Desarrollo de productos farmacéuticos y cosméticos que aprovechen las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias del maíz morado (Castañeda, 2022).

2.1.11. Antioxidantes del maíz morado

De acuerdo con los investigadores Benítez y colaboradores (2020), indican que la evaluación de la capacidad antioxidante ayuda a determinar la calidad de los

productos alimenticios. La concentración de antioxidantes en el organismo o la disponibilidad de los 27 compuestos antioxidantes en los seres humanos, junto con las técnicas existentes para cuantificar el efecto potencial de las sustancias antioxidantes, que se encuentran en los alimentos y en el cuerpo humano, contra las reacciones oxidativas.

Según el autor Rabanal (2021), menciona que, el maíz morado contiene antocianinas, polifenoles y flavonoides, que son antioxidantes naturales.

2.1.12. Cantidad de antioxidantes

Según el autor Cadena (2024) indica que, las antocianinas son los pigmentos naturales responsables del color morado característico del maíz morado. Son un tipo de flavonoide, conocidos por sus potentes propiedades antioxidantes.

- El maíz morado tiene una mayor cantidad de antocianinas que otras plantas.
- El maíz morado tiene una capacidad antioxidante mayor al 50%.
- Un análisis de antocianinas en maíz morado encontró que contenía 340,98 mg de antocianinas por cada 100 g de maíz (Cadena, 2024).

2.1.13. Tipos de antioxidantes

Según el autor Rabanal (2021) menciona que, el maíz morado es reconocido por su alto contenido de antioxidantes, los cuales son los responsables de su color característico y de muchos de sus beneficios para la salud. Los principales tipos de antioxidantes que se encuentran en el maíz morado son:

- Las antocianinas son pigmentos naturales que se encuentran en el maíz morado.
- Los flavonoides son polifenoles que se encuentran en el maíz morado.
- El cianin-3-glucosa C3G es la antocianina principal que le da color al maíz morado (Rabanal, 2021).

2.2.Camote *(Ipomoea batatas)*

2.2.1. Origen del camote morado

El camote proviene de la región tropical de América, se considera que es nativa del área noroeste de Sudamérica, específicamente en la parte norte de Perú y el sur de Ecuador.

Figura 2

Camote (Ipomoea batatas)



Fuente: (Velasco, 2023).

Su inicio se remontó al noroeste de Sudamérica o a Centroamérica alrededor de 3000 a. C., como parte del avance en la agricultura de plantas de raíz comestible en las selvas tropicales; sin embargo, ciertos investigadores (Austin y Seminario) argumentaron que la fecha aproximada es considerablemente más temprana. Esta propuesta concuerda con los hallazgos de camotes en la costa peruana que datan de 8 mil a 10 mil años el camote puede estar entre las primeras plantas domesticadas del mundo (González, 2021).

Se desarrolla en áreas tropicales, subtropicales y templadas; sus raíces son tubérculos que contienen altos niveles de almidones, azúcares, fibra, vitaminas del tipo B y minerales que son adecuados para la alimentación humana. A estas raíces también se les conoce con el nombre de batata, moniato o papa dulce, su forma y color es variado de acuerdo a la variedad del cultivo que varía desde el amarillo anaranjado hasta el blanco, son ricos en carotenos (Velasco, 2023).

2.2.2. Taxonomía del camote morado

Es una de las 13 especies pertenecientes a la sección Batatas y la única hexaploide (2n = 6x =90 cromosomas), lo que la hace altamente polimórfica (Yang, 2017). Se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Tabla 3

Taxonomía del camote

Camote	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Convolvulacea
Tribu	Ipomoeae
Género	*Ipomoea*
Sub género	*Eriospermum*
Sección	*Batatas*
Especie	*Ipomoea batatas* L. Lam

Fuente: (Yang, 2017).

2.2.3. Composición del camote morado

En su composición, el camote tiene un 74 % de agua, 3,5 % de fibra, 2,1 % de lípidos, 7 % de proteínas, 3 % de grasa, 9,7 % de azúcares, 11,8 % de almidones y entre un 25 y 30 % de carbohidratos. Además, el 98 % de los carbohidratos presentes en el camote son de fácil digestión, lo que convierte a este tubérculo en una excelente fuente de energía. A pesar de su contenido en carbohidratos, presenta un bajo índice glucémico, lo que favorece una liberación gradual de azúcar en el torrente sanguíneo, ayudando a estabilizar los niveles de glucosa. Además, es rico en manganeso, este se encarga de metabolizar los carbohidratos, ayudando así a mantener los niveles de azúcar en sangre y a controlar el apetito (Villena, 2022).

El camote proporciona hasta 14,187 UI de vitamina A y 8,509 μg de β-caroteno por cada 100 gramos, obteniendo los valores más altos entre los tubérculos. También, contiene fitonutrientes que reducen las amenazas a la salud que representan los radicales libres en dicho tubérculo (Cevallos, 2023).

2.2.4. Valor nutricional del camote morado

Tabla 4

Valor nutricional del camote

Componente	Cantidad
Calorías (g)	110
Agua (g)	71,6
Proteína (g)	1,4
Extracto etéreo (g)	0,3
Carbohidratos (g)	25,7
Fibra (g)	0,9
Cenizas (g)	1
Calcio (mg)	36
Fósforo (mg)	40
Hierro (mg)	1,4
Carotenos (mg)	0,1
Tiamina (mg)	0,1
Riboflavina (mg)	0,1
Niacina (mg)	0,8
Ácido ascórbico (mg)	13,6

Fuente: (González, 2021)

2.2.5. Información nutricional del camote morado

Varios análisis indican que los principales elementos de los distintos tipos de batata (de mayor a menor cantidad) son los carbohidratos, las proteínas, las cenizas y las grasas. También incluyen azúcares, fibra, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes. Entre un 80 a 90% de la materia seca del camote son carbohidratos, los cuales están conformados por almidón, celulosa, hemicelulosa, pectinas y azúcares (Intriago, 2025).

Cerca del 60 al 70% de los carbohidratos está compuesto por almidones, que se dividen en amilosa (30 a 40%) y amilopectina (60 a 70%). Cuando estos se descomponen, se convierten en azúcares simples como la maltosa, que es la que da el sabor dulce de los camotes.

De todas las raíces, el camote contiene 3.8% más azúcares y dentro de los azúcares más abundantes en el camote esta la sacarosa, seguida de la glucosa y fructosa (Wang, 2016).

2.2.6. Propiedades del camote morado

La raíz o tubérculo contiene gran cantidad de almidón, vitaminas, fibras (celulosa y pectinas) y minerales, destacándose entre estos el contenido de potasio, su valor energético supera a la papa y en vitaminas se destaca por la provitamina A (beta carotenos) y las B1, C (ácido ascórbico) y E (tocoferol) (Pérez, 2022).

Mientras más amarillenta sea su raíz, mayor cantidad de beta carotenos tiene. Por esta razón, las batatas que presentan este color son ampliamente empleadas en Asia y África para combatir la falta de vitamina A en los pequeños. Su sabor dulce se lo debe a la sacarosa, la glucosa y la fructosa. Además, sus tubérculos, si bien no posee altos contenidos de proteína, es importante en contenido de lisina; por esto se lo utiliza como complemento de algunas harinas de cereales (Huilcapi, 2015).

La cantidad de lípidos es reducida, y sus ácidos grasos predominantes son el linoleico, el oleico, el esteárico y el palmitoleico. Contiene una gran proporción de fibra que se digiere fácilmente, lo cual estimula el movimiento intestinal, reduce el riesgo de cáncer de colon, regula el azúcar en la sangre, disminuye el colesterol y genera una sensación de plenitud. Su piel y pulpa poseen antioxidantes, por lo que previene enfermedades cardíacas, diabetes y cáncer (González, 2021).

2.2.7. Características del camote morado

El camote se caracteriza como una planta herbácea, duradera y de dos cotiledones, que tiene un crecimiento predominantemente rastrero, con tallos que se extienden a lo largo del suelo. Sus hojas son del tipo en forma de corazón a lobulada y presentan flores con forma de campana, las cuales cambian de color según la variedad. A diferencia de los tubérculos, que son propiamente tallos engrosados, el camote, es una raíz verdadera de almacenamiento, que se desarrolla a partir de raíces

adventicias, la cual carece de nodos y está asociada a tejido meristemático preformado (De Albuquerque, 2019).

Una de las características más destacadas de las diferentes clases de camote es el color tanto de la cáscara como de la carne de la raíz. La tonalidad de la cáscara y la carne en diversas variedades de camote, observando que los niveles de brillo (L*) y cromaticidad (b*) tienden a ser más elevados en la carne que en la cáscara de las raíces. En variedades de pulpa naranja, se observaron valores positivos de a* y b*, indicando una mayor presencia de carotenoides, como el β-caroteno, responsables de la pigmentación naranja y con implicaciones en el contenido nutricional y antioxidante del camote (Silva, 2022).

Albuquerque (2019) analizó 18 muestras de batata y las clasificó según el color de su pulpa: blanco, crema, amarillo, naranja y púrpura. Los resultados mostraron que las batatas de pulpa naranja tenían valores de L* ligeramente inferiores (entre 57.37 y 79.14), pero valores de a* y b* más altos en comparación con las variedades de pulpa blanca o crema. Esto indica que las batatas de pulpa naranja son más intensamente rojas y amarillas, respectivamente, lo que se traduce en una coloración más vibrante. Además, este estudio señaló que las variedades de pulpa naranja presentaban mayores niveles de carotenoides totales y compuestos fenólicos totales, lo que sugiere una correlación entre el color más intenso y un mayor contenido de compuestos bioactivos.

2.2.8. Variedades de camote morado en el Ecuador

IMPERIAL: Camote no dulce, autorizado de manera oficial por el INIA en el valle de Cañete (Perú). Se distingue por su tonalidad crema en la cáscara y la carne, posee un elevado índice de materia seca (28%) y almidón (19%), alcanzando un rendimiento superior a 30 t/ha. Esta variedad es utilizada para la producción de almidón y para conservar la producción no tradicional del camote (González, 2021).

INIA 100- INIA: Este tipo de batata es el más común en los valles de la región costera central y norte de Perú. Se trata de un tubérculo con piel amarilla y pulpa de un naranja brillante, 100g de batata fresca contienen 3880 microgramos de beta

caroteno, lo que representa una fuente importante de vitamina A, actualmente se cultivan más de 5000 hectáreas. Esta variedad de batata tiene un interés en el mercado internacional para su consumo directo. Europa demanda una producción de 12,000 toneladas por año; con la intensión de realzar el consumo interno de estas variedades de camote ricas en beta carotenos el INIA, estimula a los agricultores a cultivar variedades camote de alta calidad exportable en mira al mercado europeo (González, 2021).

INIA 306-HUAMBACHERO: Este tipo originario de una colección de genotipos nativos; el color de piel es morado oscuro y el color de pulpa es naranja clara, tiene un alto rendimiento, llegando a producirse hasta 35 t/ha cultivada, este producto demanda una comercialización para cubrir el mercado gastronómico (González, 2021).

2.2.9. Producción del camote morado

En la zona andina ecuatorial de Ecuador, el camote ya era cultivado, al igual que en la ladera amazónica de los Andes. Este cultivo está documentado desde 1549 en el área de Chuquimayo, en la cuenca del río Chinchipe. En la provincia de Imbabura desde el año 1582 ya existía sembríos de camote en el área de Otavalo y en los sectores de Caguasqui (González, 2021).

Asimismo, en la región de Pichincha y en localidades de Azuay, como Santo Domingo de Chunchi, es importante señalar que estos cultivos se acomodaban en los valles cálidos o protegidos, que son muy comunes en una área tan montañosa como la cordillera andina. Actualmente el camote es cultivado durante todo el año a través de los trópicos en zonas bajas calientes y húmedas del Ecuador (González, 2021).

La provincia de Bolívar también es productora de camote, aunque no existe información específica sobre la producción de camote morado en esta provincia. Sin embargo, según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, la provincia de Bolívar produjo alrededor de 1.500 toneladas de camote en el año 2020. El camote morado es una variedad de camote que es rica en antioxidantes y

otros compuestos beneficiosos para la salud. La producción de camote morado en la provincia de Bolívar se concentra principalmente en los cantones de Caluma, Echeandia y Chillanes (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2020).

2.2.10. Usos agroindustriales del camote morado

En Ecuador se disfruta como acompañamiento, ya sea frito, cocido o asado, servido con leche. En el Oriente ecuatoriano los Jíbaros y Shuaras lo emplean para la elaboración de la chicha, considerada como una bebida alimenticia, la cual pasado un tiempo se constituye en una bebida alcohólica (Tapia B. , 2013).

El boniato es un alimento antiguo que se consume en gran cantidad en América. Por ejemplo, en Puerto Rico, la batata (denominación taína) ha sido uno de los pilares de la alimentación durante años. Se prepara asada, cocida o sancochada. Además, se ingiere en el desayuno con leche o café, combinado con quesito de hoja (queso artesanal) y en platos con bacalao, carne, pollo o pernil. También hacen dulces y postres como lo es el flan de batata y las barritas de dulces típicos (Benavides, 2011).

El camote es bastante conocido y en diversas recetas tradicionales sustituye a la patata, siendo un elemento esencial de la cocina. El camote destaca como acompañamiento de los chicharrones, mayormente frito, y también su inclusión en la pachamanca que es un plato típico basado en la cocción, al calor de piedras precalentadas, de carnes de vaca, cerdo, pollo y cuy previamente llevados a maceración con especias, así mismo de productos originales andinos adicionales, como papas, camote (González, 2021).

2.2.11. Antioxidante del camote morado

Los camotes, especialmente las variedades de pulpa naranja y morada, son una excelente fuente de antioxidantes. Estos compuestos son cruciales para la salud porque ayudan a proteger al cuerpo contra el daño de los radicales libres, moléculas inestables que pueden contribuir al envejecimiento, enfermedades crónicas y diversos problemas de salud (Izurraga, 2021).

2.2.12. Cantidad de antioxidantes

El camote es un alimento muy nutritivo y es reconocido por ser una buena fuente de antioxidantes. La cantidad y tipos de antioxidantes pueden variar dependiendo del tipo de camote, pero en general, todos son buenas fuentes (Trelles, 2021).

El camote, especialmente las variedades de color naranja y amarillo, es excepcionalmente rico en betacaroteno. El betacaroteno es un tipo de carotenoide que el cuerpo convierte en vitamina A. Además del betacaroteno, otros carotenoides como el alfa-caroteno, la luteína y la zeaxantina también están presentes en el camote (Villena, 2022).

2.2.13. Tipos de antioxidantes

Las especies reactivas son partículas inestables que pueden influir en el proceso de envejecimiento y en el desarrollo de enfermedades cardíacas, cáncer y otras enfermedades crónicas. El camote contiene antioxidantes como la vitamina C, los flavonoides y los betacarotenos (Trelles, 2021).

Vitamina C

- Es un fuerte antioxidante que defiende las células del organismo contra la inflamación y los radicales libres.
- Favorece una piel más firme y sin arrugas (Izurraga, 2021).

Flavonoides

- Se encuentran en los camotes morados, blancos y naranjas.
- Pueden ayudar a controlar la inflamación.
- Los camotes morados obtienen su color de los flavonoides llamados antocianinas (Izurraga, 2021).

Betacarotenos

- Se encuentran principalmente en el camote de color naranja.
- El organismo los convierte en vitamina A (Izurraga, 2021).

El camote es una fuente nutritiva que contiene carbohidratos, proteínas, grasas, carotenoides, y vitaminas A, C, riboflavina, niacina, así como fibra y líquidos.

2.3.Plátano verde barraganete *(Musa paradisiaca L)*

2.3.1. Origen del plátano verde barraganete

El plátano verde, conocido también como plátano macho o plátano para cocinar, al igual que el banano, forma parte de la familia de las musáceas, y se clasifica como *Musa paradisiaca*. Esta variedad se diferencia de otras de la misma familia debido a su mayor tamaño y a su sabor que es menos dulce. A pesar de su origen en el Sudoeste Asiático, su cultivo se ha extendido a Centroamérica, Sudamérica, y África Subtropical (Ríos, 2021).

Figura 3

Cáscara del plátano verde



Fuente: (López C. , 2013).

Según datos del Censo Nacional Agropecuario del 2000, en Ecuador existían alrededor de 82 329 predios destinados a la producción de plátano verde, de los cuales el 57% pertenecen a pequeños productores con dimensiones de 1 a 20 hectáreas; el 38% se concentraban en 20 a 100 hectáreas y el 5% en extensiones superiores a las 100 hectáreas (Galicia, 2022).

2.3.2. Taxonomía del plátano verde barraganete

En 1753 fue clasificada por primera vez como Musa Paradisiaca por Carlos Linneo (Caiza, 2021).

Tabla 5

Taxonomía del plátano verde

Plátano verde	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	*Musa*
Especie	*Paradisiaca*

Fuente: (Caiza, 2021).

2.3.3. Composición de la cáscara de verde barraganete

Tabla 6

Composición nutricional de 100g de cáscara de plátano verde

Determinación	Unidad	Resultado
Proteína	%	7,87
Humedad	%	78,4
Ceniza	%	13,44
Energía	Kcal	35,3
Carbohidratos	G	4,91
Grasas	G	0,99
Proteínas	G	1,69
Fibras	G	1,99
Potasio	Mg	300,92
Calcio	Mg	66,71
Hierro	Mg	1,26
Magnesio	Mg	29,96

Fuente: (Armijos H. , 2023).

2.3.4. Valor nutricional de la cáscara de verde barraganete

La cáscara de plátano verde es rica en vitaminas A, C del complejo B y fósforo. El fósforo actúa en el metabolismo activando las vitaminas A y del complejo D, además de fortalecer huesos y dientes junto con el calcio (Basurto, 2024).

En la siguiente tabla se detalla el valor nutricional de la cascara de plátano verde:

Tabla 7

Valor nutricional de la cáscara de plátano.

Determinación	Unidad	Resultado
Proteína	%	7,87
Grasa	%	11,60
Fibra	%	7,68
Humedad	%	78,4
Ceniza	%	13,44
Carbohidratos totales	%	59,51

Fuente: (Caiza, 2021).

De acuerdo a investigaciones publicadas en la revista, Biotechnology and Biochemistry, la piel también es útil en la lucha contra el cáncer de próstata. La cáscara de plátano no maduro contiene mayor cantidad de vitamina C y potasio en comparación con la pulpa. La cáscara de plátano posee fibra la cual en un 60 % de esta será lignina, un 25% de celulosa y un 15 % de hemicelulosa (Orosco, 2022).

