



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Unidad de integración
curricular previo a la
obtención del título de

Título de la Unidad de Integración Curricular:

**“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA
HARINA DEL BANANO MORADO (*Musa acuminata*) RED DACCA,
PRODUCIDOS EN LOS CANTONES MOCACHE, EL EMPALME Y LA MANÁ”**

Autor:

Yander Geovanny Macías Muñoz

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Ing. Diego Armando Tuárez García M. Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHO

Yo, **Yander Geovanny Macías Muñoz**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Yander Geovanny Macías Muñoz

C.I.: 120546893-5



CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

El suscrito, **Ing. Diego Armando Tuárez García M.Sc.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado **Yander Geovanny Macías Muñoz**, realizó el Proyecto de la Unidad de Integración Curricular titulado **“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DEL BANANO MORADO (*Musa acuminata*) RED DACCA, PRODUCIDO EN LOS CANTONES MOCACHE, EL EMPALME Y LA MANÁ”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Diego Armando Tuárez García M.Sc.

Director De La Unidad De Integración Curricular



CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, **“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DEL BANANO MORADO (*Musa acuminata*) RED DACCA, PRODUCIDO EN LOS CANTONES MOCACHE, EL EMPALME Y LA MANÁ”**, el suscrito Ing. Diego Armando Tuárez García M.Sc., en calidad de Director del Proyecto de Investigación, realizado por el Sr. Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Alimentos **Yander Geovanny Macías Muñoz** certifica que el porcentaje de similitud reportado por el **Sistema URKUND** es de 8% el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.



Ing. Diego Armando Tuárez García M.Sc.

TUTOR DE LA UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS
DE LA HARINA DEL BANANO MORADO (*Musa acuminata*) RED
DACCA, PRODUCIDO EN LOS CANTONES MOCACHE, EL
EMPALME Y LA MANÁ”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos.

Aprobado por:

Dr. Martin González Vélez, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Cyntia Erazo Solórzano M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rossy Rodríguez Castro M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Esta tesis representa esfuerzo, entrega y sacrificio y es de gran satisfacción verla concluida, así que de manera especial se la dedico en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante en mi formación profesional a mis padres por ser el pilar fundamental y ayudarme a culminar mi carrera universitaria que a pesar de muchas adversidades siempre me dieron su apoyo incondicional y no dejándome decaer.

De igual forma, agradezco al Ing. Diego Tuárez García M. Sc. Que gracias a sus conocimientos, apoyo y entrega a esta tesis se pudo culminar con éxito y a su esposa la Ing. Cyntia Erazo Solórzano M. Sc. que también fue participe de esta experiencia.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo cariño a todos aquellos que creyeron en mí en especial a mis padres por ser por ser una fuente de inspiración que gracias a su apoyo, confianza y valores pude lograr concluir mi carrera universitaria. A mi hijo por ser el motor y principal motivación para no desmayar en mis propósitos y alcanzar mis metas para poder brindarle un futuro mejor. Este y todos mis éxitos son para ustedes.

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campus “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para lo cual se emplearon seis tratamientos para la realización de harina de banano morado (*Musa acuminata*), en los cuales se aplicó un DCA con arreglo factorial AXB, como factor A (localizaciones Mocache, La Maná, El empalme) y factor B (el estado de madurez de fruta verde/pintón). El objetivo general de este estudio fue la caracterización de propiedades físico-química y microbiológicas de la harina de banano morado. La harina de banano estuvo conformada por una gran cantidad de carbohidratos. El mayor promedio lo obtuvo el T3a1 con un valor de 91,32%, el menor porcentaje de humedad se registró en el T2a2 con un porcentaje 5,07%. El mayor contenido de cenizas lo registró el T1a2 con un valor de 3,18%. El mayor porcentaje de proteína se registró en el T2a2 con 1,57. En la fibra el mayor valor lo presentó el T1a2 con el 2,48%. Los valores obtenidos en el análisis microbiológicos estuvieron dentro de la normativa 1529-10AOACC997.02. Los valores registrados en los parámetros CIELAB dentro de la normativa NTE INEN 528. La mayor concentración se dio en los macrominerales K, Mg, y fósforo, también se determinó que el contenido de minerales está relacionado con el contenido de cenizas. Los polifenoles presentan una relación con el contenido de fibra; el mayor porcentaje de carotenoides se registró en el T2a2 con 24,70 U_g.

Palabra clave: Harina, banano morado, características físico-químicas, análisis microbiológico.

ABSTRACT

The research was carried out at the “La María” Campus, belonging to the Quevedo State Technical University, for which six treatments were used to make purple banana flour (*Musa acuminata*), in which a DCA was applied in accordance factorial AXB, as factor A (locations Mocache, La Maná, El empalme) and factor B (the state of ripeness of green / pinton fruit). The general objective of this study is the characterization of physical, chemical and microbiological properties of banana flour purple. Banana flour was made up of a large amount of carbohydrates. The highest average was obtained by T3a1 with a value of 91.32%, the lowest percentage of humidity was registered in T2a2 with a percentage of 5.07%. The highest content of ash was recorded by T1a2 with a value of 3.18%. The highest percentage of protein was recorded in T2a2 with 1.57. In fiber the highest value was presented by T1a2 with 2.48%. The values obtained in The microbiological analyzes were within the 1529-10AOACC997.02 standard. The values registered in the CIELAB parameters within the NTE INEN 528 standard. The highest concentration was found in the K, Mg, and phosphorus macro minerals, it was also determined that the content of minerals is related to the ash content. Polyphenols have a relationship with fiber content; the highest percentage of carotenoids was recorded in T2a2 with 24.70Ug.

Key word: Flour, purple banana, physicochemical characteristics, microbiological analysis.

INDICE

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHO	ii
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
I.INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.	5
1.3. Justificación.	6
CAPÍTULO II.....	8

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1. Marco conceptual.....	9
Banano morado.....	9
Harina de banano.....	9
Antioxidante.....	9
Compuestos fenólicos.....	9
Carotenoides.....	9
Radical libre.....	10
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Generalidades del banano.....	10
2.2.1.1. Importancia nutricional.....	11
2.2.1.2. Variedades.....	12
2.2.2. Banano en Ecuador.....	13
2.2.2.1. Tipos de banano en Ecuador.....	14
2.2.3. Banano morado.....	15
2.2.3.1. Aplicaciones.....	15
2.2.3.2. Calidad del fruto.....	16
2.2.4. Propiedades funcionales del banano morado.....	16
2.2.4.1. Compuestos fenólicos.....	17
2.2.4.2. Actividad antioxidante.....	17
2.2.4.3. Carotenoides.....	17
2.2.5. Harina.....	17
2.2.6. Obtención de la harina de banano.....	18
CAPÍTULO III.....	21
METODOLOGIA.....	21
3.1. Localización.....	21

3.1.1.	Condiciones meteorológicas.	21
3.2.	Tipos de investigación	21
3.2.1.	Investigación exploratoria.....	21
3.2.2.	Investigación descriptiva.	22
3.2.3.	Investigación experimental.	22
3.3.	Métodos de investigación.	22
3.3.1.	Método inductivo – deductivo.	22
3.3.2.	Métodos estadísticos.	23
3.4.	Fuentes de investigación.	23
3.4.1.	Fuentes primarias.	23
3.4.2.	Fuentes secundarias.	23
3.5.	Diseño de la investigación.	24
3.5.2.	Esquema del ANDEVA	25
3.5.3.	Arreglo factorial.....	26
3.5.4.	Modelo matemático.	26
3.6.	Instrumentos de investigación.	27
3.6.1.	Determinación de Humedad	27
3.6.2.	Minerales	27
3.6.3.	Determinación de cenizas.	27
3.6.4.	Determinación de proteína.	27
3.6.5.	Determinación de grasa.	27
3.6.6.	Determinación de fibra	28
3.6.7.	Determinación de carbohidratos	28
3.6.8.	Determinación de pH	28
3.6.9.	Determinación de acidez.....	28
3.6.10.	Determinación de color.....	28

3.6.11. Determinación de polifenoles totales.....	29
3.6.12. Carotenoides	29
3.6.12. Análisis microbiológicos.	29
CAPÍTULO IV.	30
RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
CAPÍTULO V	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
CAPÍTULO VI	48
BIBLIOGRAFÍA	48
CAPÍTULO VII.....	55
ANEXOS	55
7.1. Anexos.....	56

INDICE DE TABLAS

Tabla.		Pág.
Tabla 1.	Composición nutricional.....	10
Tabla 2.	Condiciones meteorológicas.....	20
Tabla 3.	Factores de estudio interacción axb.....	23
Tabla 4.	Esquema del andeva.....	24
Tabla 5.	Combinación de los tratamientos.....	25
Tabla 6.	Análisis de acidez.....	30
Tabla 7.	Determinación de pH.....	31
Tabla 8.	Índice de madurez.....	32
Tabla 9.	Determinación de grados brix.....	30
Tabla 10.	Determinación CIELAB o colorimétrica.....	34
Tabla11.	Determinación de humedad.....	35
Tabla12.	Características fisicoquímicas.....	39
Tabla 13.	Polifenoles y Carotenoides.....	40
Tabla14.	Mohos y levaduras.....	42
Tabla15.	Minerales.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza de grados brix.....	58
Anexo 2. Análisis de carbohidratos en base seca y en base húmeda.....	58
Anexo 3. Análisis de varianza cenizas en base seca y cenizas en base húmeda.....	59
Anexo 4. Análisis de varianza parámetros CIELAB.....	60
Anexo 5. Análisis de varianza acidez.....	60
Anexo 6. Análisis de varianza fibra en base seca y en base húmeda.....	61
Anexo 7. Análisis de varianza grasa en base seca y en base húmeda.....	62
Anexo 8. Análisis de varianza porcentaje de húmeda.....	63
Anexo 9. Análisis de varianza polifenoles.....	64
Anexo10. Análisis de varianza carotenoides.....	64
Anexo11. Análisis de varianza micro minerales.....	65

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DEL BANANO MORADO (<i>Musa acuminata</i>) RED DACCA, PRODUCIDO EN LOS CANTONES MOCACHE, EL EMPALME Y LA MANÁ”				
Autor:	Yander Geovanny Macías Muñoz				
Palabras clave:	Harina	Banano morado	Características Fisicoquímicas	Análisis microbiológico	
Fecha de publicación:					
Editorial:	UTEQ				
Resumen:	La investigación se realizó en el Campus “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para lo cual se emplearon seis tratamientos para la realización de harina de banano morado (<i>Musa acuminata</i>), en los cuales se aplicó un DCA con arreglo factorial AXB, como factor A (localizaciones Mocache, La Maná, El empalme) y factor B (el estado de madurez de fruta verde/pintón). El objetivo general de este estudio es la caracterización de propiedades físico-químicas y microbiológicas de la harina de banano morado. La harina de banano estuvo conformada por una gran cantidad de carbohidratos. El mayor promedio lo obtuvo el T3a1 con un valor de 91,32%, el menor porcentaje de humedad se registró en el T2a2 con un porcentaje 5,07%. El mayor contenido de cenizas lo registró el T1a2 con un valor de 3,18%. El mayor porcentaje de proteína se registró en el T2a2 con 1,57. En la fibra el mayor valor lo presentó el T1a2 con el 2,48%. Los valores obtenidos en el análisis microbiológicos estuvieron dentro de la normativa 1529-10AOACC997.02. Los valores registrados en los parámetros CIELAB dentro de la normativa NTE INEN 528. La mayor concentración se dio en los macrominerales K, Mg, y fósforo, también se determinó que el				

	contenido de minerales está relacionado con el contenido de cenizas. Los polifenoles presenta una relación con el contenido de fibra; el mayor porcentaje de carotenoides se registró en el T2a2 con 24,70Ug.
Abstract:	The research was carried out at the “La María” Campus, belonging to the Quevedo State Technical University, for which six treatments were used to make purple banana flour (<i>Musa acuminata</i>), in which a DCA was applied in accordance factorial AXB, as factor A (locations Mocache, La Maná, El empalme) and factor B (the state of ripeness of green / pinton fruit). The general objective of this study is the characterization of physical, chemical and microbiological properties of banana flour purple. Banana flour was made up of a large amount of carbohydrates. The highest average was obtained by T3a1 with a value of 91.32%, the lowest percentage of humidity was registered in T2a2 with a percentage of 5.07%. The highest content of ash was recorded by T1a2 with a value of 3.18%. The highest percentage of protein was recorded in T2a2 with 1.57. In fiber the highest value was presented by T1a2 with 2.48%. The values obtained in The microbiological analyzes were within the 1529-10AOACC997.02 standard. The values registered in the CIELAB parameters within the NTE INEN 528 standard. The highest concentration was found in the K, Mg, and phosphorus macro minerals, it was also determined that the content of minerals is related to the ash content. Polyphenols have a relationship with fiber content; the highest percentage of carotenoids was recorded in T2a2 with 24.70Ug.
Descripción:	108 hojas: dimensiones, 29 x 21cm + CD-ROM
Uri:	

I.INTRODUCCIÓN.