2.3.5. Información nutricional de la cáscara de verde barraganete

La piel del plátano tiene un alto contenido nutritivo, especialmente en términos de energía, lo que le da un gran valor para su uso en la dieta de los animales. Entre sus características, se encuentra su elevado contenido de materia seca y alta concentración de carbohidratos no fibrosos (Diniz, 2014).

Según, Blasco-López (2014), se considera una posible fuente de agentes antioxidantes y antimicrobianos, además de metabolitos secundarios activos que combaten los radicales libres. Igualmente, incluye otros elementos, tales como antocianinas (delfinidina y cianidina) y catecolaminas, carotenoides (β-caroteno, α-caroteno), xantofilas, esteroles y triterpenos (β-sitoesterol, stigmasterol, campesterol, cicloeucalenol, ciclártenos, cicloartanol 24-metileno).

2.3.6. Propiedades de la cáscara de verde barraganete

El banano maduro en el árbol, posee vitaminas A, B6, B2 y C, y también cantidades significativas de minerales como potasio, sodio, calcio y manganeso. Asimismo,

incluye carbohidratos, proteínas y grasas. Este fruto también tiene un uso terapéutico medicinal debido a sus propiedades que ayudan a problemas intestinales (Gualoto, 2021).

Se conoce que el plátano maduro es utilizado para el adelgazamiento ya que contiene gran cantidad de potasio y equilibra la cantidad de agua en el cuerpo, por lo tanto, elimina líquidos permitiendo la pérdida de peso (Trelles, 2021).

Otras de las propiedades que se le atribuye al plátano es en el aspecto medicinal, la gran concentración de taninos en el fruto permite actuar como astringente y se recomienda a las personas con diarrea (Huzco, 2023).

Teniendo en su constitución gran cantidad de fibra vegetal, el plátano favorece al aparato digestivo, cuidado de la mucosa intestinal e incluso prevención de gastritis y ulceras estomacales El plátano es abundante proveedor de energía vegetal para el cuerpo humano, en su composición química el plátano cuenta con una vasta producción de hidratos de carbono aportando gran cantidad de calorías, no obstante, se mal interpreta atribuyéndole el incremento de peso por el consumo de este producto y la que realmente se produce es una sensación de llenura (Trelles, 2021).

2.3.7. Características del plátano verde barraganete

El banano tiene una forma alargada y curvada, con una cáscara dura que es de color verde y una carne blanca. Su peso suele oscilar entre 325 y 400 gramos. La carne es de textura similar a la harina y, gracias a su bajo nivel de azúcares simples, no presenta un sabor dulce. No se recomienda comerlo crudo debido a su elevado contenido de carbohidratos complejos, concretamente almidón, que son complicados para que el cuerpo humano los digiera. Es rico en minerales, apenas contiene sodio y también aporta cantidades interesantes de vitaminas del grupo B, aunque la mayor parte se pierden durante su cocción (Basurto, 2024).

2.3.8. Variedad del plátano verde barraganete en el Ecuador

Hay una amplia gama de especies, aunque las más reconocidas son:

- Banano Cavendish. – Igualmente denominado como banana de seda o guineo seda. Es un fruto poco azucarado, aunque es el más consumido globalmente y actualmente lidera en exportaciones. Esto se debe a su buena adaptación a climas frescos en áreas subtropicales, además de generar abundantes racimos con frutas de tamaño medio. Este fruto presenta un tono verde y al alcanzar su madurez cambia a un color amarillo (Almeida, 2024).
- Banano Orito. – Es una variedad diminuta de los plátanos, alcanzando una longitud de 12 cm. En el idioma inglés, este fruto se denomina finger banana o lady finger debido a su semejanza con un dedo. Además, se puede señalar que, al madurar, este fruto presenta una cáscara amarilla, una pulpa clara, cremosa y de gran firmeza, además de poseer un sabor extremadamente dulce (Reyes, 2021).
- Banano Rosado. – Es la clase más diminuta de plátanos, con una longitud de 8 centímetros. Su fruto posee un sabor muy dulce con un sutil matiz de frambuesa. La carne es de un blanco anaranjado y tiene un aroma distintivo y fuerte. A medida que madura, su piel cambia de un rosado a un color casi púrpura (Trelles, 2021).
- Plátano barraganete. – Igualmente llamado plátano verde, plátano macho, plátano hartón o plátano para cocinar. Se trata de una fruta grande y fuerte, de tono verde amarillento, con una carne rica en almidón y fibra. Es la segunda variedad más enviada al exterior en la nación, dado que tiene menor contenido de agua, lo que lo convierte en un fruto más sólido. (Basurto, 2024)
- Plátano dominico. – Es una fruta rica en nutrientes que contiene altas cantidades de potasio, magnesio y las vitaminas C, B y E. Se podría añadir que es un banano de tamaño reducido y verde, que en su estado crudo presenta una textura firme y un gusto amargo, pero al cocinarlo se vuelve blando, suave y cremoso, con un sabor placentero al gusto (Almeida, 2024).
- Plátano maqueño. – Es un tipo de fruta con una cáscara rosa, que se ve redondeada y gruesa. Su longitud varía entre 20 y 25 centímetros y su ancho entre 2 y 4 centímetros. Su peso ronda entre 150 y 200 gramos, cuenta con

una carne dulce y pegajosa; esta variedad de plátano se emplea en numerosas recetas tradicionales de Ecuador (Cedeño, 2022).

2.3.9. Producción del plátano verde barraganete

"Se asocia a la producción con el hecho de producir bienes materiales como alimentos, vestidos o automóviles, la función de producción está presente en cualquier ente socio-económico sea que este ofrezca bienes materiales o servicios intangibles." (López C., 2013)

La fabricación se refiere al análisis de los métodos administrativos utilizados para maximizar la discrepancia entre el valor que se añade y el costo incluido de un producto debido a la conversión de recursos en insumos que provienen de la materia prima. Es probable que el banano tenga su origen en la zona indomalaya, donde ha sido cultivado por miles de años. Se cultiva en áreas tropicales donde la temperatura promedio es de 27° C (80° F) y la lluvia anual varía entre 78 y 98 pulgadas. Requieren un suelo que esté húmedo y que cuente con un buen drenaje. De hecho, se cultiva la mayoría de los plátanos exportados dentro de los 30 grados a cada lado del Ecuador." (Lardizabal, 2017).

En otras palabras, la producción de plátanos por hectárea, al igual que sucede con la mayoría de los cultivos, está influenciada por múltiples elementos, tales como el clima y la agricultura, las especies sembradas, la salud de la planta, el nivel de tecnología utilizada y el entendimiento estratégico de quienes cultivan.

La producción del plátano verde en esta provincia, según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, la provincia de Bolívar produjo alrededor de 10.000 toneladas de plátanos en el año 2020. La piel del plátano verde es un residuo generado en el proceso de cultivo de plátanos que tiene la capacidad de ser aprovechado como fuente de almidón, abono orgánico y alimento para animales. La producción de plátano verde en la provincia de Bolívar se concentra principalmente en las zonas tropicales, calientes y húmedas, como son en los cantones de Echeandía y Caluma (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2020).

2.3.10. Usos agroindustriales de la cáscara de verde barraganete

El banano inmaduro es un recurso adaptable que se puede convertir en diferentes artículos como bocadillos, harinas, papel y más. Su procesamiento ofrece diversos beneficios, como la extensión de su duración, la creación de trabajos y la expansión de nuevos mercados tanto en el país como en el extranjero. En Ecuador las harinas de plátano y derivados para preparar, así como los snacks fritos son los productos más consumidos (Morales, 2015).

El plátano es uno de los cultivos más comercializados, después del arroz, el trigo y el maíz, se convierte en una significativa fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo, por ser considerado un producto básico en la dieta diaria, su variada utilización en la alimentación y que tiene el producto para ser transformado en la industria en productos de consumo masivo y para exportación (Paz, 2013).

2.3.11. Antioxidante del plátano verde barraganete

Los plátanos verdes son una fuente importante de varios antioxidantes que contribuyen a sus beneficios para la salud. Aunque la investigación específica sobre la cantidad exacta de cada antioxidante en el plátano verde puede variar según el estudio, las condiciones de cultivo, la variedad del plátano y el grado de madurez, sí podemos hablar de los tipos de antioxidantes presentes y entender su importancia (Trelles, 2021).

2.3.12. Cantidad de antioxidantes

Según el autor Basurto (2024) menciona que, es importante tener en cuenta que la cantidad total de antioxidantes en el plátano verde puede ser influenciada por diversos factores como:

- **Variedad del plátano:** Existen muchas variedades de plátanos y la composición antioxidante puede variar entre ellas.
- **Madurez:** El perfil antioxidante cambia durante la maduración del plátano. Generalmente, los compuestos fenólicos tienden a disminuir a medida que

el plátano madura y se convierte en amarillo. Sin embargo, otros antioxidantes pueden aumentar o disminuir de manera diferente.

- **Condiciones de cultivo:** Elementos del entorno como el terreno, las condiciones climáticas, la luz solar y las técnicas de cultivo pueden afectar la producción de antioxidantes en la planta.

- **Métodos de análisis:** La forma en que se miden los antioxidantes en un laboratorio también puede influir en los resultados reportados (Almeida, 2024).

2.3.13. Tipos de antioxidantes

- **Compuestos fenólicos:** Estos son uno de los grupos más importantes de antioxidantes en los plátanos verdes. Dentro de los compuestos fenólicos, encontramos:

- **Ácidos fenólicos:** El plátano verde contiene varios ácidos fenólicos como el ácido gálico, ácido ferúlico, ácido clorogénico y ácido cafeico. Estos elementos son reconocidos por su habilidad para contrarrestar los radicales libres y disminuir el estrés oxidativo. El ácido ferúlico, por ejemplo, es particularmente interesante por sus propiedades antioxidantes y su abundancia en algunas frutas (Cedeño, 2022).

- **Flavonoides:** Aunque en menor proporción que los ácidos fenólicos, los plátanos verdes también contienen flavonoides. Dentro de estos, se han identificado catequinas y antocianinas (principalmente en la cáscara y en menor cantidad en la pulpa) (Reyes, 2021).

- **Taninos:** Los taninos, que son responsables del sabor astringente en los plátanos verdes y otras frutas inmaduras, también poseen actividad antioxidante (Basurto, 2024).

- **Vitaminas antioxidantes:** El plátano verde contiene ciertas vitaminas que actúan como antioxidantes:

- **Vitamina C (Ácido Ascórbico):** El plátano verde es una fuente moderada de vitamina C, un antioxidante hidrosoluble muy conocido que contribuye a resguardar las células de la agresión oxidativa. La cantidad de ácido ascórbico tiende a disminuir a medida que el plátano madura (Trelles, 2021).

- **Vitamina E (Tocoferoles):** Aunque en menor cantidad que la vitamina C, el plátano verde también contiene vitamina E, un antioxidante liposoluble importante para proteger las membranas celulares del daño oxidativo (Cedillo, 2025).

- **Aminas biógenas antioxidantes:** Se han encontrado ciertas aminas biógenas en plátanos verdes que presentan actividad antioxidante. La investigación en esta área todavía está en desarrollo para caracterizar completamente su contribución (Trelles, 2021).

2.4.Harinas instantáneas

2.4.1. Descripción de las harinas instantáneas

Las harinas instantáneas son un tipo de harina que se ha sometido a un proceso de tratamiento térmico o enzimático para mejorar su solubilidad y facilitar su uso en diversas aplicaciones alimentarias. En cuanto a la composición nutricional de las harinas instantáneas, se puede encontrar variaciones dependiendo del tipo de cereal o tubérculo utilizado.

Tabla 8

Composición nutricional de los tipos de harinas instantáneas

Tipo de harina	Proteínas (g)	Grasas (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)
Harina de maíz instantánea	6-8	1-2	70-80	2-3
Harina de camote instantánea	2-3	0,5-1	80-90	3-4
Harina de plátano verde instantánea	1-2	0,5-1	80-90	2-3

Fuente: (Caiza, 2021).

Es importante destacar que estos valores pueden variar dependiendo del proceso de producción y del tipo de materia prima utilizado. Además, es fundamental mencionar que las harinas instantáneas pueden ser una excelente opción para aquellos que buscan una fuente concentrada de nutrientes y energía (Álvarez, 2020).

2.4.2. Características

Para el autor Arredondo (2025) indica que, las harinas instantáneas son un tipo de harina que se ha sometido a un proceso de tratamiento térmico o enzimático para mejorar su solubilidad y facilitar su uso en diversas aplicaciones alimentarias. Estas harinas tienen las siguientes características:

- Son fáciles de disolver en agua caliente o fría.
- Tienen una textura suave y fina.
- Representan una opción sobresaliente para quienes desean una provisión intensa de nutrientes y vitalidad. (p. 87)

2.4.3. Beneficios

Según Calderón (2021) menciona que, las harinas instantáneas ofrecen varios beneficios, entre los que se incluyen:

- **Fácil preparación:** Las harinas instantáneas son fáciles de disolver en agua caliente o fría, lo que facilita su uso en diversas aplicaciones alimentarias.
- **Alta solubilidad:** Las harinas instantáneas tienen una alta solubilidad, lo que permite su fácil incorporación en diferentes productos alimenticios.
- **Versatilidad en su uso:** Las mezclas de harina rápida se pueden emplear en diversos tipos de alimentos, tales como caldos, aderezos, licuados y recetas de repostería.
- **Fuente concentrada de nutrientes y energía:** Las harinas instantáneas son una opción destacada para quienes buscan una fuente rica en nutrientes y vitalidad.

2.5. Autoclavado

2.5.1. Principios del autoclavado

El autoclavado se basa en los principios de la termodinámica y la cinética de la reacción. La temperatura y la presión del autoclavado determinan la eficacia del proceso. Según Hernández et al. (2022), la temperatura óptima para el autoclavado es entre 110°C y 130°C, y la presión óptima es entre 1 y 3 atmósferas.

2.5.2. Termodinámica del autoclavado

La termodinámica del autoclavado se refiere a la transferencia de calor y energía durante el proceso. La temperatura del autoclavado es fundamental para la inactivación de microorganismos y enzimas. Según Vázquez Fraca (2020), la temperatura del autoclavado debe ser lo suficientemente alta para inactivar los microorganismos, pero no tan alta que dañe los materiales.

2.5.3. Cinética de la reacción del autoclavado

La cinética de la reacción del autoclavado se refiere a la velocidad y eficacia de la inactivación de microorganismos y enzimas. La presión del autoclavado es fundamental para la cinética de la reacción. Según García et al. (2020), la presión del autoclavado debe ser lo suficientemente alta para garantizar la inactivación de los microorganismos, pero no tan alta que cause daños en los materiales.

2.5.4. Tipos de autoclavado

Existen diferentes tipos de autoclavado, incluyendo:

2.5.4.1.Autoclavado a Vapor

El autoclavado a vapor es el método más comúnmente utilizado. Emplea vapor de agua a elevadas temperaturas y presiones para desactivar microorganismos y enzimas. Según Rodríguez y colaboradores (2022), el autoclavado a vapor es efectivo para la inactivación de microorganismos y enzimas, pero requiere un equipo especializado.

2.5.4.2.Autoclavado a Presión

El autoclavado a presión utiliza una cámara de presión para aumentar la temperatura y la presión del vapor de agua. Según Hernández et al. (2022), el autoclavado a presión es más efectivo que el autoclavado a vapor para la inactivación de microorganismos y enzimas.

2.5.4.3.Autoclavado a Temperatura Controlada

El autoclavado a temperatura controlada utiliza un sistema de control de temperatura para mantener una temperatura constante durante el proceso.

Según Vázquez Fraca (2020), el autoclavado a temperatura controlada es más efectivo que el autoclavado a vapor para la inactivación de microorganismos y enzimas.

2.5.5. Ventajas y Desventajas del Autoclavado

El autoclavado tiene varias ventajas y desventajas:

Ventajas

- Eficaz para la inactivación de microorganismos y enzimas.
- Fácil de usar y mantener.
- Bajo costo en comparación con otros métodos de esterilización.

Desventajas

- Puede dañar algunos materiales.
- Requiere un equipo especializado.
- Puede ser difícil de controlar la temperatura y la presión.
- Puede requerir un tiempo prolongado para la esterilización.

2.5.6. Parámetros de autoclavado para harinas

El proceso de la fase de calentamiento se lleva a cabo comúnmente con vapor para lograr la total gelificación del almidón presente en el endospermo, debiendo

prevenirse la cocción excesiva, pues esta puede ocasionar la alteración de la materia.

En un estudio reciente, Zheng (2020) optimizaron el proceso de autoclave para incrementar el contenido de almidón resistente en granos de arroz, determinando que un tiempo de tratamiento de 61 minutos a un pH de 5.95 y un contenido de agua del 41.63% resultaba en un contenido de almidón resistente del 17.57%. Estos hallazgos sugieren que parámetros específicos de autoclave pueden ser ajustados para mejorar la calidad y seguridad de productos derivados de cereales.

2.5.6.1. Temperatura de Autoclavado

La temperatura de autoclavado para harinas es un factor crítico para asegurar la seguridad y calidad del producto. La temperatura más comúnmente utilizada es de 115°C, aunque puede variar entre 100°C y 121°C (Alarcón, 2021).

- **Temperatura mínima:** 100°C. Por debajo de esta temperatura, no se asegura la eliminación de microorganismos y la inactivación de enzimas (Alarcón, 2021).
- **Temperatura óptima:** 115°C. Esta temperatura es la más comúnmente utilizada para el autoclavado de harinas, ya que asegura la eliminación de microorganismos y la inactivación de enzimas sin afectar la calidad del producto (Alarcón, 2021).
- **Temperatura máxima:** 121°C. Por encima de esta temperatura, se puede producir una descomposición excesiva del producto y una pérdida de calidad (Alarcón, 2021).

2.5.6.2. Presión de Autoclavado

La presión de autoclavado para harinas es necesaria para asegurar que el calor se distribuya uniformemente a través del producto. La presión más comúnmente utilizada es de 1,5 atmósferas (IAOM, 2020).

- **Presión mínima:** 1 atmósfera. Por debajo de esta presión, no se asegura la distribución uniforme del calor y la eliminación de microorganismos (IAOM, 2020).
- **Presión óptima:** 1,5 atmósferas. Esta presión es la más comúnmente utilizada para el autoclavado de harinas, ya que asegura la distribución uniforme del calor y la eliminación de microorganismos sin afectar la calidad del producto (IAOM, 2020).
- **Presión máxima:** 2 atmósferas. Por encima de esta presión, se puede producir una descomposición excesiva del producto y una pérdida de calidad (IAOM, 2020).

2.5.6.3. Tiempo de Autoclavado

El tiempo de autoclavado para harinas también es importante para asegurar la seguridad y calidad del producto. El tiempo más comúnmente utilizado es de 30 minutos, aunque puede variar entre 10 minutos y 60 minutos (INIA, 2020).