La economía del pueblo ecuatoriano depende de la mayor parte del sector agropecuario; el cultivo y la producción del banano ocupa un rol importante en la comercialización internacional. Los clientes en el extranjero son muy exigentes obligando a los productores de banano a desarrollar técnicas para el mejoramiento de la producción de la fruta, para facilitar tareas al trabajador para así ofrecer un producto que cumpla con las normas establecida en los mercados del extranjero. El banano ocupa el segundo lugar en productos de exportación, a pesar de que una parte de ella es rechazada, debido que no cumple con los estándares de calidad establecidos por los países compradores de la fruta, la cual se utiliza para consumo local. En estas localidades estos bananos se los da favorablemente, sin embargo, no es provechado en la medida que se pudiera hacer esto debido al desconocimiento que existen dentro de las características organolépticas del banano morado. Gran cantidad del producto rechazado se pierde, ya que la demanda interna no es lo suficientemente alta para absorberla (1). Además, por su composición orgánica se madura con rapidez y esta se desperdicia o es utilizada para consumo animal. En poco porcentaje se destina para el consumo humano. El consumo del banano es vital para una alimentación saludable, debido a que es rico en energía, minerales y vitaminas, esta buena combinación es indispensable en cualquier dieta. Posee grandes beneficios especialmente para los niños y los deportistas por el exceso de agotamiento físico que provocan a su cuerpo (2). Es un alimento muy completo, fácil de digerir para cualquier tipo de persona; es considerada como una de las frutas más nutritiva y preferida por los niños. Sus características sensoriales transmiten todo su potencial vitamínico y mineral, posee vitaminas (A, B, C, E) es rico en calcio, magnesio, silicio, fósforo, azufre, hierro y sodio. Lo que sobresale al momento de consumirlo es que contiene nutrientes de la vitamina B6, ácido fólico y potasio lo que hace que se convierta en un alimento ideal para deportistas (1).

La producción destinada a la exportación se sirve únicamente de unas cuantas variedades seleccionadas por su alto rendimiento, su durabilidad en el transporte de larga distancia, su calidad y su aspecto. Este importante recurso puede ser utilizado en forma de harina, tanto para la alimentación humana y animal. Este fruto tiene excelentes propiedades, es muy rico

en potasio que equilibra el agua del cuerpo al contrarrestar el sodio, favoreciendo la eliminación de líquidos y es adecuada para todos quienes quieren reducir de peso (3).

La harina de banano provee muchos beneficios para la salud, como el control de los niveles del colesterol, mejora el estado de ánimo, regula los niveles de azúcar en la sangre, aumenta la sensación de saciedad, mejora el funcionamiento del intestino, combate el cáncer de intestino, mejora el estreñimiento, promueve la saciedad y disminuye el hambre, previene calambres musculares, previene enfermedades del corazón y acelera el metabolismo entre otras cosas (4).

Además, es libre de gluten, por lo que evita las inflamaciones del intestino; mejora el sistema inmunológico; y es rica en potasio, magnesio y fibra. Además, controla los niveles de colesterol en sangre, reduciendo el colesterol malo; mejora el estado de ánimo debido a su contenido en triptófano, al igual que los garbanzos; y aumenta la sensación de saciedad por su contenido en fibra (5).

Este proyecto propone identificar las características físicas, químicas y microbiológicas de la harina de banano morado, variedad que se desarrolla favorablemente en las provincias de Los Ríos, Cotopaxi y Guayas, tomando en cuenta para la elaboración dos estados de madurez de la fruta, proponiendo una alternativa de industrialización a los agricultores y un alimento nutritivo y sano para el consumidor.

La harina es una materia prima que se emplea en la repostería, la harina que se utiliza comúnmente es la harina de trigo que contienen porcentajes de gluten y debido a patologías o enfermedades que tienen las personas se limita al consumo de productos con gluten, por lo tanto, al elaborar esta harina de banano morado es una fruta que no contiene gluten por lo tanto podría llegar a los mercados con personas celiacas que tienen complicaciones para alimentarse con productos que contengan gluten. Al industrializar esta harina adoptaría las características nutricionales de la fruta solo que en harina de tal manera se extienda el cultivo fomentando a los pequeños agricultores que son quienes producen esta fruta a que extiendan sus cultivos por que tendrán un sistema de industrialización

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Cabe mencionar que Ecuador es el primer país exportador de banano, ya que el banano es un producto muy apetecido por su sabor y beneficios en los países extranjeros. Por esta razón, los productores bananeros deben cumplir con las condiciones adecuadas de manejo postcosecha para evitar pérdidas, que reduzcan la cantidad de cajas de banano viables para la exportación (6), buscar alternativas de industrialización y explorar con variedades no consumidas como el banano morado “Red Dacca” y conocer las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de un subproducto como la harina, es de gran importancia para la industria agroalimentaria.

El mercado nacional no cuenta con producción de harina a partir de banano morado “Red Dacca”, desconociendo metodología de obtención, características físicas, químicas, y microbiológicas, información válida para establecer condiciones de almacenamiento, conservación y utilidad.

Diagnóstico

Elaborar harina a partir del banano morado “Red Dacca, utilizando la fruta en dos estados de madurez, no ha sido evaluada anteriormente. Por lo tanto, esta investigación busca brindar alternativas de industrialización que favorezca a pequeños productores que tienen como fuente de ingreso este tipo de cultivo.

Pronóstico

Esta investigación determinará la viabilidad de la obtención de harina a partir de banano morado “Red Dacca”, enfocándose en el estado de madurez y características físicas, químicas y microbiológicas.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Qué características físicas, químicas y microbiológicas tendrá la harina de banano morado (*Musa acuminata*) “Red Dacca”?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿La ubicación geográfica donde está establecido el cultivo de banano morado “Red Dacca” influirá en las características físicas, químicas y microbiológicas de la harina?

¿Será que el grado de madurez del banano morado “Red Dacca” influirá en los componentes polifenólicos y la capacidad antioxidante de la harina obtenida de esta musácea?

¿Cumplirá con los requisitos establecidos en la normativa INEN para harinas?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Caracterizar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la harina de banano morado (*Musa acuminata*) “Red Dacca” producido en los cantones Mocache, El Empalme y La Maná.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar las características fisicoquímicas de la harina de banano morado, elaborada en dos diferentes estados de madurez de la fruta.
- Identificar el contenido de polifenoles totales y carotenoides de la harina de banano morado producida en dos diferentes estados de madurez de la fruta.
- Realizar análisis microbiológicos a los tratamientos que presenten mejores resultados.

1.3. Justificación.

De acuerdo a viarias fuentes, el banano es el cuarto producto más importante del mundo con respecto al término de producción y es fuente principal de ingreso para mejorar la economía del país. Cabe mencionar que el banano es un fruto muy rico en cuestión de nutrientes, como son calcio, hierro, vitaminas entre otros beneficios propios de la fruta. Este es muy importante en la alimentación de los niño y sobre todo de los deportistas; ya que, tiene un alto valor nutritivo que mejora la salud y estado de ánimo (2).

Un problema con las variedades de banano poco conocidas es la falta de aceptación por los consumidores como fruta fresca, porque en algunos de ellos la cáscara presenta manchas poco agradables y en otros el sabor es diferente a las variedades comerciales. Por tanto, es necesario encontrar alternativas de procesamiento que favorezcan su consumo (7). La producción de harina de banano es una excelente alternativa para minimizar las pérdidas postcosecha y para retener el valor nutritivo de los bananos frescos. Esta harina es rica en almidón resistente y fibra dietética que ayuda a la salud del colon (8).

Una de las ventajas más importantes del proceso para la producción de harinas a partir de banano es que requiere equipo sencillo, no requiere la cadena del frío, puede aplicarse con el excedente de producción, permite el aprovechamiento de la fruta de rechazo, puede apoyar al control de la oferta y precio de la materia prima (2).

La demanda de alimentos a nivel mundial exige que estos sean más nutritivos y saludables, la inclusión de harina a partir de banano se presenta como alternativa, pudiendo ser empleada en la elaboración de productos de panadería y repostería como panes, galletas, bizcochos constituyéndose en un producto innovador y de fácil acceso e incluso ser un componente esencial para elaborar alimentos destinados a personas con intolerancia al gluten.

Debido a la poca demanda en muchos casos por desconocimiento de las cualidades de la fruta existen desaprovechamiento agroindustrial ocasionando desperdicios y perdidas a los pequeños productores.

En este sentido es necesario incorporar prácticas de industrialización que favorezcan a pequeños agricultores, de tal manera que se intensifique el cultivo y sea un generador de fuente de empleo y alternativa alimenticia.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Marco conceptual.

Banano morado.

El banano es un fruto perteneciente al orden *Zingiberales* cuya familia es *Musaceae* del género *Musa*, el crecimiento y producción del cultivo de banano depende del progreso de las hojas, las cuales tienen que mantenerse funcionales desde la emisión floral hasta el desarrollo de los frutos (3).

Harina de banano.

La harina de banano posee un alto contenido en carbohidratos complejos de digestión lenta, fibra alimentaria y almidón resistente con propiedades funcionales que la hacen considerar un ingrediente de interés en la preparación de formulaciones bajas en gluten, como un alimento nutraceutico (4).

Antioxidante.

Un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos (5).

Compuestos fenólicos.

Los compuestos fenólicos son aquellos que provienen del metabolismo secundario de las plantas y se encuentran naturalmente en los alimentos y bebidas de origen vegetal. Estos compuestos se relacionan con las características que tienen los alimentos como el olor, sabor, la palatabilidad y valor nutricional (6).

Carotenoides.

Los carotenoides que han atraído hasta la fecha más atención desde el punto de vista de la alimentación y la salud son los carotenoides con actividad de provitamina A (α -caroteno, β -caroteno y β -criptoxantina), el licopeno, la luteína y la zeaxantina, que suelen ser los

mayoritarios en plasma y tejidos humanos. No obstante existen otros, como los incoloros fitoenoy fitoflueno, que también son biodisponibles y que están suscitando atención en la actualidad (7).

Radical libre.

Un radical libre es aquella figura química que tiene en su estructura uno o más electrones no apareados. Es altamente reactiva y clave para formar otros radicales libres en cadena, además por la vida media que es de microsegundos, ocurre una rápida propagación con moléculas aledañas y mayor daño potencial (8).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Generalidades del banano.

El banano (*Musa Acuminata*) procede de las regiones del sureste de Asia y del pacífico en cuyos bosques de vegetación natural pueden encontrarse todavía ejemplares ancestrales diploides, no comestibles y con semillas. A lo largo de numerosos años varias subespecies de diploides de *Musa Acuminata* se cruzaron de forma espontánea dando lugar a la producción de numerosos híbridos inter específicos (9). Esta fruta tiene tallos subterráneos o pseudo tallos formado por las bases foliares sus hojas son de 1,5 a 3 metros de largo y 0,30 a 0.60m de ancho con peciolo envainados, semicilíndricos de 0,30 a 0,90 metros de largo. Además contiene inflorescencias terminales sobre un eje donde se forman brácteas y dan origen al racimo y por debajo se encuentran las flores arregladas en manos, los frutos se desarrollan sin fecundación por lo que son partenocárpidos y un racimo puede tener de 5 a 20 manos cada una con 2 a 20 frutos (10).

Taxonómicamente, el banano es monocotiledónea de porte alto, originadas de cruces intra e inter-específicas entre *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B) que pertenecen a la familia *Musaceae* (tabla 1) (11).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del banano.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Lilopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Genero	Musa
Especie	M. acuminata

Fuente: (12)

2.2.1.1. Importancia nutricional.

Presenta un importante valor nutricional muy conocido por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo (13). El potasio se encuentra en gran cantidad, siendo un mineral de vital importancia para el equilibrio electrolítico del cuerpo; también es esencial para la función muscular transmisión de impulsos nerviosos y adecuado funcionamiento del corazón y los riñones (14). Entre las propiedades alimenticias del banano se destacan los hidratos de carbono, por lo que su valor calórico es elevado, los micronutrientes que se encuentran en la fruta son el ácido fólico, potasio y el magnesio; es rico en una sustancia conocida como taninos, que brinda grandes propiedades astringente necesarias para el cuerpo humano (15).

Tabla 2. Composición nutricional del banano por cada 100g.

Componente	Unidad	Cantidad
Energía	Kcal	94
Agua	G	75.1
Proteína	G	1.2
Lípidos totales	G	0.3
Carbohidratos	G	20
Fibra	G	3.4
Cenizas	Mg	9
Sodio	Mg	1
Fósforo	Mg	28
Potasio	Mg	350
Zinc	Mg	0.23

Fuente: (16).