- **Tiempo mínimo:** 10 minutos. Por debajo de este tiempo, no se asegura la eliminación de microorganismos y la inactivación de enzimas (INIA, 2020).
- **Tiempo óptimo:** 30 minutos. Este tiempo es el más comúnmente utilizado para el autoclavado de harinas, ya que asegura la eliminación de microorganismos y la inactivación de enzimas sin afectar la calidad del producto (INIA, 2020).
- **Tiempo máximo:** 60 minutos. Por encima de este tiempo, se puede producir una descomposición excesiva del producto y una pérdida de calidad (INIA, 2020).

2.5.6.4. Humedad de Autoclavado

La humedad relativa durante el autoclavado de harinas es importante para prevenir la formación de condensación y asegurar que el producto se seque uniformemente (Campos & Hernández, 2018).

- **Humedad relativa mínima:** 80%. Por debajo de esta humedad, se puede producir una descomposición excesiva del producto y una pérdida de calidad (Campos & Hernández, 2018).
- **Humedad relativa óptima:** 90%. Esta humedad es la más comúnmente utilizada para el autoclavado de harinas, ya que asegura la prevención de la formación de condensación y la desecación uniforme del producto (Campos & Hernández, 2018).
- **Humedad relativa máxima:** 100%. Por encima de esta humedad, se puede producir una condensación excesiva y una pérdida de calidad del producto (Campos & Hernández, 2018).

2.5.6.5. Enfriamiento de Autoclavado

Después del autoclavado, las harinas deben ser enfriadas rápidamente a una temperatura de 30°C a 40°C para prevenir la formación de condensación y asegurar que el producto se seque uniformemente (Luna, 2014).

- **Temperatura de enfriamiento mínima:** 30°C. Por debajo de esta temperatura, se puede producir una descomposición excesiva del producto y una pérdida de calidad (Luna, 2014).
- **Temperatura de enfriamiento óptima:** 35°C. Esta temperatura es la más comúnmente utilizada para el enfriamiento de harinas después del autoclavado, ya que asegura la prevención de la formación de condensación y la desecación uniforme del producto (Luna, 2014).
- **Temperatura de enfriamiento máxima:** 40°C. Por encima de esta temperatura, se puede producir una descomposición excesiva (Luna, 2014).

2.6.Referencias de normativas INEN

Para la elaboración de este documento se utiliza como base el Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE INEN 241, el cual constituye una herramienta fundamental dentro del marco normativo ecuatoriano para regular la producción, comercialización, etiquetado de la harina de trigo y harina de maíz. El objetivo de esta regulación es definir los estándares básicos que estos productos necesitan

cumplir, garantizando que los procesos de elaboración, almacenamiento, transporte y venta cumplan con condiciones seguras e higiénicas.

El PRTE INEN 241 establece criterios técnicos muy específicos sobre la composición de las harinas, su contenido de humedad, pureza, ausencia de materias extrañas y límites de contaminantes permitidos. Además, regula aspectos vinculados al etiquetado, de manera que la información presentada al consumidor sea clara, veraz y completa, incluyendo datos como el nombre del producto, los ingredientes, el contenido neto, el país de origen, el número de lote y las instrucciones de uso o conservación.

La aplicación de esta norma representa una guía esencial para los productores, fabricantes y comercializadores, ya que define los parámetros que deben observarse en cada etapa de la cadena productiva. Cumplir con estos lineamientos no solo garantiza la inocuidad de los productos, sino que también fortalece la confianza de los consumidores al saber que las harinas que adquieren se elaboran conforme a estándares técnicos reconocidos a nivel nacional.

Desde una perspectiva técnica, el PRTE INEN 241 tiene un impacto directo en la profesionalización del sector alimenticio, ya que impulsa la adopción de buenas prácticas de manufactura, controles internos de calidad y procedimientos de verificación que garantizan la seguridad alimentaria. Además, se relaciona estrechamente con otras normas ecuatorianas, como la NTE INEN 616 y la NTE INEN 1737, que establecen requisitos específicos para la harina de trigo y la harina de maíz precocida, respectivamente.

Incorporar esta normativa en el presente trabajo permite establecer un marco de referencia sólido y confiable, sobre el cual se sustentan las actividades de supervisión de calidad y la creación de productos que provienen de la harina. Su integración garantiza que las prácticas descritas en la investigación se mantengan alineadas con los requisitos legales y técnicos vigentes en Ecuador, promoviendo el cumplimiento normativo y la responsabilidad social en la industria alimenticia.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Estatal de Bolívar en la Carrera de Agroindustrias en el complejo agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente y en los Laboratorios de Investigación, sector Laguacoto II, Km 1½ Vía San Simón, ubicada en el Cantón Guaranda Provincia Bolívar.

3.1.1. Localización de la investigación.

Tabla 9

Localización de la investigación.

Ubicación	**Localidad**
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sector	Laguacoto II
Parroquia	San Sebastián
Dirección	Laguacoto II km ½ km vía Guaranda-San Simón
Establecimiento	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de producción	Complejo agroindustrial

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

3.1.2. Situación geográfica y climática.

Tabla 10

Situación geográfica y climática.

Parámetro	Valor
Altura	2.622 msnm
Latitud	01°36’15” S
Longitud	78°59’54” W
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media anual	14.4°C
Temperatura máxima	21°C
Humedad Relativa promedio	75%
Precipitación media anual	980 mm
Heliofanía promedio	900/horas/luz/año

Nota: Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB (2021).

3.1.3. Zona de vida

Se encuentra localizada en el Complejo Agroindustrial y Departamento de investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, corresponde a la zona de vida del Bosque húmedo montano bajo (BHMB) (Yasuma & Pilco, 2018)

3.2.Metodología

3.2.1. Material experimental.

- Maíz Morado *(Zea mays* L*)*
- Camote Morado *(Ipomoea batatas)*
- Cáscara de plátano verde *(Musa paradisiaca* L*).*

3.2.1.1.Materiales de oficina.

- Bolígrafos
- Lapiceros
- Borrador
- Láminas de papel bond A4.
- Calculadora.
- Laptop.

- Carpetas.
- Libreta de apuntes.
- Memoria USB.

3.2.1.2.Materiales de laboratorio

- Balanza analítica
- Tamiz
- Bandejas
- Matraz de Erlenmeyer
- Embudos
- Vasos de precipitación
- Cajas Petri
- Capsulas
- Crisoles
- Magnetos
- Tubos de centrifugación.
- Guantes
- Cofia
- Mascarilla
- Ollas

3.2.1.3.Equipos

- Pulverizadora
- Molino
- Balanza digital
- Autoclave
- Centrifuga
- Espectrofotómetro
- Agitador magnético
- Incubadora
- Estufa

- Mufla
- Determinador de grasa
- Extractor de gases

3.2.1.4.Reactivos

- Hipoclorito de sodio
- Metabisulfito
- Ácido cítrico
- Reactivo ABTS
- Hexano

3.2.2. Factores de estudio

En el estudio se realizó un arreglo tri factorial:

- **Factor A:** Mezclas de harinas (%): Maíz morado, camote morado y cáscara de plátano
- **Factor B:** Temperatura de autoclavado (°C)
- **Factor C:** Tiempo de autoclavado (min)

Tabla 11

Factores y niveles de estudio

Factor	Código	Nivel
Mezclas de harinas (%): Maíz morado, camote morado y cáscara de plátano	A	a_1: 40% -35% -25% a_2: 60% -25% -15% a_3: 80% -15% -5%
Temperatura de autoclavado (°C)	B	b_1: 110 °C b_2: 120 °C
Tiempo de autoclavado (min)	C	c_1: 10 min c_2: 30 min

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

3.2.3. Tratamientos

La combinación de los factores con los niveles que afectan a la investigación compone el total de los tratamientos.

Tabla 12

Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Nivel		
		A	B	C
1	$a_1b_1c_1$	40% -35% -25%	110 °C	10 min.
2	$a_1b_1c_2$	40% -35% -25%	110 °C	30 min.
3	$a_1b_2c_1$	40% -35% -25%	120 °C	10 min.
4	$a_1b_2c_2$	40% -35% -25%	120 °C	30 min.
5	$a_2b_1c_1$	60% -25% -15%	110 °C	10 min.
6	$a_2b_1c_2$	60% -25% -15%	110 °C	30 min.
7	$a_2b_2c_1$	60% -25% -15%	120 °C	10 min.
8	$a_2b_2c_2$	60% -25% -15%	120 °C	30 min.
9	$a_3b_1c_1$	80% -15% -5%	110 °C	10 min.
10	$a_3b_1c_2$	80% -15% -5%	110 °C	30 min.
11	$a_3b_2c_1$	80% -15% -5%	120 °C	10 min.
12	$a_3b_2c_2$	80% -15% -5%	120 °C	30 min.

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

3.2.4. Características del diseño factorial AxBxC

Tabla 13

Características del experimento

Atributos del Diseño Factorial	Cantidad
Número de factores experimentales	3
Número de niveles factor A	3
Número de niveles factor B	2
Número de niveles factor C	2
Número de réplicas	2
Unidades experimentales	12
Respuestas experimentales	2

Nota: La variable respuesta son el contenido de antioxidantes y la solubilidad de las harinas instantáneas.

3.2.5. Tipo de diseño experimental

Para el estudio se aplicó un arreglo factorial AxBxC (3x2x2) con 3 repeticiones, un total de 36 tratamientos el cual se ajusta al siguiente modelo matemático:

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

Dónde:

Y_{ijkl} = Variable sujeta de medición.

μ = Valor medio poblacional.

α_i = Influencia del i-ésimo tratamiento del factor A.

β_j = Influencia del j-ésimo tratamiento del factor B.

γ_k = Influencia del k-ésimo tratamiento del factor C.

$(\alpha\beta)_{ij}, (\alpha\gamma)_{ik}, (\beta\gamma)_{jk}$ = Efectos conjuntos entre pares de factores ij, ik, jk.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la interacción conjunta de los tres factores ijk.

ε_{ijk} =Término de error estocástico para la combinación i, j, k, donde l representa las observaciones repetidas del experimento.

3.2.5.1. Modelo análisis de varianza ANOVA

Con el objetivo de identificar las diferencias entre tratamientos, se emplea el análisis de varianza ANOVA, posteriormente se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, el procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVIII.

Tabla 14

Análisis de varianza ANOVA, para el diseño factorial A x B x C

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrado	Gl	Cuadrado medio	F_0	Valor-p
Factor A	SC_A	a-1	CM_A	CM_A /CM_E	$P(F > F_0^A)$
Factor B	SC_B	b-1	CM_B	CM_B /CM_E	$P(F > F_0^B)$
Factor C	SC_C	c-1	CM_C	CM_C /CM_E	$P(F > F_0^C)$
Efecto AB	SC_{AB}	(a-1) (b-1)	CM_{AB}	CM_{AB} /CM_E	$P(F > F_0^{AB})$
Efecto AC	SC_{AC}	(a-1) (c-1)	CM_{AC}	CM_{AC} /CM_E	$P(F > F_0^{AC})$
Efecto BC	SC_{BC}	(b-1) (c-1)	CM_{BC}	C_{BC}/CM_E	$P(F > F_0^{BC})$
Efecto ABC	SC_{ABC}	(a-1) (b-1) (c-1)	CM_{ABC}	CM_{ABC} /CM_E	$P(F > F_0^{ABC})$
Error	SC_E	abc (n-1)	CM_E		
Total	SC_T	abn – 1			

3.2.5.2.Prueba de múltiples rangos

La identificación del tratamiento optimo se realizará mediante una prueba de rangos múltiples de Tukey.

- **Prueba de Tukey**

$$\boldsymbol{H_o}: \mu_i = \mu_j$$

$$\boldsymbol{H_1}: \mu_i \neq \mu_j$$

Este procedimiento realiza comparaciones pareadas entre todas las medias para identificar cuáles presentan diferencias estadísticamente significativas, determinando cuáles tratamientos presentan variaciones estadísticamente relevantes con un 95% de nivel de confianza.

Formulación matemática de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey:

$$\boldsymbol{T}_{\propto} = q_{\propto}(k, N-k)\sqrt{CM_E/n_i}$$

Expresión 2

Donde:

$\boldsymbol{CM_{E:}}$ Cuadrado medio del error, derivada de la tabla ANOVA.

$\boldsymbol{n}$: Número de réplicas para los tratamientos i y j.

$\boldsymbol{k}$: Número de tratamientos del experimento.

$\propto$: Nivel de confianza especificado.

$\boldsymbol{N-k}$: Grados de libertad correspondientes al error residual.

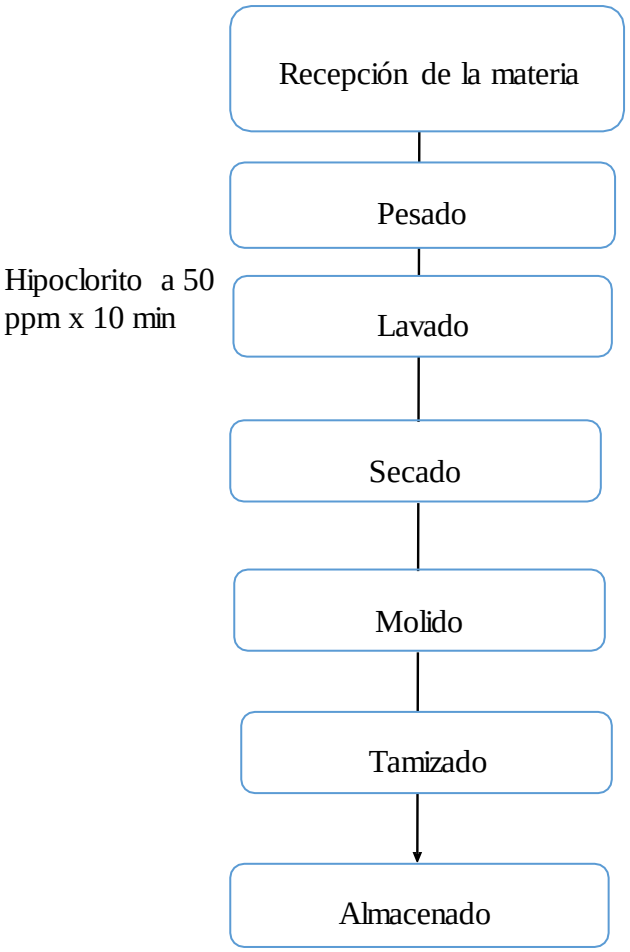
$\boldsymbol{q_{\propto}(k, N-k)}$: Coeficientes críticos de la distribución de rango estudentizado

3.2.6. Manejo de la investigación

3.2.7. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de maíz morado

Figura 4

Elaboración de harina de maíz morado.



3.2.7.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina de maíz morado.

1. Selección de la materia prima:

Se seleccionaron los granos aptos para el proceso, separando las impurezas.

2. Pesado:

Se realizó el pesaje del maíz morado empleado para producir la harina.

3. Lavado:

El maíz fue sometido a un lavado con agua potable, desinfección utilizando hipoclorito de sodio en concentración de 50 ppm durante un periodo de 10 minutos.

4. Secado:

El maíz fue colocado en una bandeja, la cual se introdujo en un horno a una temperatura de 50 °C por un tiempo determinado.

5. Molido:

Una vez seco, se procedió a moler el maíz hasta obtener una textura muy fina.

6. Tamizado

Posteriormente, se tamizó las harinas para eliminar impurezas, y tener una granulometría uniforme.

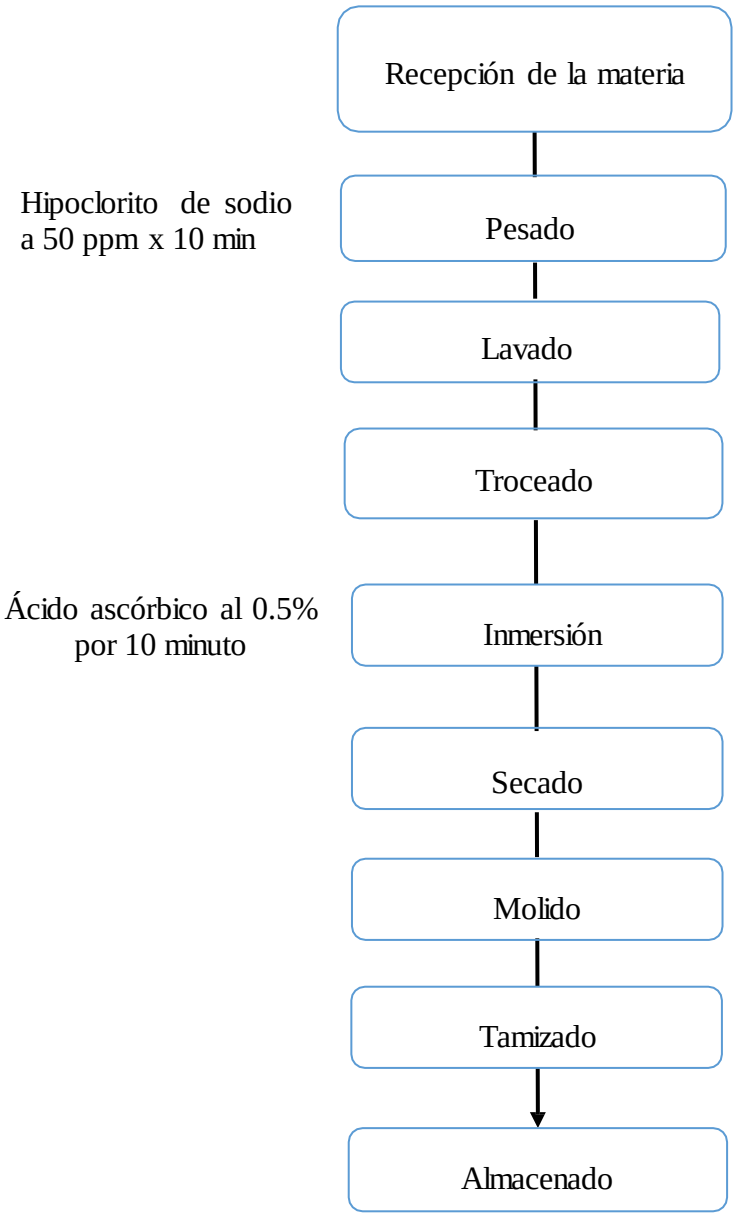
7. Almacenamiento:

El empaque de la harina de maíz morado se realizó en bolsas de polipropileno de 500 g, con sellado hermético, y se almacenó en un lugar fresco y seco hasta su posterior uso.

3.2.8. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de camote morado

Figura 5

Elaboración de harina de camote morado.