Elaborado por: Moreiras et al, 2013

2.2.1.2. Variedades.

La mayoría de las variedades de plátano proceden exclusivamente de Musa acuminata. Entre las más importantes tenemos (12):

- Gros Michel: Tiene unas extraordinarias cualidades en cuanto a manejo y a conservación muy susceptible a enfermedades como el mal de Panamá, por lo que hoy casi ha desaparecido.
- Lacatan: Se caracteriza por un crecimiento muy rápido...el fruto es muy sensible a parasitosis postcosecha y la maduración es delicada, siendo su fruto menos atractivo.
- Dedo de Dama o Guineo Blanco: Es resistente a la sequía y a la enfermedad de Panamá, pero susceptible a la sigatoka.
- Cavendish: Se desarrolla en numerosas variedades: Cavendish Enano: porte grande, con las hojas anchas, tolerante al viento y a la sequía y que produce frutos medianos de buena calidad, pero propensos a daños durante el transporte por la delgadez de su cáscara. Tiene la peculiaridad de tener flores masculinas indehiscentes.
- Cavendish Gigante o Grand Naine: Porte medio, su pseudotallo tiene un moteado de color pardo, las bananas son de mayor tamaño que el Cavendish Enano, de cáscara más gruesa y sabor menos intenso.

2.2.2. Banano en Ecuador.

En el Ecuador se cultiva el banano desde tiempos de antes y su evolución en los últimos años ha sido favorable dándose a conocer a nivel mundial por su buen sabor y su valor nutritivo; destacando su poder vitamínico (17). Se produce principalmente en provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos que destinan gran parte de su producción a exportación para Estados Unidos y La Unión Europea. El banano que es rechazado o que no cumple con los estándares de exportación es el que consumimos dentro de todo nuestro país (18).

Dávila y Moreira (19) indican que en el Ecuador se conoce el banano desde 1910, en ese año se comenzó a exportar 71 617 racimos que pesaban 100 libras aproximadamente, pero no es sino hasta el año de 1950 donde obtuvo relevancia, donde la Provincia del oro se convierte en la zona de mayor producción de este producto, que se distribuyó luego a Perú y Chile. Transportar este producto representaba un problema ya que se lo realizaba de manera empírica mediante carretillas guiadas por burros debido a que muchos de estos lugares estaban cerca de las vías del tren. Pero a pesar de todo nuestro país con el gran empuje que distingue a sus campesinos logró de una u otra forma sacar este producto adelante y

comercializarlo a nivel internacional, donde fue reconocido como un país bananero con grandes ventajas de competitividad a nivel de otros grandes países de América del norte.

De acuerdo a Campuzano et al (20), el 91% de los productores en Ecuador están distribuidos especialmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos. Gómez (21) afirma que existen 262 000 ha de Banano y plátano en Ecuador, constituyendo la principal fruta fresca de exportación, con USD 2'078 239.38 millones de dólares y 5'196 065.09 de toneladas en 2012. Esta cadena productiva tiene una importancia relevante, debido a que en promedio representa un 26 % del PIB agrícola del país y aporta en un 2 % al PIB total, siendo uno de los productos tradicionales dentro de las exportaciones ecuatorianas.

2.2.2.1. Tipos de banano en Ecuador.

En el Ecuador se cultivan tres tipos de banano siendo el más importante el denominado banano “Cavendish”, seguido por el “Guineo Orito” y el guineo morado llamado “Banana Rose” (22).

a) Banana Rose

Es un tipo de banano muy particular debido a que alcanza su madurez (está apto para consumir) cuando su piel o cascara toma un color rojizo marrón, el país donde originó esta clase de banano es el Ecuador. El Banano Rose contiene potasio, sodio, magnesio, hierro, betacaroteno, vitaminas del grupo B, vitamina C, vitamina E, ácido fólico y fibra.

A pesar de que es un banano es muy apetecido internamente debido a su delicioso sabor, hermosa coloración y sobre todo a su pequeño toque de perfume a frambuesas, a nivel mundial (sobre todo en Europa) aun no es muy conocido. La Planta de Banano Rose es más pequeña que la del banano Cavendish, y en el país se cultiva minoritariamente en las Provincias Los Ríos y Santo Domingo.

b) Guineo orito

La variedad de banano Orito también es denominada “Finger Banana”, “Lady Banana” o “Baby Banana”, debido a que es un banano muy pequeño (un tercio del banano Cavendish) con dimensiones similares a un dedo. Aunque es un cultivo

tradicional de la zona de Bucay (Provincia del Guayas), este tipo de banano se produce mayoritariamente en las Provincias de Cotopaxi y El Oro específicamente en el sector de La Maná y en Pasaje, en donde las plantaciones son producidas de forma orgánica y tradicional.

c) Banano Cavendish

Los países de origen del Banano Cavendish son China y Vietnam, este tipo de banano es el que mayoritariamente se consume a nivel mundial y en el Ecuador es la principal variedad que se exporta.

El Banano Cavendish es una fruta climatérica (sigue madurando después de cortada) y su tiempo de maduración varía entre 5 a 10 días, no obstante este proceso puede acelerarse en cámaras de maduración.

2.2.3. Banano morado.

Musa acuminata Red Dacca es una variedad de banano con la cascara de color rojizo-purpura, de tamaño más pequeño y anchos que los bananos comunes y su pulpa varia de color amarillo a rosa pálido, presentando un sabor dulce ligeramente parecido a las frambuesas. En américa se los conoce con diversos nombres como: banana roja, tafetán, guineo morado, banano morado, plátano colorado o banana rosa. En Europa son denominadas como banana rose, banane de Cuba, figue rose (23).

Nutricionistas afirman que esta fruta, originaria de Ecuador, es más beneficiosa al momento de ser digerida, pues, contiene más nutrientes que el convencional banano amarillo. En segunda instancia, quienes la han probado asimilan su sabor a frambuesas frescas. *Musa acuminata* ‘Red Dacca’, se le denomina científicamente a esta fruta, hace parte de la familia Musaceae (de los plátanos), compuesta por vitaminas antioxidantes como la A, E y C; además, los agricultores destacan que la planta suele producir entre 4 o 5 hijos, mientras que una bananera común produce aproximadamente 2. Agricultores afirman que este tipo de plátano tarda en crecer más que el convencional, pero sus cuidados son casi los mismos (24).

2.2.3.1. Aplicaciones.

Modo de empleo en harina: La harina de banano es un tipo de polvo suelta de fácil dilución que se elabora a través del secado de la pulpa por medio de un secador por aspersión, enriquecida con micronutrientes y con un buen contenido de carbohidratos por ende de color amarillo, se obtuvo una microesfera de calcio y un producto de buena aceptación para consumo inmediato (25).

Modo de empleo en gastronomía: Se utiliza en forma frecuente como postre, servida entera o bien en trozos en lo que corresponde a ensaladas de frutas, gelatina, batidos o bebidas por su alto aporte energético y contenido de potasio. Por otro lado de manera cocida se usa el banano para acompañar algunas carnes en recetas tropicales, elaborar vinagres, salsas y mermeladas (26).

2.2.3.2. *Calidad del fruto.*

Una definición específica correspondería a la mayor o menor adaptación del producto a los fines perseguidos por los diferentes agentes participantes en la cadena productiva y comercial. Todos estos agentes (personas o entidades) desean que el producto reúna unas características determinadas que posibilite que el mismo se adapte mejor a sus fines y que les facilite su tránsito por la cadena. La calidad sensorial se percibe por los sentidos humanos en el momento anterior, durante y después de su eventual consumo (27).

2.2.4. Propiedades funcionales del banano morado.

La pulpa de plátano contiene diversas propiedades, como lo han demostrado estudios realizados sobre este. De manera general, la pulpa de plátano es una excelente fuente de potasio (28). El potasio se puede encontrar en una variedad de frutas, verduras o incluso carnes, sin embargo, un solo plátano puede proporcionar hasta el 23% de potasio que se necesita al día. El potasio beneficia a los músculos, ya que ayuda a mantener su buen funcionamiento y evita los espasmos musculares. Además, estudios recientes muestran que el potasio puede ayudar a disminuir la presión arterial y también reduce el riesgo de accidentes cerebrovasculares (29).

El plátano es rico en vitaminas A, B₆, C y D, dando beneficios especialmente a los huesos y músculos del cuerpo humano. Ya que uno solo de estos frutos contiene el 41% del requerimiento necesario de vitamina B₆ al día, estudios recientes han comprobado que el consumo de plátano ayuda a mejorar el humor para personas con depresión y síndrome premenstrual debido a su alto contenido de vitaminas,¹ específicamente la vitamina B₆ ya que está integrada por las moléculas de piridoxal, piridoxina y piridoxamina las cuáles tienen un papel atenuante en el metabolismo de varios neurotransmisores (serotonina, norepinefrina, sistema colinérgico, dopamina y ácido γ -aminobutírico) (25).

2.2.4.1. Compuestos fenólicos.

Estos compuestos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal, ayudan a mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares (30).

2.2.4.2. Actividad antioxidante.

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena (31).

2.2.4.3. Carotenoides. .

Las fuentes más importantes de carotenoides en la dieta humana son las frutas y hortalizas, siendo la contribución de los productos alimenticios de origen animal (como productos lácteos, huevos y algunos pescados y mariscos) menos importante. Otras fuentes son los colorantes, ya sean carotenoides individuales (sintéticos o naturales) o extractos ricos en carotenoides, ampliamente utilizados por la industria alimenticia (7).

2.2.5. Harina.

De acuerdo con la NTE INEN 616 la harina es el resultado que se obtiene de la molturación de cereales, frutas deshidratadas o leguminosas que pueden o no tener aditivos (32). También se define como harina a la procedente del trigo y si se trata de harinas de otros vegetales se debe especificar la procedencia, por ejemplo; harina de maíz, harina de cebada, harina de centeno, entre otros. Los principales tipos de harina son (33):

- **Harina integral:** En la elaboración de la misma no se realiza ninguna separación de las partes del grano de trigo y por lo tanto llevarán incorporadas la totalidad del salvado del mismo.
- **Harinas acondicionadas:** Son aquellas cuyas características organolépticas, plásticas, fermentativas, etc., se modifican y complementan para mejorarlas mediante tratamientos físicos o adición de productos debidamente autorizados.
- **Harinas enriquecidas:** Son aquellas a las cuales se le ha añadido alguna sustancia que eleve su valor nutritivo con el fin de transferir esta cualidad a los productos con ellas elaborados. Entre estas sustancias nos encontramos con proteínas, aminoácidos, sustancias minerales y ácidos grasos esenciales.
- **Harinas de fuerza:** Son las harinas de extracción T-45 y T-55 exclusivamente extraída de trigos especiales con un contenido en proteína de 11% y una W de 200 como mínimo.
- **Harinas especiales:** Son aquellas obtenidas en procesos especiales de extracción, nos encontramos con los siguientes tipos: malteadas, dextrinadas, y preparadas.

2.2.6. Obtención de la harina de banano.

En la obtención es seleccionar los bananos, entendiéndose por selección al conjunto de muestras que concuerdan con especificaciones determinadas. El proceso de lavado se lleva a cabo para desinfectar la materia prima, descontaminar eliminando la flora acompañante de la cáscara que cubre en el banano y de esta manera reduce las posibilidades de contaminación (34).

- El pelado es el tratamiento que se realiza para retirar la cáscara, para posteriormente cocinarlo. La cocción es el proceso en el cual los alimentos sufren transformaciones físicas y químicas que afectan al aspecto, la textura, la composición y el valor nutricional de los alimentos.
- La deshidratación del banano morado es un proceso que consiste en retirar el agua de aproximadamente 62% a 10% requisito de humedad para harinas, en la deshidratación además de retirar el agua se busca conservar las características nutricionales tales como vitaminas, proteínas y sales minerales, para lo cual se maneja temperaturas que no dañen la estructura del banano morado siendo ésta de 65° C, al 31 realizar este procedimiento se logra obtener una disminución de peso a una tercera parte.

Flores-Navarrete (34) detalla la descripción para la elaboración de la harina de banano:

Pelado: El pelado se lo hace de forma manual. Aproximadamente se necesita de 8 a 10 obreros para preparar cerca de 1000 Kg. de banano verde.

Inmersión: Se coloca el plátano en una solución dióxido de azufre al 1%, por cinco minutos, se hace con el fin de evitar la oxidación del banano y los posteriores cambios de color no deseados.

Cortado de banano: Los bananos ya pelados se los corta con cuchillo fino o con máquinas cortadoras para obtener pedazos más pequeños que pueden ser en forma de cubos o rodajas. Este paso es necesario para aligerar el proceso de secado.