3.2.8.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina de camote morado.

1. Selección de la materia prima:

Los tubérculos aptos para el proceso fueron seleccionados, descartando aquellos que presentaban golpes o alteraciones incompatibles con su industrialización.

2. Pesado:

La materia prima fue pesada (camote morado) para la elaboración de la harina

3. Lavado:

Los tubérculos fueron lavados con agua potable y desinfectados mediante una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm durante 10 minutos.

4. Troceado:

Esta operación se efectuó manualmente utilizando cuchillos de acero inoxidable, realizando rodajas uniformes.

5. Inmersión:

Se utilizó una solución ácida de 0,5 % de ácido ascórbico en agua, en la cual se sumergieron las rodajas durante 10 minutos para evitar el pardeamiento enzimático.

6. Secado:

Se colocaron las rodajas de camote en una bandeja e introducida en un horno a temperatura de 50 °C durante un periodo de tiempo establecido.

7. Molido

Una vez secas, se procedió a molerlas hasta obtener una textura muy fina.

8.Tamizado:

Posteriormente, se tamizó las harinas para eliminar impurezas y obtener una granulometría uniforme.

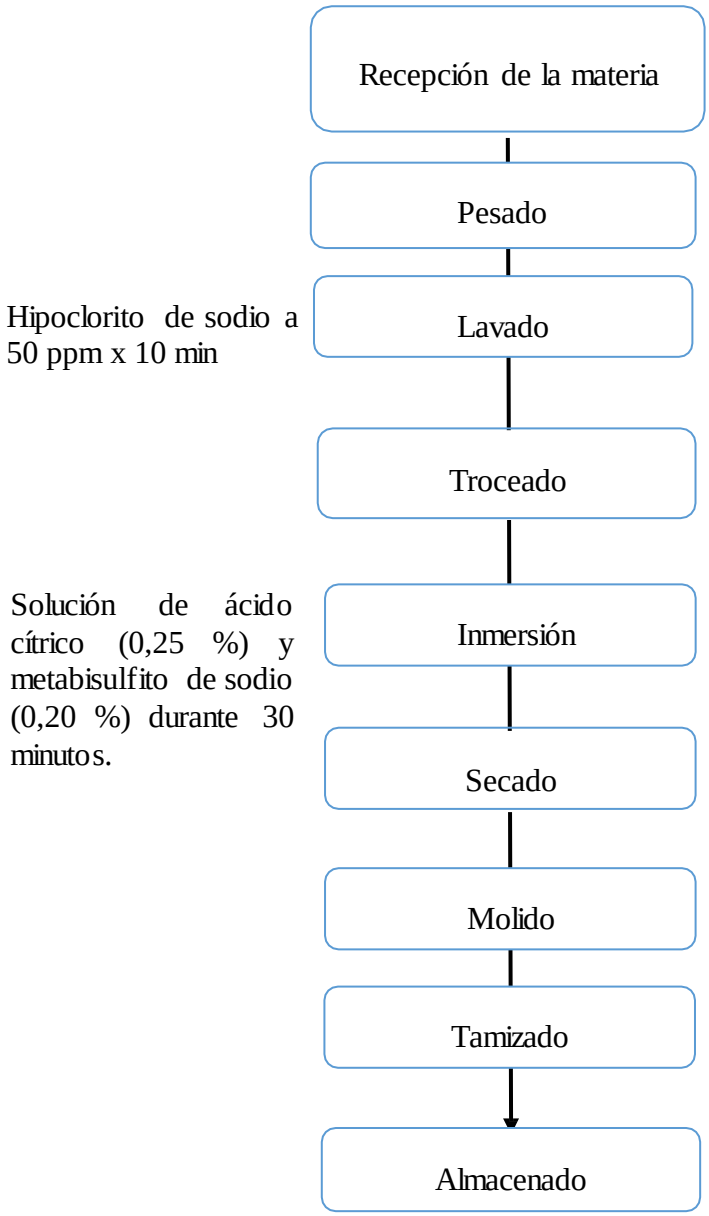
9. Almacenado:

La harina de camote morado fue envasada en bolsas de polipropileno con capacidad de 500 g, con sellado hermético, y se almacenó en lugar fresco y seco hasta su posterior uso.

3.2.9. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de cáscara de plátano verde

Figura 6

Elaboración de harina de cáscara de plátano verde.



3.2.9.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina de cáscara de plátano verde

1. Selección de la materia prima:

Se tomaron las cáscaras de plátano verde aptas para el proceso, separando aquellas que presentaban golpes o alteraciones no aptas para su industrialización.

2. Pesado:

Se pesó las cáscaras de plátano verde destinadas en la producción de harina.

3. Lavado:

El lavado de las cáscaras se realizó con agua potable, seguido de una desinfección con hipoclorito de sodio en concentración de 50 ppm por 10 minutos.

4. Troceado:

El proceso fue realizado de forma manual empleando cuchillos de acero inoxidable, obteniendo tiras uniformes.

5. Inmersión:

Las tiras de cáscaras se sumergieron en una solución de ácido cítrico al 0,25 % y metabisulfito de sodio al 0,20 % por 30 minutos, con el fin de inhibir el pardeamiento.

6. Secado:

Se colocaron las tiras de cáscara en una bandeja, la cual se introdujo en un horno a una temperatura de 50 ℃ por un tiempo determinado.

7. Molido

Una vez secas, se procedió a moler hasta obtener una textura muy fina.

8. Tamizado:

Posteriormente, se tamizó la harina para eliminar impurezas, y tener una granulometría uniforme.

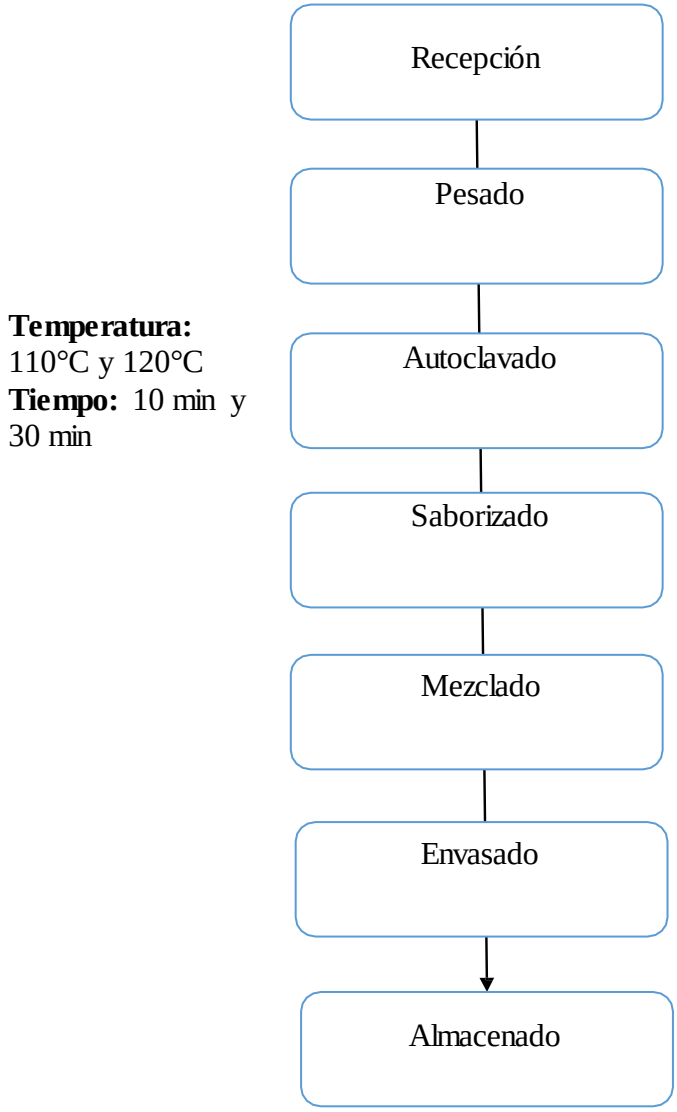
9. Almacenamiento:

El producto final de la cáscara de plátano verde se empacó en envases de polipropileno con capacidad de 500 g, con sellado hermético, y se almacenó en un lugar fresco y seco hasta su posterior uso.

3.2.10. Diagrama de flujo para la elaboración de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.

Figura 7

Elaboración de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.



3.2.10.1. Descripción del proceso para la elaboración de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.

1. Recepción de la materia prima

La recepción de las harinas: maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, se realizó verificando que estuvieran bien molidas y libres de impurezas.

2. Pesado

Se realizó el pesaje preciso de los ingredientes para garantizar la exactitud en la formulación.

3.Autoclavado

Se sometieron las harinas a un proceso de autoclavado, controlando temperatura y tiempo. Se establecieron dos niveles de temperatura para el proceso de autoclavado: 110 °C y 120 °C; del mismo modo, se aplicaron dos tiempos de tratamiento, 10 y 30 minutos, para determinar las condiciones óptimas de esterilización y conservación de propiedades

4. Saborizado

Se agregó cacao, leche en polvo, canela, panela molida y goma Xantana.

5. Mezclado

Una vez determinada la formulación todos los ingredientes fueron mezclados para lograr una distribución homogénea y uniforme.

6. Envasado

Las fundas herméticas empleadas fueron seleccionadas según las características del producto elaborado, a fin de prolongar su vida útil.

7. Almacenado

Finalizado el proceso productivo, el producto se conservó en un lugar fresco hasta el momento de realizar los análisis correspondientes.

3.3. Métodos de evaluación

3.3.1. Análisis de la materia prima

Los insumos principales utilizados en la investigación fueron sometidas al análisis de sus propiedades bromatológicas, con el fin de determinar su composición.

- **Análisis del contenido de humedad**

El análisis de humedad fue determinado mediante la metodología oficial de la AOAC 925.10.

- **Análisis del contenido de proteína**

Para el análisis de la proteína se empleó la metodología de Dumas.

- **Análisis del contenido de grasa**

La metodología oficial AOAC 2003.06 para el análisis de grasa.

- **Análisis del contenido de fibra**

Para este análisis se realizará mediante el método WEEND

- **Análisis del contenido de ceniza**

La AOAC 2003, fue empleada para el análisis de ceniza.

3.3.2. Análisis de los tratamientos

- **Análisis del contenido antioxidantes**

El análisis del contenido de antioxidante fue evaluado mediante el método de ABTS.

- **Análisis de la solubilidad en mezclas harinas**

Para la determinación de la solubilidad en mezclas de harinas se trabajó con el método de Índice de Solubilidad en Agua (WSI).

- **Análisis sensorial**

En la elaboración de harinas instantáneas a base de camote, maíz morado y cáscara de plátano verde, mediante la preparación tipo colada, se llevó a cabo un análisis sensorial con base en el método descrito por (Vázquez & Hernández, 2023), con algunas modificaciones. Para ello, se empleará una escala hedónica de 1 a 5, considerada para este tipo de análisis, donde se evaluaron:

- "Color"
- "Olor"
- "Sabor"
- "Textura"
- "Aceptabilidad"

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Propiedades bromatológicas de las materias primas

Tabla 15

Análisis bromatológicos, antioxidantes y solubilidad de las harinas de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde.

	Parámetros fisicoquímicos*		
	Harina de Maíz Morado	**Harina de Camote Morado**	**Harina de Cáscara de plátano verde**
Proteína (%)	8,55	4,47	7,32
Grasa (%)	6,20	0,98	3,59
Fibra (%)	9,40	8,46	8,93
Ceniza (%)	1,51	3,28	8,23
Humedad (%)	12,42	9,82	11,36
Antioxidantes (µmol ET/g)	146,13	34,56	187,46
Solubilidad (g/100g)	11,33	35,67	10,00

*Valor promedio de tres réplicas.

La tabla 15 se exhiben los resultados promedios de los estudios fisicoquímicos evaluados por triplicado de las harinas: maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, la caracterización revela perfiles nutricionales diferenciados entre harinas.

- **Proteína**

La harina de maíz morado es la que representa mayor contenido de proteína con un valor de 8,55 %, valor que se acerca a lo reportado por Cerro (2021) quien reporta un valor de 10–11 % para cereales con buen perfil nutricional, mientras que la harina de cáscara de plátano verde registró un valor de 7,32 %, valor dentro del 7–8 % descrito por Silva (2024), lo que confirma su potencial como ingrediente enriquecedor en formulaciones alimenticias. La harina de camote morado presentó la menor cantidad de proteína, con un valor de 4,47 %, que está en el intervalo de 4–5 % señalado por Chamba (2023). Estos resultados muestran que, si bien el

camote morado no es relevante en aporte proteico, como fuentes complementarias de proteína vegetales se destaca el maíz y la cáscara de plátano verde, útiles en aportar calidad nutricional humana en dietas balanceadas.

- **Grasa**

El análisis revela el contenido graso con un patrón diferenciado entre las 3 harinas, resaltando el maíz morado con el mayor contenido lipídico 6,20%, que superó el valor reportado por (Mex & Garma, 2016), que presenta un contenido de grasa de 4,07 %. Esta diferencia del 2,13 % puede deberse a que hubo una retención del germen y pericarpio durante la etapa de molienda, esto sugiere que nuestro proceso de molienda preservó componentes ricos en aceites. En cuanto a la cáscara de plátano verde presento un contenido 3,59% levemente inferior al 4,38% registrado por (Barrios, 2023), esto puede atribuirse por varios factores como la variedad del plátano y condiciones agronómicas que influyen directamente en la síntesis de lípidos y ceras cuticulares presentes en la cascara o por el método de extracción empleada puede generar variaciones en el contenido de grasa obtenida. En contraste, el camote morado revelo su perfil lipídico, con el (0,98%) que se encuentra dentro de lo establecido por (Hernández & Guzmán, 2021) de 0,23 a 1,83%. Esto debido a que la mayoría de los tubérculos presentan bajo contenido de grasa ya sea en su estado natural (crudo) como cocido documentado por (Armijos & Villacrés, 2020).

- **Fibra**

El contenido de fibra muestra valores ligeramente elevados, siendo el maíz morado con el más elevado con un contenido 9,40%, superando notablemente el valor reportado por (Mex & Garma, 2016) con un valor de 3,32 %. El camote morado presenta un valor de fibra de 8,46%, ligeramente superior al de 6,45% reportado por (Villena, 2022) que puede ser a las diferentes variedades de camote, así como a las condiciones edafológicas del cultivo. La cáscara de plátano verde presentó el menor incremento relativo en relación a lo establecido por (Sani, 2023) quien presenta un valor de 7,78% frente a 8,93%, esta diferencia del 1,15 % se puede

deber por el estado de madurez del plátano verde, condiciones de cultivo y postcosecha o el método de secado.

- **Cenizas**

La cáscara de plátano verde presento un contenido de 8,23 % cantidad ligeramente superior a lo reportado por (Mondragón & Serna, 2018), donde presenta un valor de 8,01%. El camote morado por su parte registró un valor inferior 3,28% vs 4,12%, registrado por (Carbajal & Huamancondor, 2017), esta diferencia se puede deber por el estado de madurez, condiciones de cultivo y postcosecha o el método de secado. El maíz morado mostro similitudes con (Cadena, 2024) presentando una pequeña diferencia de 1,51% vs 1,42%, dichos valores se encuentran dentro del rango establecido por la NTE INEN 2051.

- **Humedad**

En cuanto a la humedad, la harina de camote morado registró 9,82 %, valor considerado positivo, ya que se encuentra dentro del rango de 9–11 % descrito por Álvarez (2020) para garantizar conservación y estabilidad, mientras que la harina de cáscara de plátano verde alcanzó 11,36 %, un nivel que coincide con lo señalado por Cruzado (2021), quien indica que las harinas de este subproducto suelen presentar entre 11–13 %, rango aceptable para un almacenamiento seguro si se usan envases herméticos. Finalmente, la harina de maíz morado obtuvo 12,42 %, un valor cercano al límite superior establecido por Rabanal (2021), quien advierte que alimentos en polvo con humedad entre 12–14 % requieren condiciones estrictas de envasado y ambiente, ya que son más propensos a deterioros microbiológicos. Esto confirma que, aunque las tres harinas son aptas para el almacenamiento, el camote morado presenta mayor estabilidad frente a humedad, mientras que el maíz morado demanda mayor control.

- **Antioxidantes**

En lo referente a la capacidad antioxidante, la harina de cáscara de plátano verde alcanzó el valor más alto con 187,46 µmol ET/g, lo que coincide con el rango de 180–190 µmol ET/g reportado por Sandoval (2024) en subproductos vegetales ricos en polifenoles y flavonoides como la cáscara de mango, maracuyá, papa morada,

camote, las hojas comestibles de guayaba y moringa. El maíz morado presenta un valor de 146,13 µmol ET/g, valor que se encuentra en el rango de 120 y 200 µmol ET/g, citado por Flores (2022), para diferentes variedades de maíz pigmentados. Esto demuestra que además de su contenido en antocianinas, el maíz morado posee otros componentes de antioxidantes que contribuyen significativamente a su efecto protector. El camote morado es el que menor cantidad registró con un valor 34,56 µmol ET/g, cantidad que se encuentra dentro del rango de 30–40 µmol ET/g señalado por Tomalá (2023), lo que demuestra que, a pesar de su menor concentración, este tubérculo aporta antioxidantes naturales que complementan el efecto de otras harinas más ricas en estos compuestos. Así, cada harina presenta un perfil antioxidante distintivo, lo que abre la posibilidad de combinarlas estratégicamente en la industria alimentaria para potenciar sus beneficios.

- **Solubilidad**

El camote morado mostró una solubilidad de 35,67%, valor cercano a lo reportado por (Techeira & Sívoli, 2014), quienes encontraron un valor de 30,40 %. En el caso de maíz morado presentó un valor promedio de 11,33%, valor que supera a lo reportado por (De los Reyes, 2013) que presenta valores de 6,49 % harina de maíz azul sin tostar y 4,52 % harina de maíz azul tostado, en la cual se puede evidenciar que existe una disminución del 1,44 % de solubilidad al comparar las harinas de granos tostados con las sin tostar. La cáscara de plátano verde presenta una solubilidad del 10%, valor inferior a lo reportado por (Díaz, 2021) con 16,39 %, esta diferencia podría atribuirse por el tamaño de las partículas como lo aclara en la investigación reportada por (Araya & Morales, 2014), quien evaluó la solubilidad en diferentes tamaños de partículas, la misma que indica valores entre 1,59 g/g en harina gruesa y 1,58 g/g en harina fina.

4.1.2. Análisis de determinación de antioxidantes

Se determinó la capacidad antioxidante de los tratamientos de las mezclas de harinas: maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, cada una de las muestras se trabajó con tres réplicas.