Tratamiento térmico: Este tratamiento se lo realiza con el fin de extraer humedad, con la utilización de secadora o deshidratadora, colocando la pulpa de banano picado a un secado a temperaturas menores a 65°C hasta que el producto tenga un contenido de humedad aproximado 13%. El proceso de secado del banano se puede lograr mediante las siguientes formas que son artificiales y naturales. El primer método se hace mediante una deshidratadora al vacío y el segundo será mediante tendales a través del sol. El tiempo de secado por el método natural depende de la heliofania por eso puede variar entre 2 a 3 días, pero tiempo con el método artificial tiene un promedio de 48 horas de duración.

Molienda: Cuando ya se encuentra totalmente seco los chifles o que tenga aproximadamente humedad del 13%, (en la práctica se puede observar cuando el banano seco se encuentre crocante), se puede seguir con el proceso de pulverización, esto se llevará a cabo en molinos, hasta tener producto muy fino que pueda pasar por los tamices respectivos. Se utiliza molinos de cualquier tipo, por el cual se coloca los trozos de producto seco para ser finamente molido hasta tener una estructura muy fina como la harina de cereales.

Cernido: La harina que se obtiene mediante el producto molido se lo pasa por tamices para homogenizar y estandarizar su partícula.

Empaque: Una vez hecha la harina se puede empacar en bolsas, preferiblemente de polipropileno o celofán.

Almacenamiento: Una vez llenadas las bolsas, se sellan muy bien para evitar que entre humedad al producto y también para que no ocurra ataque de insecto o algunas sustancias extrañas al producto.

CAPÍTULO III.

METODOLOGIA

3.1. Localización.

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología, situado en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06´ de latitud Sur y 79° 29´ de longitud Oeste. Las muestras de banano se obtuvieron en los mercados locales de los Cantones Mocache, El Empalme y La Maná.

3.1.1. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas del lugar de la investigación se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. *Condiciones meteorológicas del lugar de investigación*

Datos meteorológicos	Unidad	Valores promedio
Altitud	m.s.n.m.	480
Temperatura	°C	24
Humedad relativa	%	84
Heliofanía	Horas luz/año	845,80
Precipitación anual	mm	2178,00
Zona ecológica		Bosque semi húmedo tropical

Fuente: (35)

Elaborado por: INIAP, 2015

3.2. Tipos de investigación

3.2.1. Investigación exploratoria.

El objetivo de una investigación exploratoria es, como su nombre lo indica, examinar o explorar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado nunca antes. Permite conocer y ampliar el conocimiento sobre un fenómeno para precisar mejor el problema a investigar. Puede o no partir de hipótesis previas, pero al científico aquí le exigimos flexibilidad, es decir, no ser tendencioso en la selección de la información. En

la investigación exploratoria se estudian qué variables o factores podrían estar relacionados con el fenómeno en cuestión, y termina cuando uno ya tiene una idea de las variables que juzga relevantes, es decir, cuando ya conoce bien el tema (36).

En la presente investigación se efectuará con el propósito de recalcar los aspectos principales de una problemática determinando y hallando los procedentes apropiados para elaborar una investigación.

3.2.2. Investigación descriptiva.

En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno (36).

Mediante este tipo de investigación se utilizará el método de análisis, se logrará categorizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalando sus características y propiedades, para ordenar, agrupar o sintetizar los objetos involucrados en el trabajo. Este tipo de investigación se empleará en la elaboración de la conceptualización de la investigación y del producto.

3.2.3. Investigación experimental.

Se trata de una investigación experimental porque establecerá las relaciones causa-efecto para elaborar las variables y del diseño experimental.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo – deductivo.

Se aplicó este tipo de investigación, ya que se parte de un problema hacia una posible solución, el mismo que nos permitirá obtener las características físicas, químicas, microbiológicas, contenido de polifenoles y carotenoide en harina de banano morado.

3.3.2. Métodos estadísticos.

Con la ayuda de un software, se cuantificó, tabuló y ordenó los datos obtenidos mediante análisis, los mismos que permitieron encontrar los resultados esperados.

3.4. Fuentes de investigación.

La presente investigación se determinó las características físicas, químicas, microbiológicas, contenido de polifenoles y carotenoides en harina de banano morado, para lo que se utilizaran las siguientes fuentes de información:

3.4.1. Fuentes primarias.

- Trabajo de campo
- Investigación en el laboratorio

3.4.2. Fuentes secundarias.

- Tesis
- Libros
- Artículos científicos
- Internet

3.5. Diseño de la investigación.

3.5.1. Para la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial (3×2), con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se utilizó prueba de rangos múltiples. Los factores de estudio fueron, factor A: a la localidad donde se adquirirán las muestras siendo entre ellos los Cantones Mocache, El Empalme y La Maná. Mientras que el factor B fue el estado de madurez de la fruta, siendo la fruta en estado verde y pintón. En la tabla 4 se detalla los factores de estudio involucrados en la investigación.

Tabla 4. Factores de estudio

Código		Factores	Niveles
A	Localidad del mercado	Mocache	a ₁
		El Empalme	a ₂
		La Maná	a ₃
B	Estado de madurez	Verde	b ₁
		Pintón	b ₂

Elaborado por: Macias, 2020.

3.5.2. Esquema del ANDEVA

En la tabla 5 se describe el esquema del ANDEVA que se utilizará en la investigación

Tabla 5. *Esquema del ANDEVA a utilizar en la investigación*

FV		Grados de libertad
Tratamiento	$(A \times B) - 1$	5
Factor A	$(a - 1)$	2
Factor B	$(b - 1)$	1
Interacción	$(a - 1)(b - 1)$	2
Error experimental	$(axb)(n - 1)$	12
Total	$(axbxn) - 1$	17

Elaborado por: Macias, 2020

3.5.3. Arreglo factorial

Se utilizará el arreglo factorial A x B, con los niveles en A=3 y B=2 y R=3 dando como resultado un total de 6 tratamientos.

Tabla 6. *Combinación de los tratamientos para la elaboración de la bebida funcional.*

Nº	Simbología	Combinación
1	a_1b_1	Mocache / Verde
2	a_1b_2	Mocache / Pintón
3	a_1b_3	El Empalme / Verde
4	a_2b_1	El Empalme / Pintón
5	a_2b_2	La Maná / Verde
6	a_2b_3	La Maná / Pintón

Elaborado por: Macias, 2020

3.5.4. Modelo matemático.

Las fuentes de variación para la investigación se efectuaron con el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}.$$

Dónde:

μ = Efecto global

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A; $i = 1, \dots, a$

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B; $j = 1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los factores A y B

R_k = Efecto de la replicación del experimento; $K = 1, \dots, r$

E_{ijk} = residuo de la pulpa de pulpa o error experimental.