Tabla 16

Resultados de la cantidad de antioxidantes en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio (µmol ET/g)
1	125,93	125,93	128,50	126,79
2	147,47	150,01	147,47	148,32
3	144,49	141,91	144,49	143,63
4	129,58	132,16	129,58	130,44
5	140,21	140,21	142,76	141,06
6	140,03	140,03	145,21	146,76
7	142,62	142,62	142,62	142,62
8	147,80	147,80	145,21	146,94
9	151,79	149,23	154,36	151,79
10	137,36	139,95	137,36	138,23
11	155,41	155,41	152,83	154,55
12	134,35	129,19	134,35	132,63

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 16, se presenta el contenido de antioxidantes de las diferentes mezclas de los tratamientos aplicados en las harinas instantáneas, el cual se encuentran en un rango promedio entre 126,79 a 154,55 µmol ET/g de muestra, siendo el tratamiento T11 (80% harina de maíz morado, 15% harina de camote morado y 5% harina de cáscara de plátano verde) el que presenta mayor contenido de antioxidantes valor superior frente a lo reportado (Saucedo, 2025), quien señala un contenido antioxidante de 123,0 µmol ET/g con respecto al maíz morado. Cabe destacar que, si bien los métodos pueden variar, la diferencia obtenida permite afirmar que la formulación evaluada en el presente estudio exhibe una concentración más elevada de compuestos antioxidantes.

4.1.3. Análisis de varianza ANOVA para Antioxidantes

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable de respuesta de Antioxidantes

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
Factor A: Mezcla de Harinas	336,703	2	168,351	48,05	0,0000**
Factor B: Temperatura de autoclavado	2,05923	1	2,05923	0,59	0,4508
Factor C: Tiempo de autoclavado	122,508	1	122,508	34,96	0,0000**
INTERACCIONES					
AB	38,8473	2	19,4237	5,54	0,0105*
AC	893,164	2	446,582	127,45	0,0000**
BC	389,076	1	389,076	111,04	0,0000**
ABC	577,153	2	288,577	82,36	0,0000**
ERROR	84,0934	24	3,50389		
TOTAL	2443,6	35			

Nota:* Diferencia significativa
*Nota**:* Diferencia altamente significativa

La tabla 17, muestra el análisis ANOVA para la cantidad de antioxidantes, notándose el factor A y el factor C, las interacciones dobles AC y BC, así como la interacción triple ABC presentan un efecto altamente significativo. La interacción AB presenta una diferencia estadística significativa.

Al existir diferencia estadística altamente significativa y significativa en los diferentes factores individuales e interacciones, se menciona que inciden en el contenido de antioxidantes. Por tanto, a continuación se aplica la prueba de múltiples rangos de Tukey.

Tabla 18

Pruebas de rangos ordenados de Tukey para el contenido de Antioxidante en las harinas instantáneas.

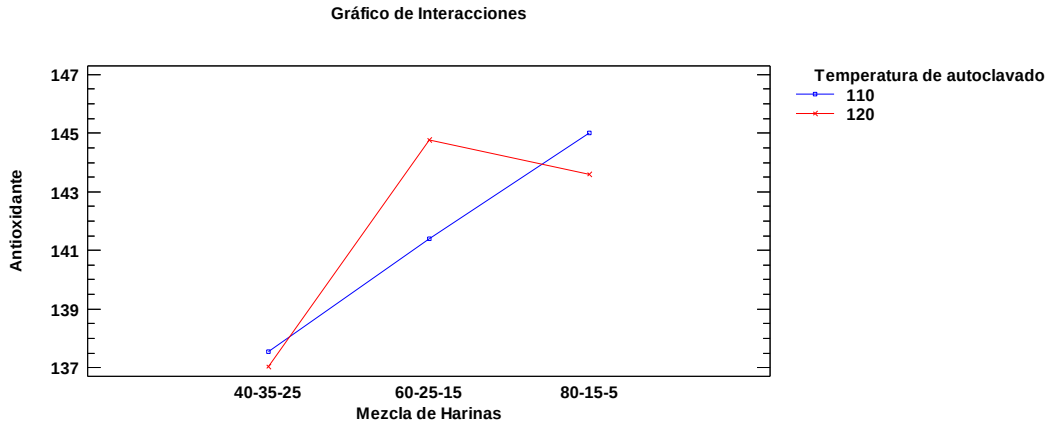
Tratamientos	Media	Grupos heterogéneos
T11	147,83	A
T9	146,12	A B
T7	145,45	A B
T5	142,67	B C
T8	142,18	B C
T6	140,33	C D
T10	140,17	C D
T12	139,23	D E
T3	138,77	E F
T1	137,12	F G
T4	136,88	F G
T2	135,04	G

Nota: Elaborado por Naranjo, Llumipanta, 2025

La tabla 18, presenta los rangos ordenados de Tukey para cantidad de antioxidantes, el análisis revela diferencias significativas entre tratamientos, identificándose como óptimo el tratamiento (T11), que corresponde a la mezcla de harinas 80% maíz morado, 15% camote morado y 5% cáscara de plátano verde, una temperatura de: 110°C y un tiempo de 10 min de autoclavado, el cual mostró valores superiores al resto con un promedio de 147,83 μmol ET/g de antioxidantes.

Figura 8

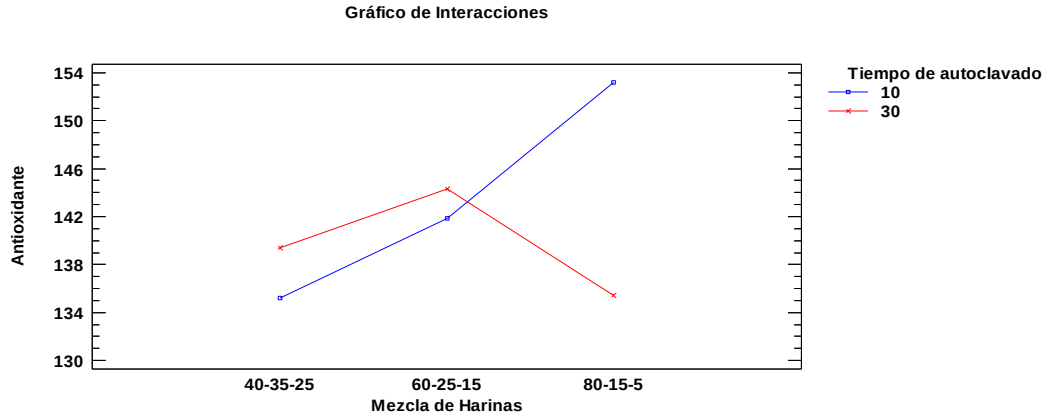
Gráfica de interacciones AxB para el contenido de antioxidantes



La figura 8, presenta la interacción AxB entre la temperatura de autoclavado y las mezclas de harinas, lo que evidencia que ambos factores influyen directamente al porcentaje de antioxidantes.

Figura 9

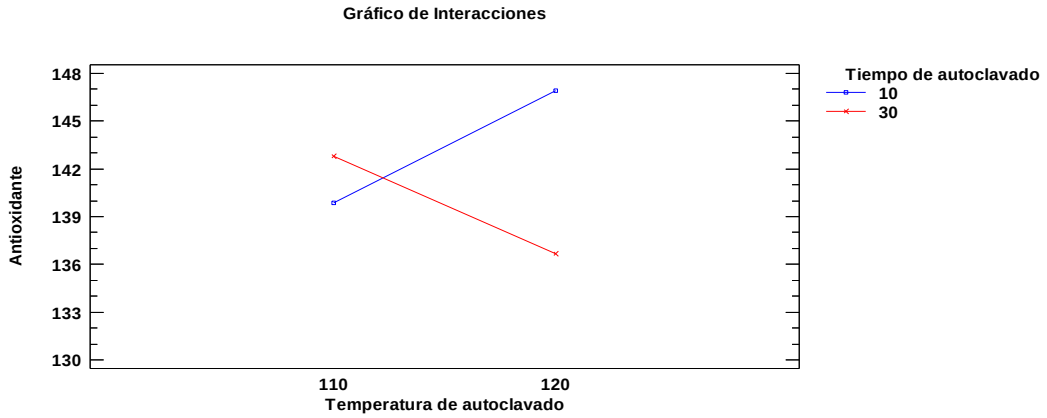
Gráfica de interacciones AxC para el contenido de antioxidantes



La figura 9, para el contenido de antioxidantes esta representada por la interacción AxC para las mezclas de harinas, evidenciando a tiempos cortos de autoclavado (10 minutos) el incremento de temperatura favorece la concentración de antioxidantes, mientras que a tiempos prolongados (30 minutos) el aumento de temperatura provoca una disminución marcada. Esto refleja que el efecto de la temperatura depende directamente del tiempo de tratamiento, influye al porcentaje de antioxidantes.

Figura 10

Gráfica de interacciones BxC para el contenido de antioxidantes



La figura 10, representa la interacción BxC que muestra cómo la temperatura y el tiempo de autoclavado influyen en la capacidad antioxidante. A un tiempo de 10 minutos el aumento de temperatura de 110 °C a 120 °C eleva la capacidad antioxidante. En cambio, a 30 minutos ocurre lo contrario: la actividad antioxidante disminuye al subir la temperatura, esto muestra que a tiempos cortos el calor potencia los antioxidantes, pero en tiempos largos un exceso de temperatura los degrada.

4.1.4. Análisis de la determinación de la Solubilidad

Tabla 19

Resultados de la determinación de la solubilidad en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio (%)
1	16,29	16,35	16,32	16,32
2	18,86	18,47	18,49	18,64
3	18,63	18,48	17,98	18,36
4	26,99	25,41	26,97	26,46
5	17,45	16,46	16,95	16,95
6	18,20	18,35	18,65	18,40
7	17,35	17,49	17,80	17,55
8	23,00	22,50	22,75	22,75
9	19,80	20,10	20,25	20,05
10	23,00	22,50	22,82	22,77
11	19,95	20,22	19,98	20,05
12	22,45	22,32	22,41	22,39

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

La tabla 19, muestra la solubilidad de las diferentes mezclas de harinas instantáneas, mostrando un rango promedio entre 16,32% a 26,46 %, correspondiente al mayor contenido de solubilidad al tratamiento T4 (40% harina de maíz morado, 35% harina de camote morado, 25% harina de cáscara de plátano verde), este valor es superior a lo reportado por Awol (2023) que reporta valores entre 7,96% a 11.95% para harina de teff-soja extruida. Cabe mencionar que el producto es soluble por lo reportado por otros autores en sus estudios parecidos.

4.1.5. Análisis de varianza ANOVA para solubilidad

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable de respuesta de Solubilidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
Factor A: Mezclas de harinas	32,373	2	16,1865	150,99	0,0000**
Factor B: Temperatura de autoclavado	49,5696	1	49,5696	462,40	0,0000**
Factor C: Tiempo de autoclavado	129,693	1	129,693	1209,81	0,0000**
INTERACCIONES					
AB	41,9109	2	20,9554	195,48	0,0000**
AC	11,708	2	5,85399	54,61	0,0000**
BC	22,4067	1	22,4067	209,01	0,0000**
ABC	13,1459	2	6,57294	61,31	0,0000**
ERROR	2,57284	24	0,107202		
TOTAL	303,38	35			

*Nota**:* Altamente significativa la diferencia.

La tabla 20, indica el ANOVA para la variable solubilidad, donde muestra que todos los factores en los niveles estudiados, así como las interacciones dobles y la triple, tienen una influencia altamente significativa en la solubilidad de las harinas instantáneas, ya que presentan un p-valor < 0.001.

Debido a lo señalado se procede a realizar un test de comparaciones de Tukey para identificar el tratamiento con mejor solubilidad.

Tabla 21

Pruebas de rangos ordenados de Tukey para la Solubilidad en las harinas instantáneas.

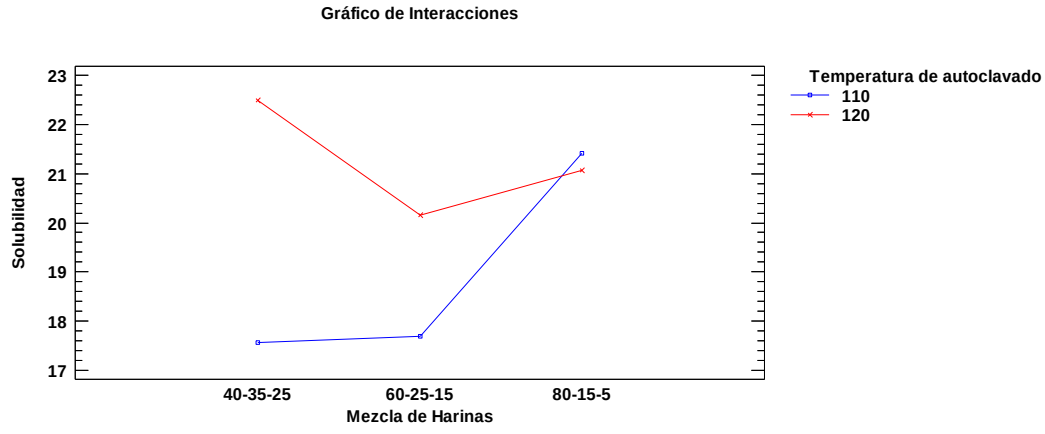
Tratamientos	Media	Grupos Heterogéneos
T4	22.76	A
T12	22.71	AB
T2	22.59	AB
T10	22.56	B
T9	21.42	BC
T11	21.06	C
T8	20.58	CD
T6	20.58	CD
T7	20.15	D
T3	19.89	DE
T1	17.35	E
T5	17.26	E

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025

La tabla 21 muestra los rangos ordenados de Tukey para solubilidad, obteniendo como tratamiento optimo el T4, correspondiente a la formulación 40% de maíz morado, 35% camote morado y 25% de cáscara de plátano verde, temperatura 120°C y tiempo de autoclavado de 30 min, el cual superó a los demás tratamientos con un valor medio de 22.76% solubilidad.

Figura 11

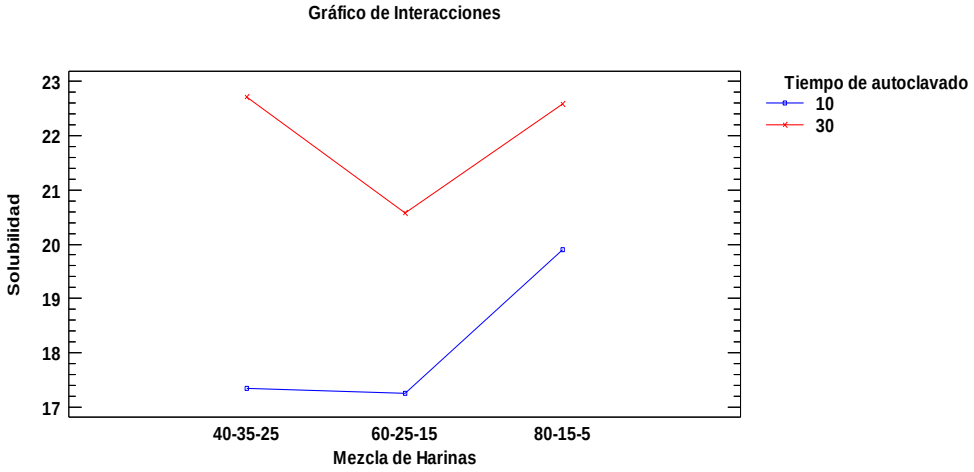
Gráfica de interacciones AxB para la solubilidad



La figura 11 indica la relación entre la Mezcla de harinas y la solubilidad del factor temperatura con sus dos niveles. Las mezclas 40%-35%-25% y 80%-15%-5% que corresponde a maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde a temperatura de 120°C presentan solubilidades superiores (22.5% y 21.1% respectivamente). Este patrón de interacción indica que la optimización del proceso de instantaneización no puede basarse únicamente en la maximización de la temperatura, sino que requiere una consideración integrada de la composición de la mezcla.

Figura 12

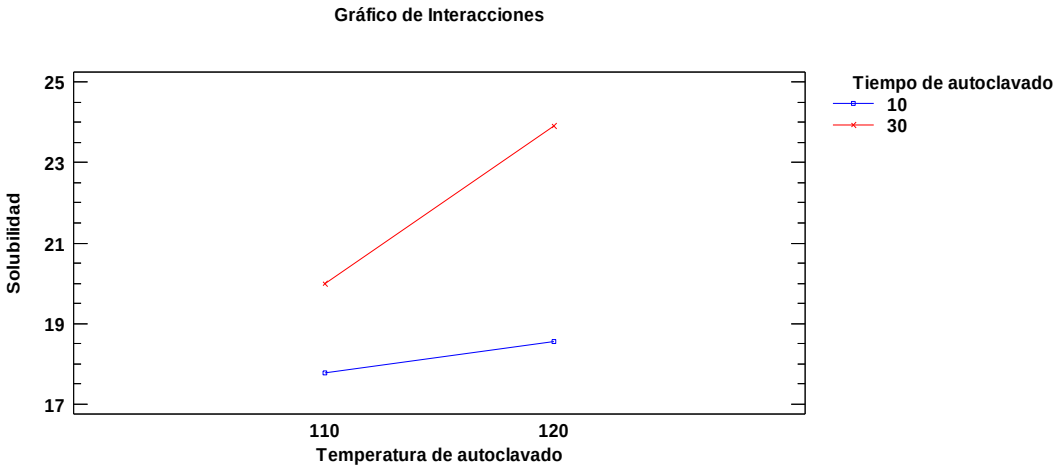
Gráfica de interacciones AxC para la solubilidad



La figura 12 indica la relación entre la Mezcla de harinas y la solubilidad del factor tiempo con sus dos niveles, con tiempos de autoclavado de 30 minutos, se observa un comportamiento antagónico donde todas las formulaciones experimentan un aumento significativo en la solubilidad, la convergencia de las mezclas extremas (40%-35%-25% y 80%-15%-5%) a tiempos prolongados sugiere que independientemente de su composición inicial, ambas formulaciones logran alcanzar un estado de modificación estructural similar que maximiza la solubilidad.

Figura 13

Gráfica de interacciones BxC para la solubilidad



La figura 13 muestra la temperatura y el tiempo y su relación con la capacidad de solubilidad, a un tiempo de 10 minutos, el incremento de temperatura de 110°C a 120°C produce un aumento en la solubilidad de 17.8% a 18.6%, evidenciando que a tiempos cortos la capacidad del sistema no aprovecha completamente el potencial térmico, a comparación del tiempo de autoclavado a 30 minutos, donde se observa que mientras que a 110°C la solubilidad alcanza 20.2%, el incremento a 120°C resulta en un salto significativo hasta 24.1%, que demuestra la naturaleza sinérgica de ambos parámetros.

4.1.6. Formulación de la bebida tipo colada instantánea

Tabla 22

Formulación de la bebida tipo colada instantánea a base de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde.

Formulación de la bebida tipo colada				
	Tratamiento 4		Tratamiento 11	
Ingredientes	Cantidad (g)	Cantidad (%)	Cantidad (g)	Cantidad (%)
Harinas (total 136g)				
Maíz morado	54,4	27,2	108,8	54,4
Camote Morado	47,6	23,8	20,4	10,2
Cáscara de plátano verde	34	17	6,8	3,4
Aditivos (total 64g)				
Goma Xantana	2	1	2	1
Cocoa	5	2,5	5	2,5
Leche en polvo	5	2,5	5	2,5
Canela en Polvo	2	1	2	1
Panela molida	50	25	50	25
Total	200	100	200	100

Nota: Elaborado por Naranjo, Llumipanta, 2025

En la tabla 22 se muestra la formulación para elaborar una bebida tipo colada instantánea de los dos mejores tratamientos (T4 y T11) para el tratamiento T4 corresponde: Harina de maíz morado 40%, harina de camote morado 35%, harina de cáscara de plátano verde 25% representando al 68% de la composición a las harinas instantáneas y el 32% a los aditivos como: Goma Xantana, Cocoa, Leche en polvo, Canela en polvo y Panela molida, de igual manera para el T11: Harina de maíz morado 80%, harina de camote morado 15%, harina de cáscara de plátano verde 5% representando al 68% de la composición a las harinas instantáneas y el 32% en aditivos como: goma xantana, cocoa, leche en polvo, canela en polvo y panela molida.

El uso de los aditivos se realizó mediante el CÓDEX como norma general para los aditivos alimentarios, *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-CODEX 192:2013.*

4.1.7. Determinación del grado de aceptabilidad de la bebida tipo colada a partir de las harinas instantáneas

- **Prueba del grado de aceptabilidad**

Para la determinación del grado de aceptabilidad de la bebida tipo colada a partir de las harinas instantáneas de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, se trabajó con una formulación para la elaboración de la bebida tipo colada instantánea con los dos mejores tratamientos arrojados en el análisis y con un panel de 30 catadores semi entrenados para evaluar los atributos: color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad registrando los siguientes valores.

1. **COLOR**

Tabla 23

Análisis de Varianza para Color en la colada instantánea

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	14,0167	1	14,0167	38,77	0,0000**
B: Catadores	18,75	29	0,646552	1,79	0,0616
ERROR	10,4833	29	0,361494		
TOTAL	43,25	59			

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025

La tabla 23 muestra el análisis de varianza ANOVA, la misma que muestra los resultados para el atributo Color, en una bebida tipo colada instantánea elaborada a base de una mezcla de harinas de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, indicando que presenta una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Dado que existen diferencias significativas, se empleó la prueba de Tukey.

Tabla 24

Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Color en la colada instantánea

Tratamientos	Media	Grupos Heterogéneos
T11	3,73	A
T4	2,76	B

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025

En la tabla 24, se muestran los rangos ordenados mediante la prueba de Tukey para los tratamientos evaluados, el tratamiento T11 con el mayor valor promedio registrado, presenta un valor de 3,73, que le corresponde a una valoración del color entre moderado e intenso, según la escala hedónica utilizada, este color rojo intenso es característico de la cantidad de antioxidantes presentes en las materias primas utilizadas.

2. OLOR

Tabla 25

Análisis de Varianza para Olor en la colada instantánea

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	7,35	1	7,35	19,12	0,0001**
B: Catadores	12,0833	29	0,416667	1,08	0,4151
ERROR	11,15	29	0,384483		
TOTAL	30,5833	59			

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

La tabla 25 presenta el análisis de varianza ANOVA, correspondiente al atributo Olor, en una bebida tipo colada instantánea elaborada a partir de una combinación de harinas de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, indicando que presenta una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Debido a que se evidenciaron que existen diferencias estadísticamente significativas, se procedió a realizar la prueba de Tukey.

Tabla 26

Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Olor en la colada instantánea

Tratamientos	Media	Grupos Heterogéneos
T4	3,43	A
T11	2,73	B

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025

En la tabla 26, se ilustran los rangos ordenados obtenidos mediante el análisis de Tukey para los tratamientos en estudio, el tratamiento T4 con el mayor valor

promedio registrado, presenta un valor de 3,43, que le corresponde a una valoración del color entre agradable y muy agradable, según la escala hedónica utilizada, este olor intenso es característico de la cantidad de antioxidantes presentes en las materias primas utilizadas.

3. SABOR

Tabla 27

Análisis de Varianza para Sabor en la colada instantánea

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	13,0667	1	13,0667	63,87	0,0000**
B: Catadores	35,0	29	1,2069	5,90	0,0000**
ERROR	5,93333	29	0,204598		
TOTAL	54,0	59			

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

La tabla 27 muestra el análisis de varianza ANOVA, la misma que muestra los resultados para el atributo Sabor, en una bebida tipo colada instantánea elaborada a base de una mezcla de harinas de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, indicando que presenta una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Dado que existen diferencias significativas, se empleó la prueba de Tukey.

Tabla 28

Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Sabor en la colada instantánea

Tratamientos	Media	Grupos Heterogéneos
T11	3,46	A
T4	2,53	B

Nota: Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025

En la tabla 28, se presenta los rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en estudio, destacando el tratamiento T11 con el mayor valor promedio registrado, se obtuvo un valor de 3,46, lo que indica que la percepción del sabor se sitúa entre bueno y muy bueno según la escala hedónica utilizada, este sabor dulce es

característico de la cantidad de antioxidantes presentes en las materias primas utilizadas.

4. CONSISTENCIA

Tabla 29

Análisis de varianza para Consistencia en la colada instantánea

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	15,0	1	15,0	72,50	0,0000**
B: Catadores	10,3333	29	0,356322	1,72	0,0746
ERROR	6,0	29	0,206897		
TOTAL	31,3333	59			

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 29 se presentan los resultados del análisis de varianza ANOVA correspondientes a la consistencia de una bebida tipo colada instantánea, elaborada a partir de una mezcla de harinas de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, mostrando que existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Dado que existen diferencias significativas, se empleó la prueba de Tukey.

Tabla 30

Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Consistencia en la colada instantánea

Tratamientos	**Media**	**Grupos Heterogéneos**
T11	3,17	A
T4	2,17	B

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 30, se presenta los rangos ordenados de Tukey para los tratamientos en estudio, se aprecia que el tratamiento T11 con un valor promedio registrado, presenta un valor de 3,17 que le corresponde a una valoración de la consistencia de "semi diluido" según la escala hedónica.

5. ACEPTABILIDAD

Tabla 31

Análisis de varianza para Aceptabilidad en la colada instantánea

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	18,15	1	18,15	121,00	0,0000**
B: Catadores	16,75	29	0,577586	3,85	0,0003
ERROR	4,35	29	0,15		
TOTAL	39,25	59			

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 31, se indica los resultados de análisis de varianza ANOVA, la misma que muestra los resultados para el atributo aceptabilidad en una bebida tipo colada instantánea elaborada a base de una mezcla de harinas de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, indicando que presenta una diferencia significativa en los tratamientos.

Dado que existen diferencias significativas, se empleó la prueba de Tukey.

Tabla 32

Pruebas de rangos Ordenados de Tukey para Aceptabilidad en la colada instantánea

Tratamientos	**Media**	**Grupos Heterogéneos**
T11	3,8	A
T4	2,7	B

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 32 se muestran los rangos ordenados según la prueba de Tukey para los tratamientos analizados. Se observa que el tratamiento T11 obtuvo el valor promedio más alto, 3,8, lo que indica una aceptación situada entre "bueno" y "muy bueno", resultado que se relaciona con la alta valoración que recibió la bebida en los demás atributos evaluados.

En la bebida tipo colada instantánea, se aprecia que el T11 que corresponde: harina de maíz morado 80%, harina de camote morado 15% y harina de cáscara de plátano verde 5% que representa al 68% de la composición de la formulación y el 32% más en aditivos, de las cinco características organolépticas evaluadas posee cuatro características favorables a diferencia del tratamiento T4 que solo sobresale en el atributo olor, lo que demuestra que el T11 obtuvo una mejor aceptación por parte de los catadores según la escala citada por Wittig (2001) modificado.

4.1.8. Análisis de costos

Tabla 33

Resultado de costo de producción de harina de maíz morado

Cantidad procesada			**10 lb**	
Materia prima / Reactivos	**Cantidad**	**Precio total $**	**Cantidad utilizada**	**Precio por unidad $**
Maíz morado	10 lb	5	10 lb	5
Hipoclorito	500 ml	0,75	1 ml	0,0015
Costo de producción total				5,0015
Harina de maíz morado			**8, 06 lb**	
Rendimiento			**80,6%**	

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

Tabla 34

Resultado de costo de producción de harina de camote morado

Cantidad procesada			**20,9 lb**	
Materia prima / Reactivos	**Cantidad**	**Precio por unidad $**	**Cantidad utilizada**	**Precio por unidad $**
Camote morado	20,9 lb	5,00	18 lb	4,32
Hipoclorito	500 ml	0,75	0,95ml	0,0014
Ácido ascórbico	120 g	0,48	14,98 gr	0,059
Costo de producción total				4,38
Harina de camote morado			**7,49 lb**	
Rendimiento			**35,8%**	

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

Tabla 35

Resultado de costo de producción de harina de cáscara de plátano verde

Cantidad procesada			**13,73 lb**	
Materia prima / Reactivos	**Cantidad**	**Precio por unidad $**	**Cantidad utilizada**	**Precio por unidad total $**
Cáscara de plátano verde	13,73 lb	2,00	13,73 lb	2,00
Hipoclorito	500 ml	0,75	1,1 ml	0,0016
Ácido ascórbico	120 g	0,48	9,73 g	0,0389
Metabisulfito	120 g	1,74	7,79 g	0,1129
Costo de producción total				2,15
Harina de cáscara de plátano verde			**2,95 lb**	
Rendimiento			**21,5%**	

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

Tabla 36

Análisis de costo/beneficio de la harina instantánea a base de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde.

Insumos	**Cantidad**	**Costo total**	**Cantidad para T4**	**Costo para T4**	**Cantidad para T11**	**Costo para T11**
Harina de maíz morado	3659,24	5,00	400	0,55	800	1,09
Harina de camote morado	3400,46	4,38	350	0,45	150	0,19
Harina de cáscara de plátano verde	1339,3	2,15	250	0,40	50	0,08
Goma xantana	60	1,00	10	0,17	10	0,17
Cocoa	140	1,00	25	0,18	25	0,18
Leche en polvo	90	1,00	25	0,28	25	0,28
Canela en polvo	50	0,75	10	0,15	10	0,15
Panela molida	1000	1,00	250	0,25	250	0,25
Envases (fundas herméticas)	50	12,00	10	2,40	10	2,40
Etiquetas	50	10,00	10	2,00	10	2,00
Total (CD)				**6,82**		**6,79**

Costos indirectos (CI)		
Depreciación de equipos 5%	0,34	0,34
Energía y gas 5%	0,34	0,34
Mano de obra 10%	0,68	0,68
Total	**1,36**	**1,36**
Costo total CD +CI	**8,19**	**8,15**

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

Costo beneficio		
	T4	**T11**
Producto terminado (g)	1320	1320
Costo unitario (200g)	1,24	1,23
Costo/g	0,006	0,006
Utilidad (20%)	0,25	0,25
PVP/200g	1,49	1,48
PVP/g	0,007	0,007
Ingreso total (PVP/g*PT)	9,82	9,79
Costo/beneficio (IT/CT)	1,20	1,20

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 36, se presenta el análisis de los costos directos e indirectos involucrados en la producción de 1320 g de harina instantánea a base de maíz, camote morados y cáscara de plátano verde para los tratamientos T4 y T11. El costo total de producción fue de 8,19 USD para T4 y 8,15 USD para T11, la estabilidad en los costos refleja la rentabilidad y sostenibilidad del proceso, lo que convierte a la harina instantánea en una alternativa innovadora y competitiva para el mercado.

El análisis de la relación costo/beneficio para los tratamientos T4 y T11 se realizó considerando un rendimiento constante de 1320 gramos de producto terminado, permitiendo una comparación equitativa entre ambas formulaciones. El costo unitario por porción de 200 g fue ligeramente mayor en el tratamiento T4 (1,24 USD) frente al tratamiento T11 (1,23 USD), debido al mayor uso de insumos como la harina de camote. El precio de venta propuesto con un margen de utilidad del 20% fue de 1,49 USD para el tratamiento T4 y 1,48 USD para el tratamiento T11. En términos de ingreso total, el tratamiento T4 generó 9,82 USD y tratamiento T11: 9,79 USD. La relación costo/beneficio fue de 1,20 para el tratamiento T4 y 1,20 para el tratamiento T11, lo que indica que los dos tratamientos son económicamente viables.

4.2.Comprobación de hipótesis

En el desarrollo de esta investigación se establecieron las hipótesis que se presentan a continuación.

Hipótesis Nula

H_o: Las mezclas de harinas de: maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, así como la temperatura y el tiempo de autoclavado no influyen en el contenido de antioxidantes y la solubilidad de las harinas instantáneas.

$$H_o = T_1 = T_2 = T_3 = \ldots T_n$$

Hipótesis Alterna

H_a: Las mezclas de harinas de: maíz, camote morados y cáscara de plátano verde, así como la temperatura y el tiempo de autoclavado si influyen en el contenido de antioxidantes y la solubilidad de las harinas instantáneas.

$$H_a = T1 \neq T2 \neq T3 \neq \ldots T_n$$

Para verificar la hipótesis, se llevó a cabo una comparación entre los valores de F calculados en ANOVA y los valores de F de la tabla de Fisher. Si el valor calculado de F supera al valor tabulado de F, se descarta (H_o) y se acepta (H_a) con un nivel de confianza del 95%.

4.2.1. Comprobación de hipótesis para la cantidad de antioxidantes

Tabla 37

Comparación de los valores F en el contenido de Antioxidantes

Factores	Antioxidantes	
	Valor -F calculado	Valor -F tabulado
A: Mezclas de Harinas	48,05	3,40
B: Temperatura de autoclavado	0,59	4,26
C: Tiempo de autoclavado	34,96	4,26
INTERACCIONES		
AB	5,54	3,40
AC	127,45	3,40
BC	111,04	4,26
ABC	82,36	3,40

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 37, se presenta los valores de F calculados vs las F tabulados a un nivel de confianza del 95%, notándose que todos los valores de F calculados son mayores a los valores de F tabulados de Fisher, tanto de los factores individuales, (excepto del factor B), así como de las interacciones dobles y triple, comprobando que existe diferencia estadística significativa en los dos factores y sus interacciones para la cantidad de antioxidantes, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.2.2. Comprobación de la hipótesis para la solubilidad

Tabla 38

Comparación de los valores F para la Solubilidad

Factores	Solubilidad	
	Valor -F calculado	Valor -F tabulado
A: Mezclas de Harinas	150,99	3,40
B: Temperatura de autoclavado	462,40	4,26
C: Tiempo de autoclavado	1209,81	4,26
INTERACCIONES		
AB	195,48	3,40
AC	54,61	3,40
BC	209,01	4,26
ABC	61,31	3,40

Nota. Elaborado por Naranjo y Llumipanta, 2025.

En la tabla 38, se presenta los valores de F calculados vs las F tabulados a un nivel de confianza del 95%, notándose que todos los valores de F calculados son mayores a los valores de F tabulados de Fisher, tanto de los factores individuales, así como de las interacciones dobles y triple, comprobando que existe diferencia estadística significativa en los dos factores y sus interacciones para la cantidad de solubilidad, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Esto demuestra que los tratamientos presentan variaciones en el contenido de Antioxidantes y en el porcentaje de Solubilidad con los factores de estudio, resultando ser los mejores tratamientos: el tratamiento T11 rico en antioxidantes correspondiente a la mezcla: Harina de maíz morado 80%, harina de camote morado 15% y harina de cáscara de plátano verde 5% con una temperatura de 120°C y un tiempo de 10 minutos de autoclavado, y el tratamiento T4 con un alto porcentaje de solubilidad correspondiente a la mezcla: Harina de maíz morado 40%, harina de camote morado 35%, harina de cáscara de plátano verde 25% con una temperatura de 120°C y un tiempo prologando de 30 minutos de autoclavado.

CAPÍTULO V

5.1.CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en este estudio se puede manifestar las siguientes principales conclusiones:

- El análisis bromatológico de las harinas de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde mostró valores similares a los reportados en bibliografía. La harina de maíz morado presentó el mayor contenido proteico (8,55 %) y un nivel relevante de antioxidantes (146,13 µmol ET/g). El camote morado destacó por su elevada solubilidad (35,67 %), lo que lo transforman en un ingrediente especialmente adecuado para desarrollar mezclas instantáneas. La cáscara de plátano verde presentó 7,32 % de proteínas y un aporte elevado de antioxidantes (187,46 µmol ET/g), lo que valida su aprovechamiento como subproducto funcional. En conjunto, estas materias primas demostraron perfiles nutritivos complementarios que aportan proteínas, fibra y compuestos bioactivos.
- La combinación más favorable para potenciar el contenido de antioxidantes se obtuvo en el tratamiento T11 con el 80% maíz morado, 15% camote morado y 5% cáscara de plátano verde, sometida a una temperatura 20 °C durante 10 minutos de autoclavado, alcanzando un valor de 147,83 µmol ET/g en antioxidantes. Mientras que el mayor porcentaje de solubilidad se obtuvo en el tratamiento (T4), con 40% de maíz morado, 35% de camote morado y 25% de cáscara de plátano verde, sometida a una temperatura 120 °C durante 30 minutos de autoclavado se registró la mayor solubilidad con un valor de (26,46%). Estas condiciones no solo permiten optimizar los beneficios funcionales de las harinas, sino que también minimizan la pérdida de compuestos bioactivos sensibles al calor.
- Se elaboró una bebida tipo colada a partir de los mejores tratamientos, T4 y T11, logrando un producto rico en antioxidantes y solubilidad. Ambas formulaciones incorporaron ingredientes como goma xantana, leche en polvo y panela, lo que permitió obtener una textura uniforme, buena solubilidad y un sabor agradable al consumidor. La colada instantánea

resultó una bebida deliciosa, de fácil preparación, contribuye a la prevención de enfermedades crónicas debido a su alto contenido de antioxidantes, constituyéndose en una opción saludable, práctica y deliciosa para el consumo diario de la población.

- Las pruebas de aceptabilidad sensorial realizadas con un panel de catación semi-entrenado evidenciaron que ambas formulaciones obtuvieron una valoración positiva; sin embargo, se presentaron ciertas diferencias en los atributos evaluados. El tratamiento T11, con mayor proporción de maíz morado fue el mejor calificado en color, sabor, consistencia y aceptabilidad, lo que confirma la relevancia de este ingrediente en la percepción y preferencia del consumidor. Por su parte, el tratamiento T4 sobresalió principalmente en el atributo de olor, mostrando un perfil aromático más destacado, aunque con menor puntuación en los demás atributos, lo que sugiere que este tratamiento puede ser mejorado para alcanzar un equilibrio sensorial más completo y atractivo para el consumidor.
- El análisis de la relación costo/beneficio de los tratamientos T4 y T11 mostraron un valor de 1,20, lo que refleja que son económicamente viables, ya que por cada dólar invertido se tiene un beneficio de 20 centavos de dólar. A pesar de pequeñas diferencias en el costo unitario y el ingreso total de los tratamientos, la rentabilidad se mantiene estable en ambos casos, confirmando que la producción de harinas instantáneas a base de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde representa una alternativa competitiva y con potencial de introducción en el mercado alimentario.
- El estudio confirmó que el proceso de autoclavado ejerce un efecto determinante en las propiedades nutricionales y funcionales de las mezclas de harinas instantáneas elaboradas con maíz morado, camote morado y cáscara de plátano verde, se evidenció que, al optimizar la temperatura, el tiempo y la proporción de las mezclas, es posible obtener productos con alto contenido de antioxidantes, buena solubilidad y elevada aceptabilidad sensorial.

5.2.RECOMENDACIONES

Luego de realizar el presente trabajo de investigación se puede mencionar las siguientes recomendaciones principales:

- Para futuros trabajos de investigación se recomienda utilizar mayores porcentajes de harina de cáscara de plátano verde.
- Para trabajos de investigación posteriores, sería conveniente incluir la evaluación de otros factores de estudio: El diámetro de la partícula, la precocción a fuego directo, temperaturas y tiempo de hervor.
- Se sugiere impulsar que transformen los residuos en oportunidades, como el aprovechamiento de la cáscara de plátano para mejorar la nutrición. Iniciativas de este tipo promueven una relación más responsable con el entorno y reflejan los valores de la economía circular, generando mayor interés y respaldo institucional.
- Impulsar el aprovechamiento de residuos como la cáscara de plátano permite transformar desechos en oportunidades para mejorar la nutrición y cuidar el entorno, estas propuestas basadas en la economía circular promueven un desarrollo más sostenible.
- Se recomienda aplicar tecnologías como la liofilización, la extrusión y uso de microondas para obtener harinas instantáneas, enfocadas a conservar los antioxidantes y mejorar la solubilidad, esto facilitaría el desarrollo de alimentos funcionales con mayor valor nutricional e innovación tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, B. (2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena*. (Bachelor's thesis). Obtenido de http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20080.

Almeida, F. (2024). *Estudios de mermas en la cosecha de plátano barraganete, con el uso de fundas tratada.* UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI. Obtenido de https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6377

Álvarez, J. (2020). Efecto del autoclavado en la calidad y seguridad de las harinas instantáneas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 52*(2), 1-12. doi:http://hdl.handle.net/20.500.12894/1296

Apace, B. (2022). *Efecto del germinado en la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del grano del maíz morado (Zea mayz L.).* UNH. Obtenido de https://repositorio.unh.edu.pe/items/8d5368b2-fadc-433f-8373-c27059cdc6f3.

Araya, Q., & Morales, A. (2014). Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto. (9), 50-60. doi:https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166714007.pdf

Armijos, H. (2023). *Diseño de un proceso industrial para la obtención de un plástico biodegradable a partir de la cáscara de banano (Musa paradisiaca) para la empresa ROLDEG SA ECUADOR.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/20364.

Armijos, R., & Villacrés, E. (2020). Evaluación físico-química y funcional de. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 21*(2). doi:https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5735/1/Publicacion%20camote%20Revista.pdf

Arredondo, T. (2025). Harinas instantáneas: ingrediente versátil para una alimentación rápida y nutritiva. *Digital Ciencia@ UAQRO, 18*(1), 55-66. doi:https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/11622

Awol, S. (26 de Noviembre de 2023). *Measurement: Food.* doi:https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2023.100120

Barrios, A. (2023). *Elaboración de harina de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca cv. ´´Curaré Enano´´) y su revalorización en salchicha tipo bratwurst y pan integral.* Obtenido de https://es.scribd.com/document/818856939/AGI-Elaboracion-de-Harina-de-Cascara-de-Platano-Verde

Basurto, C. (2024). *Rendimiento del chifle de plátano producido, en relación al tipo de plátano utilizado.* UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI. Obtenido de https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7236

Benavides, A. (2011). *El camote valor nutricional y sus usos en la repostería*. Universidad Técnica del Norte. Obtenido de https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1219

Benítez, M. (2020). Aromas instantáneos nutracéuticos: una oportunidad para la industria alimentaria. *Revista de la Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos, 30*(1), 12-20. doi:https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/90

Blasco-López, G. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). *Rev. Med. UV.*, 23-24. doi:https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61315.

Cadena, F. (2024). Actividad biológica de maíz (Zea mays) de color mejorado cultivado en el sur de Sonora. *Agronomía Mesoamericana, 35*(1). doi:https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v35n1/2215-3608-am-35-01-55615.pdf

Caiza, I. (2021). *Obtención de una biopelícula a partir del pericarpio de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) y plátano verde (Musa paradisiaca) para el recubrimiento de alimentos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/16796

Calderón, G. (2021). Principios metodológicos fundamentales para las mezclas alimenticias instantáneas con harina de haba, quinoa y maíz. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 6*(5), 1128-1154. doi:https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016908

Campos, J. X., & Hernández, A. (2018). *Elaboración de sazonador a base de harina de camote (de la variedad Ipomoea batatas INIA 100 color naranja intenso), mediante la utilización del método de deshidratación solar como técnica de conservación, en el periodo comprendido entre abril-octubre de*. (Doctoral dissertation). Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7015/1/241460.pdf

Campos, T. (2024). *Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de Maíz Morado (Zea mays L) en Condiciones del Distrito de Paucartambo Pasco 2022.* UNDAC. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4966.

Carbajal, G., & Huamancondor, S. (2017). *Influencia de la extrusión en las características fisicoquímicas y evaluación de aceptabilidad de un snack a base de kiwicha (Amaranthus Caudatus)y harina de camote (Ipomoea batatas)*. UNIVERSIDAD

NACIONAL DEL SANTA. Obtenido de https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2783/42904.pdf;jsessionid=6E352F3F17D84D02AED7A6D06AE27CF7?sequence=1

Castañeda, R. (2022). Caracterización nutricional y antioxidante del maíz morado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13*(3), 631-642. doi:https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.3066

Cedeño, J. (2022). Fertilización con magnesio en plátano 'Barraganete'(Musa AAB) Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 35*(1), 8-19. doi:https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01

Cedillo, J. (2025). *Análisis de la composición química y degradabilidad in situ de banano barraganete (Musa paradisiaca Linn) como alimento alternativo en ovinos.* Universidad de Cuenca. Obtenido de https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/46735

Cerro, R. (2021). Antocianinas en corontas y extractos de maíz morado (Zea Mays L)"INIA 615" conservados en anaquel. *Revista de la Sociedad Química del Perú, 87*(3), 217-227. doi:https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i3.349

Cevallos, J. (2023). Variación en las características de composición química de tres cultivares de camote (Ipomoea batatas, L.): Variation in the chemical composition characteristics of three sweetpotato cultivars (Ipomoea batatas, L.). *Maestro y Sociedad, 20*(2), 367-376. doi:http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1557

Chamba, M. (2023). *Determinación de componentes fenólicos y antioxidantes en harina de camote morado (Ipomeas batatas) y mashua (Tropaeolum tuberosum).* [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37937

Colque, V. (2024). Efecto de las épocas de siembra sobre las características agronómicas de maíz morado (Zea mays l.) durante el verano 2020/2021. *Memoria III Encuentro Internacional de Docentes Investigadores*, 19-19. doi:https://revistas.usfx.bo/index.php/meidi/article/view/1152

Coral, V. (2017). *Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz Zea mays L. en la zona media de la parroquia Malchinguí, Quito*. Uniroja. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8155263

Cruzado, L. (2021). *Efecto de la granulometría sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de snacks a base de harina de cáscara de plátano verde para dos tratamientos*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de https://hdl.handle.net/11537/28695

De Albuquerque, T. (2019). Sweet potato roots: unrevealing an old food as a source of health promoting bioactive compounds- A review. *Trends in Food Science and Technology, 85*, 277-286. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.006

De los Reyes, A. (2013). *Evaluación de variedades pigmentadas de maíz para la producción de atole*. Maestría Tecnológica, especialista en Agroindustria. Obtenido de http://hdl.handle.net/10521/2003

Díaz, A. (2021). *Elaboración y caracterización fisicomecánica de una película biodegradable utilizando harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca L.)*. (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021). Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9106d7c1-c7e5-462a-b21e-de9caca0b56a/content

Diniz, T. (2014). Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. *RECIA, 6*, 194-212. doi:https://doi.org/10.24188/recia.v6.n1.2014.260

Erazo, H. (2021). *Formulación y caracterización de una biopelícula a partir de almidón de maíz morado (Zea mays L.) para el embalaje de alimentos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/16802

Figueroa, T. (2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (Zea mays L.) en la comuna Sancán, Ecuador. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 6*(2), 101-116. doi:https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.631

Flores, N. (2022). Microorganismos eficientes en la producción del maíz morado (Zea mays L). *Micaela Revista de Investigación-UNAMBA, 3*(1), 39-44. doi:https://doi.org/https://doi.org/10.57166/micaela.v3.n1.2022.76

Galicia, J. (2022). *Manejo y gestión del agua de riego en la región sureste del estado de Morelos: un análisis en el ejido de Tepalcingo*. UAEM. Obtenido de http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2651

García, M. (2020). Autoclavado a vapor: una revisión de la literatura. *Revista de la Sociedad Chilena de Microbiología, 32*(2), 123-132. doi:https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0716-9760&lng=es&nrm=iso

Gómez, M. (2022). Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias del maíz morado. *Food Chemistry, 368*, 130-137. doi:https://repositorio.inia.gob.pe/items/a7499556-7264-429b-968c-a3e42f0caf89

González, G. (2021). *Evaluación nutricional de galletas integrales a base de quinua (chenopodium quinoa willd), camote amarillo (Ipomoea batatas) y arazá (Eugenia stipitata)*. (Doctoral dissertation, Universidad Agraria del Ecuador). Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20NAULA%20ELIZABETH%20STEFANIA.pdf

Gualoto, A. (2021). *Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15542

Hernández, A. (2022). Desarrollo de aromas instantáneos nutracéuticos: una revisión de la literatura. *Revista de la Sociedad Mexicana de Nutrición, 13*(2), 123-135. doi:https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/702

Hernández, G., & Guzmán, H. (2021). Características fisicoquímicas, propiedades nutricionales, compuestos fitoquímicos y actividad antoxidante de variedades de comate (Ipomoea batatas L.Lam) cultivadas en milpas del estado de Yucatán. Obtenido de https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4387/1/Repositorio_Harumi.pdf

Hernández, J., & Gómez, M. (2021). Evaluación de la calidad nutricional y antioxidante del maíz morado. *Jornal of Food Science, 86*(5). doi:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.15834

Hernández, M. (2019). Evaluación del contenido de antioxidantes en harinas instantáneas de maíz y camote. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, 50*(1), 1-10. doi:https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/aci/article/view/1039

Huilcapi, I. (2015). *"Incidencia de la harina de camote "ipomeas batatas" en la elaboración de un producto de panificación"*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10447

Huzco, L. (2023). *Factores asociados al uso de plantas medicinales en pacientes apendicectomizados en Pasco, Perú*. UNDAC. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3737

IAOM, A. I. (2020). *Guía de prácticas recomendadas para el procesamiento de harinas*. ESPAM. Obtenido de http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/389

INIA, I. N. (2020). *Guía de buenas prácticas para la producción de harinas*. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12955/1375

Intriago, N. (2025). Evaluación Fisicoquímica y Capacidad Antioxidante del Camote Variedad INIAP-Toquecita Tratado Térmicamente. *Ciencia Latina Revista*

Científica Multidisciplinar, 9(3), 6476-6488. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18280

Izurraga, C. (2021). *Caracterización fitoquímica, cuantificación de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidantes del extracto etanólico de las hojas de Ipomoea batatas (camote).* Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.13028/3485

Lardizabal, R. (2017). *The banana growing*. Infoagro. Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5515

León, C. (2024). *Comparativo del contenido de antocianinas de tres tratamientos, en coronta y bráctea de maíz morado variedad, Inia 601 (Zea mays L.).* Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7741

López, C. (2013). *Conceptos básicos de producción*. Gestiopolis, Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://www.gestiopolis.com/conceptos-basicos-produccion.

López, J., & Gómez, M. (2021). Actividad antioxidante y antiinflamatoria del maíz morado. *Food Chemistry, 359*, 129-137. doi:https://repositorio.inia.gob.pe/items/a7499556-7264-429b-968c-a3e42f0caf89.

Luna, M. (2014). *Tratamientos finales de conservación.* INAV0109. IC Editorial. Obtenido de https://krakowczyta.pl/6219830/Tratamientos+finales+de+conservaci%C3%B3n.+INAV0109.

Medina, A. (2020). Cultivo de maíz morado (Zea mays L.) en zona alltoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia*. doi:https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01

Mex, J., & Garma, M. (2016). Análisis proximal y fitoquímico de cinco variedades de maíz del estado de Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 12*(2), 74-80. doi:https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/254

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, M. (2020). *Informe de la producción agrícola en Ecuador.* Agricultura EC. Obtenido de https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/panorama-agroestadistico/2020-panorama-agroestadistico

Mondragón, J., & Serna, J. (2018). Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano Dominico hartón. doi:http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018003

Morales, S. (2015). El plátano verde en la matriz productiva de la zona 8 de Ecuador. *Yachana Revista Científica, 148*. doi:https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v.n.2015.148

Orosco, R. (2022). *Determinación de los parámetros de calidad del chifle según la edad del plátano (musa paradisiaca).* El Carmen–Manabí (Doctoral dissertation). Obtenido de https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5196

Paz, R. (2013). Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador. *Yachana Revista Científica, 2*(2). doi:https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v2.n2.2013.47

Pérez, I. (2022). *Efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades panarias de la harina de boniato.* (Doctoral dissertation, Universidad de La Habana). Obtenido de https://accesoabierto.uh.cu/files/original/2131453/Isela_Carballo_Perez_ [03-03-2022].pdf

Rabanal, M. (2021). Evaluación del rendimiento, características morfológicas y químicas de variedades del maíz morado (Zea mays L.) en la región Cajamarca-Perú. *Terra Latinoamericana, 39*. doi:https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.829

Reyes, J. (2021). Efecto del autoclavado en la solubilidad de harinas instantáneas de plátano verde. *Revista de la Facultad de Ingeniería Química, 45*(2), 1-12. doi:https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2060

Ríos, L. (2021). *Diseño de un proceso para la obtención de tres tipos de snacks a partir de plátano verde (Musa paradisiaca) para el gobierno autónomo descentralizado municipal intercultural y plurinacional del cantón arajuno provincia de Pastaza.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/16924

Rodríguez, J. (2022). Evaluación de la eficacia y seguridad del autoclavado en la esterilización de materiales. *Revista de la Sociedad Colombiana de Microbiología, 44*(1), 45-53. doi:https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/5637

Sampaio, K. (2022). Sweet Potato New Varieties Screening Based on Morphology, Pulp Color, Proximal Composition, and Total Dietary Fiber Content via Factor Analysis and Principal Component Analysis. *Journal of Food Science, 87*(6), 2517–2531. doi:https://doi.org/10.1111/1750-3841.16181

Sandoval, E. (2024). Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. *Investigación e Innovación en Ingeniería, 12*(1), 45-54. doi:https://doi.org/https://doi.org/10.17081/invinno.12.1.6573

Sani, J. (2023). *Caracterización fisico-químico de la biomasa de cáscara de plátano de la variedad musa paradisiaca cavendish-musaceae como alternativa alimenticia en piensos para alimentacion animal.* Universidad Técnica del Norte. Obtenido de https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14097/2/03%20EIA%20591%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Saucedo, A. (2025). El Compuestos químicos funcionales en el maíz morado (Zea mays): una revisión bibliográficaCompuestos químicos funcionales en maíz morado (Zea mays): una revisión de la literatura. *Acta Botánica Mexicana*, 20. doi:https://doi.org/10.21829/abm132.2025.2439

Silva, N. (2022). Calidad poscosecha de dos cultivares de camote sometidos a diferentes edades de cosecha. *Horticultura Brasileira, 40*, 214-220. doi:https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20220211

Tapia, C. (2017). Caracterización morfológica de la diversidad de razas de Zea mays en la Sierra norte de Ecuador. *La Técnica*, 6-17. doi:http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4856

Tapia, B. (2013). *"Introducción del camote (ipomoea batata lam.) en nuevas y diferentes presentaciones".* Universidad técnica del norte. Obtenido de https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3500

Techeira, N., & Sívoli, P. (03 de Marzo de 2014). Caracterización físicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes. *Interciencia, 39*(3), 191-197. doi:https://www.redalyc.org/pdf/339/33930206009.pdf

Tomalá, A. (2023). *Evaluación fisicoquímica y organoléptica de la aplicación de la harina de camote morado (Ipomoea batata L.) en productos pasteleros en la ciudad de Guayaquil.* [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/71139

Trelles, D. (2021). *Optimizacion de la capacidad antioxidante de un producto extruido a base de camote y uva red globe mediante el diseño de mezclas.* UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/35b003e5-8c58-4d54-9826-95c425037a7f/content

Vázquez, C. (2020). Esterilización de material en autoclave: métodos y consideraciones. *Revista de la Sociedad Española de Microbiología, 43*(2), 123-135. doi:https://revistasanitariadeinvestigacion.com/esterilizacion-de-material-en-autoclave-metodos-y-consideraciones

Vázquez, C., & Hernández, L. (2023). Producción de Harina de Camote y su uso en Pan de caja. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 8*(1), 1-6. doi:https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.5

Velasco, P. (2023). *Salchicha vegetariana adicionada de compuestos bioactivos encapsulados*. UNICACH. Obtenido de https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4963

Villena, A. (2022). *Evaluación de dos sistemas de fritura en la obtención de Chips de Camote (Ipomoea batatas L.) Variedad*. UCE. Obtenido de https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/73526caa-f124-4e9a-a813-a222cf1b8c0c/content

Wang, S. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. *Food Research International, 89*, 90-116. doi:https://www.researchgate.net/publication/307614974_Chemical_constituents_and_health_effects_of_sweet_potato

Wittig, H. (2001). *Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano Dominico hartón*. doi:http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018003

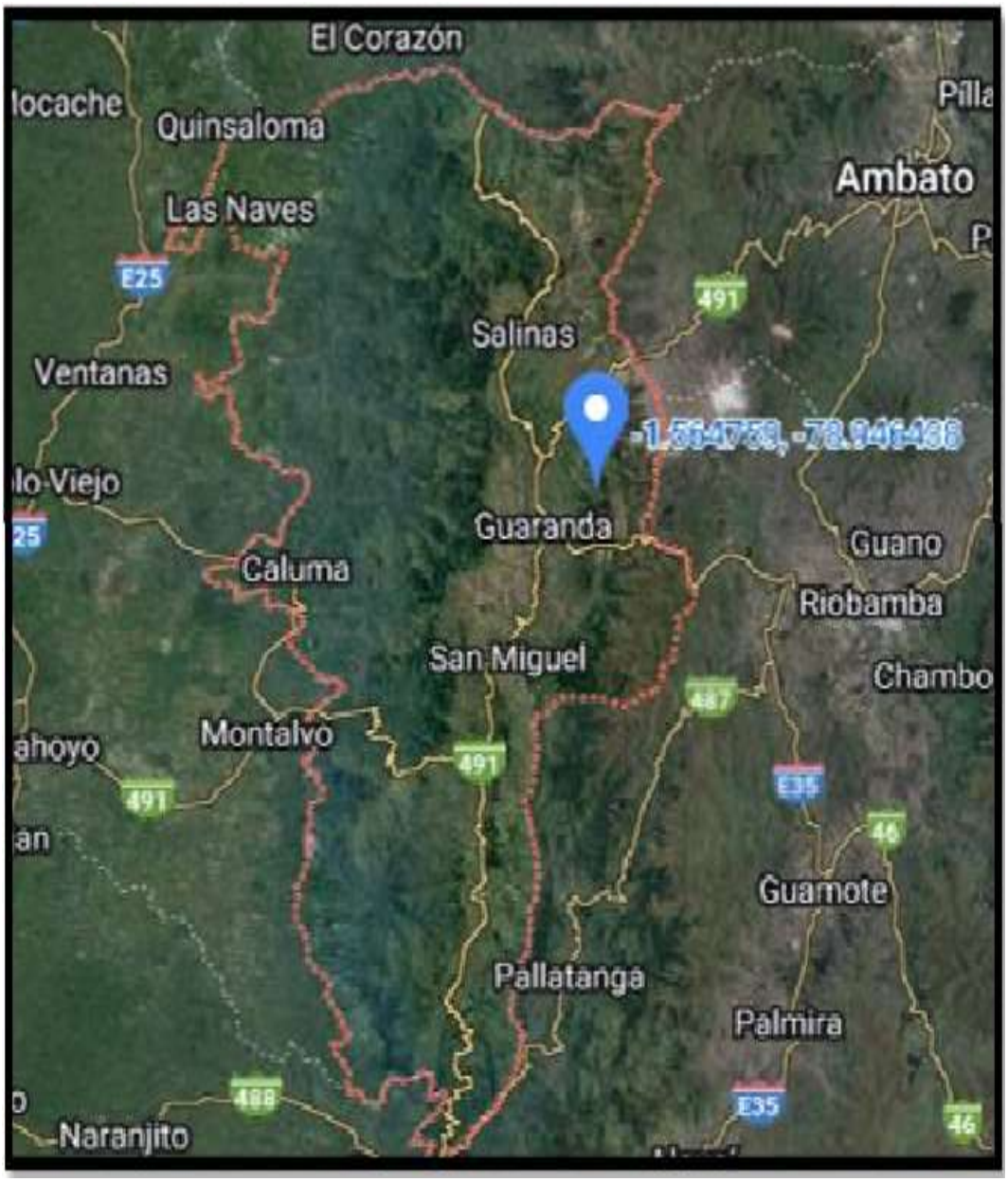
Yang, J. (2017). Haplotype-resolved sweet potato genoma traces back its hexaploidization history. *Nature plants, 3*, 696-703. doi:https://www.nature.com/articles/s41477-017-0002-z

Zheng, B. (2020). Optimization of the autoclave preparation process for improving resistant starch content in rice grains. *Food Science & Nutrition, 8*(9), 4971–4980. doi:https://doi.org/10.1002/fsn3.1528

ANEXOS

Anexo 1

Mapa de ubicación de la investigación.



Anexo 2

Resultados de los análisis bromatológicos de las materias primas

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

INFORME DE ENSAYOS N°202

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Richard Naranjo – Mónica Llumipanta
Muestra	Harina de maíz morado – Harina de camote morado- Harina de cascara de plátano
Código asignado UEB	INV335– INV336 – INV337
Estado de la muestras	Pulverizadas
Envase de recepción	Fundas herméticas
Análisis requerido(s)	Fibra, grasa, humedad, ceniza
Fecha de recepción	09 de junio del 2025
Fecha de análisis	09 - 17 de junio del 2025
Fecha de informe	02 de julio del 2025
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV335	Harina de maíz morado	Fibra	%	WEENDE	9,40
		Grasa		AOAC 2003.06	6,20
		Humedad		AOAC 925.10	12,42
		Ceniza		AOAC 923.03	1,51
INV336	Harina de camote morado	Fibra	%	WEENDE	8,46
		Grasa		AOAC 2003.06	0,98
		Humedad		AOAC 925.10	9,82
		Ceniza		AOAC 923.03	3,28
INV337	Harina de cascara de plátano	Fibra	%	WEENDE	8,93
		Grasa		AOAC 2003.06	3,59
		Humedad		AOAC 925.10	11,36
		Ceniza		AOAC 923.03	8,23

Los análisis realizados fueron con tres réplicas



Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	FPG12-01
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME Nº 192-2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Richard Rolando Naranjo García - Mónica Adriana Llumipanta Defaz
Muestra	Harina de maíz morado, camote morado y cáscara de plátano
Código asignado UEB	INV -335, INV -336, INV -337
Estado de la muestra	Sólido pulverizado
Envase de recepción	Funda ziploc
Análisis requerido(s)	Proteína total
Fecha de recepción	02/06/2025
Fecha de análisis	24/06/2025
Fecha de informe	25/06/2025
Técnico (s) asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV-335	Harina de maíz morado	Proteína Total	%	Dumas	8,72 8,38 8,27	8,55
INV-336	Harina de camote Morado	Proteína Total	%	Dumas	4,85 4,10 5,64	4,47
INV-337	Harina de cáscara de plátano	Proteína Total	%	Dumas	7,41 7,24 7,13	7,32

La muestra fue realizada por 3 réplicas

Dr. Fabian Bayas Morejón
Director DIVIUEB

Anexo 3

Análisis de la determinación de la cantidad de antioxidantes

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR | DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	IR-AA
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS Nº 189

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante:	Richard Rolando Naranjo García - Mónica Adriana Llumipanta Defaz
Muestra:	Mezclas de harinas instantáneas de maíz (*Zea mays L.*), camote (*Ipomoea batatas*) morado y cáscara de plátano
Código asignado UEB:	INV 323, INV 324, INV 325, INV 326, INV 327, INV 328, INV 329, INV 330, INV 331, INV 332, INV 333, INV 334, INV 335, INV 336, INV 337.
Estado de la muestra:	Sólida
Envase de recepción:	Envase de vidrio con 100 g aprox. de contenido de muestra.
Análisis requerido(s):	Actividad Antioxidante
Fecha de recepción:	2 de junio de 2025
Fecha de análisis:	2 al 4 junio de 2025
Fecha de informe:	20 de junio de 2025
Técnico (s) asignado:	MFQM

RESULTADOS OBTENIDOS

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 323	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T1)	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	µmol ET/g muestra	126,79
INV 324	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T2)				148,32
INV 325	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T3)				143,63
INV 326	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T4)				130,44
INV 327	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T5)				141,06
INV 328	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T6)				141,76
INV 329	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T7)				142,62
INV 330	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T8)				146,94
INV 331	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T9)				151,79

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 332	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T10)	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	µmol ET/g muestra	138,23
INV 333	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T11)				154,55
INV 334	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T12)				132,63
INV 335	Harina de maíz morado				146,13
INV 336	Harina de camote morado				34,56
INV 337	Harina de cáscara de plátano verde				187,46

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 4

Análisis de la determinación de la solubilidad

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR — DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	IR-IS
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Pagina	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°236

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante:	Richard Rolando Naranjo Garcia - Mónica Adriana Llumipanta Defaz
Muestra:	Mezclas de harinas instantáneas de maíz (*Zea mays L.*), camote (*Ipomoea batatas*) morado y cáscara de plátano.
Código asignado UEB:	INV 323, INV 324, INV 325, INV 326, INV 327, INV 328, INV 329, INV 330, INV 331, INV 332, INV 333, INV 334, INV 335, INV 336, INV 337
Estado de la muestra:	Sólida
Envase de recepción:	Envase de vidrio con 100 g aprox. de contenido de muestra.
Análisis requerido(s):	Índice de solubilidad de agua
Fecha de recepción:	2 de junio de 2025
Fecha de análisis:	16 al 18 junio de 2025
Fecha de informe:	13 de agosto de 2025
Técnico (s) asignado:	MFQM

RESULTADOS OBTENIDOS

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 323	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T1)	Índice de solubilidad de agua	Anderson et al., (1969) & Fernández, N. (2017)	g/100g	16,33
INV 324	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T2)				18,81
INV 325	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T3)				18,37
INV 326	Harina maíz morado 40% + Harina de camote morado 35% + Harina de cáscara de plátano verde 25% (T4)				26,62
INV 327	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T5)				16,96
INV 328	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T6)				18,41
INV 329	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T7)				17,55
INV 330	Harina maíz morado 60% + Harina de camote morado 25% + Harina de cáscara de plátano verde 15% (T8)				22,75
INV 331	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T9)				20,06

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 332	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T10)	Índice de solubilidad de agua	Anderson et al., (1969) & Fernández, N. (2017)	g/100g	22,78
INV 333	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T11)				19,73
INV 334	Harina maíz morado 80% + Harina de camote morado 15% + Harina de cáscara de plátano verde 5% (T12)				22,40
INV 335	Harina de maíz morado				11,33
INV 336	Harina de camote morado				35,67
INV 337	Harina de cáscara de plátano verde				10,00

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

Ing. María Fernanda Quinteros
TÉCNICA DE LABORATORIO DIVIUEB
ELABORADO

Ing. Favian Bayas PhD.
DIRECTOR DIVIUEB
REVISADO

Anexo 5

Ficha de evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS HARINAS INSTANTANEAS

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones: Frente a usted se presentan dos muestras con diferentes códigos marcados de las harinas instantáneas una bebida tipo colada instantánea con una mezcla del camote, maíz morado y cáscara de plátano verde con tres formulaciones. **"Por favor observe y pruebe cada uno de ellas, de su punto de calificación"**. Sírvase y evalué cada una de las características de calidad y aceptabilidad.

Marque con una X el punto que mejor indique su sentido a cerca de la muestra.

Características	Alternativas	Muestras	
		111	112
COLOR	1. Muy pálido		
	2. Pálido		
	3. Moderado		
	4. Intenso		
	5. Muy intenso		
OLOR	1. Muy Desagradable		
	2. Desagradable		
	3. Agradable		
	4. Muy Agradable		
	5. Excelente		
SABOR	1. Malo		
	2. Regular		
	3. Bueno		
	4. Muy Bueno		
	5. Excelente		
CONSISTENCIA	1. Muy diluido		
	2. Diluido		
	3. Semi diluido		
	4. Denso		
	5. Muy denso		
ACEPTABILIDAD	1. Malo		
	2. Regular		
	3. Bueno		
	4. Muy Bueno		
	5. Excelente		

Adaptado: Wittig, E. (2001) modificad

Observaciones:

.....

.....

Anexo 6

Proceso de la elaboración de los diferentes tipos de harinas

Pesado de la materia prima y reactivos




Lavado de la materia prima




Troceado




Inmersión




Secado




Molienda




Tamizado




Almacenamiento




Proceso del autoclavado en las harinas





Anexo 7

Análisis de las propiedades bromatológicas de las materias primas

Determinación de humedad





Determinación de proteína





Determinación de grasa





Determinación de fibra





Determinación de ceniza





Anexo 8

Análisis de la determinación de antioxidantes y solubilidad

Preparación de la muestra



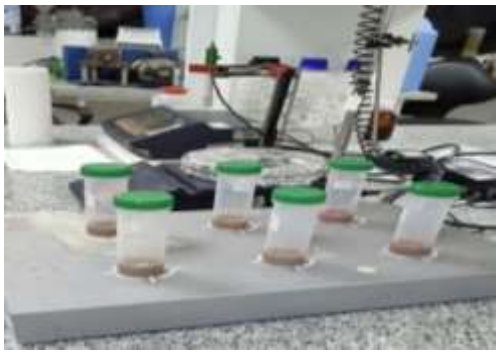


Preparación del extracto con metanol

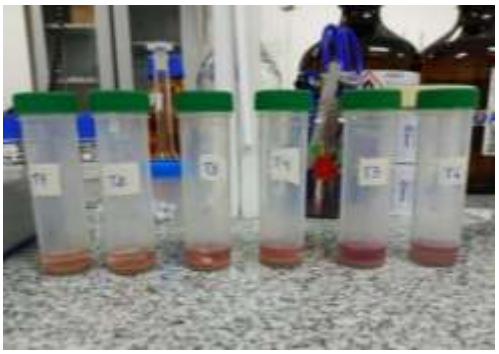




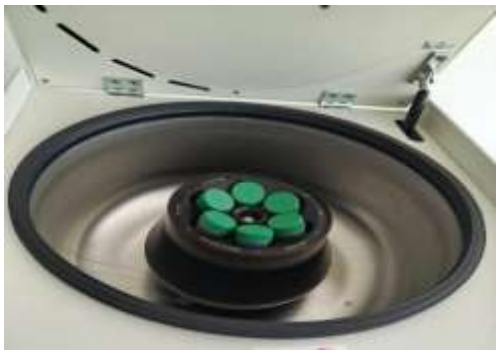
Agitación y mezcla



Incubación y reacción



Centrifugación



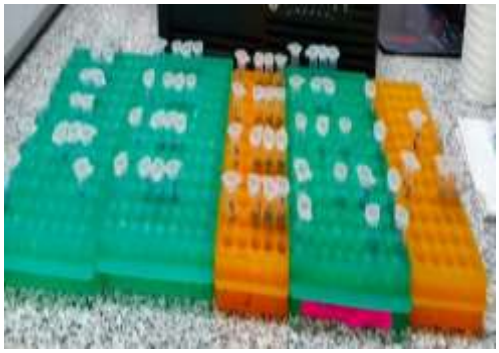


Adición de reactivo ABTS en los extractos





Lectura de la capacidad antioxidante mediante espectrofotometría



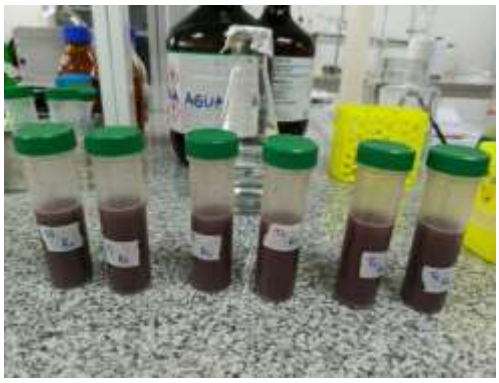


Pesado de muestra

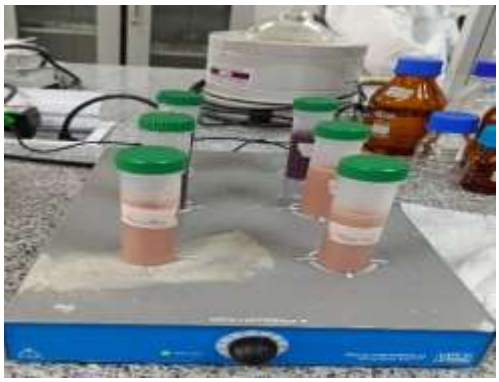




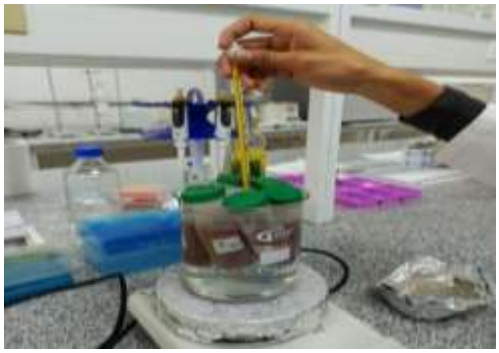
Mezcla con agua



Agitación



Calentamiento



Centrifugación



Pesado del sobrenadante



Secado



Anexo 9

Evaluación sensorial de las harinas instantáneas

Capacitación a los estudiantes





Evaluación de los catadores









Anexo 10

Etiqueta de Presentación





Anexo 11

Glosario de términos

Autoclavado: Es un proceso que usa vapor a alta presión y temperatura para esterilizar o modificar alimentos. Ayuda a mejorar la seguridad y vida útil del producto.

Escala hedónica: Método de evaluación sensorial que mide el agrado de un producto. Se usa comúnmente del 1 al 5 para calificar aceptación.

Antocianinas: Son pigmentos naturales que dan color morado a ciertos alimentos. Tienen propiedades antioxidantes que benefician la salud.

Solubilidad: Capacidad de una sustancia, como una harina, de disolverse en agua u otro líquido. Influye en la textura y preparación del alimento.

Bromatológico: Hace referencia al análisis de los componentes químicos de un alimento. Permite conocer su valor nutricional y calidad.

Panel de catación: Grupo de personas entrenadas que evalúan el sabor, olor y textura de un producto. Su opinión es clave en estudios sensoriales.

Fenoles: Compuestos presentes en plantas con fuerte acción antioxidante. Ayudan a prevenir el daño celular y mejorar la salud.

Cinética: Estudia la velocidad de las reacciones químicas, como las que ocurren en el autoclavado. Permite entender cómo cambian los alimentos.

Endospermo: Parte interna del grano de cereal rica en almidón y proteínas. Es clave en la elaboración de harinas.

Lignina: Fibra vegetal presente en cáscaras como la del plátano verde, les da rigidez a las plantas y tiene beneficios digestivos.

Análisis sensorial: Evaluación de las características organolépticas de un producto (color, olor, sabor, textura) por un grupo de personas capacitadas.