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Determinación de Humedad

3.6.2. Minerales

La humedad se determinará por el método INIAP-LSAIA-01.01, la muestra se pierde por volatilización a causa del calor. La cantidad de material residual después de eliminar la humedad, constituye la materia seca.

3.6.3. Determinación de cenizas.

La muestra será incinerada en un horno o mufla a 600 °C, previa calcinación en una placa calentadora, para eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruya será la ceniza, el método a emplearse será INIAP-LSAIA-01.02.

3.6.4. Determinación de proteína.

Las muestras que contienen nitrógeno, contenido en las proteínas y otros compuestos serán digeridas en ácido sulfúrico en ebullición, para transformar el nitrógeno en sulfato de amonio, este residuo será enfriado, se diluirá con agua y se le agregará hidróxido de sodio. El amonio presente será desprendido y a la vez se destilará y se recibirá en una solución de ácido bórico, que luego será titulado en ácido sulfúrico estandarizado, se aplicará el método INIAP MO-LSAIA-01.04.

3.6.5. Determinación de grasa.

El hexano empleado se condensará continuamente, extrayendo materiales solubles al pasar a través de la muestra. El extracto que se recogerá en un balón que al completar el proceso

se destilara y se recogerá, el extracto que permaneciera en el balón se secara y se pesara, el método a utilizarse será INIAP-MO-LSAIA-01.03.

3.6.6. Determinación de fibra

Las muestras libres de humedad (menor al 20%) y grasa (menor al 12%) será digerida primero en una solución ácida y luego con una solución alcalina, los residuos orgánicos restantes, se recogerán en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra se denominará fibra, el método a emplearse será el INIAP MO-LSAIA-01.05.

3.6.7. Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos se determinarán por diferencia restando de 100 el porcentaje de proteína, grasa, humedad, ceniza y fibra bruta (HART y FISHER, 1991).

3.6.8. Determinación de pH

Se pesará 10 g de harina y se añadirá 100 ml de acetona- agua (5:95) luego se disgregará la mezcla con una varilla durante 1 min hasta su homogenización, luego se medirá el pH, previamente calibrado.

3.6.9. Determinación de acidez

La solución en el cual se medirá el pH, servirá para determinar la acidez, es así que se valorará con NaOH 0, 1 N, hasta que cambie de color. Sin embargo, antes a la solución se filtrará y se agregará 3 gotas de fenolftaleína.

3.6.10. Determinación de color

El color se determinará con un colorímetro, que medirá el color de las harinas de banano, colocadas en una placa Petri cubiertas en una superficie de vidrio plano y transparente, se colocará el equipo sobre esta superficie y se realizará el escaneo del color de las harinas.

3.6.11. Determinación de polifenoles totales

Los polifenoles totales se determinarán mediante el método Folin-Ciocalteu, se preparará una curva de calibración de ácido gálico, la absorbancia se medirá en un espectrofotómetro y los resultados se expresarán en mg de ácido gálico equivalente/100 gr.

3.6.12. Carotenoides

Estimación de carotenoides totales a. Medir la concentración de carotenoides totales en espectrofotómetro fijado a 450 nm, usando como blanco la solución de extracción.b.

Calcular la concentración de caroteno (c) en µg/ml por medio de la ecuación siguiente:

$$c = A_{\max} \times M \times 1000 / \varepsilon \times \delta$$

En la cual:

$A_{\max}$ = Absorción determinada a la longitud de onda de 450nm

M = masa molecular de β-caroteno = 537 g/mol

ε = coeficiente de extinción molar del β-caroteno

en acetona (140663 l/mol cm) de acuerdo con

δ = camino óptico (cm) (37)

3.6.12. Análisis microbiológicos.

Los análisis microbiológicos que se realizaran en la harina serán determinación de mohos y levaduras, Coliformes totales, al mejor tratamiento mediante los resultados que produjeran los análisis previos, para posteriormente compararlos con la NTE INEN 616 .

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4. Resultados

4.1. Determinación de acidez previo hacer harina interacción AXB.

Según el análisis de andeva si existió diferencia estadística ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos. El mayor promedio para la variable acidez lo presento el T1a1 (Mocache/Verde) con un valor de 3,70, seguido de T1a2 (Mocache/pintón). El menor promedio se presentó en el T3a1 (El empalme/ Verde) con un promedio de 2,50 (Tabla 7).

Los resultados de acidez obtenidos en este estudio son superiores a los obtenidos por Rebellato *et al*, (2018) (38). En su estudio de fortificación de harina de trigo, para la variable acidez tuvo valores inferiores a los obtenido en este estudio con 2,13, indica también que el porcentaje de acidez depende el tipo de harina y que este también puede aumentar durante el almacenamiento, debido a la hidrólisis de la grasa y al formación de ácidos grasos libres.

Mientras Chávez *et al* ,(2017) (39), en su estudio realizado en Colombia acerca del aislamiento y caracterización parcial de almidón de cultivares de banano; obteniendo un porcentaje de acidez de 2,19 en la variedad dominico en estado verde, este valor es menor a los presentados en este estudio. También indica que un factor en la relatividad de valores de acidez en *musáceas* depende de la fuente de origen botánica.

Tabla 7. Resultado del análisis de acidez de los tratamientos interacción axb previo hacer harina.

Código	Tratamientos	Acidez	
T1a1	Mocache/Verde	3,70	A
T1a2	Moche/Pintón	3,40	b
T2a1	La Maná/Verde	3,20	c
T2a2	La Maná/Pintón	3,30	d
T3a1	El Empalme/Verde	2,50	f
T3a2	El empalme/Pintón	2,90	e
Promedio		3,17	
C.V (%)		0,13	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.2. Determinación de pH previo hacer harina.

Según el análisis de anova si existió diferencia estadística entre los tratamientos ($p \leq 0,05$). El mayor valor de pH lo presentó en el tratamiento T1a2 (Mocache/pintón) con 6,60, seguido del tratamiento T3 con 6,57. Los menores valores se presentaron en los tratamientos T2a2 (La maná/pintón) y T2a1 (La maná/verde) con valores de pH de 6,11 y 6,21 (Tabla 8).

Huang et al, (40)(2019) en su investigación realizada sobre los atributos composicionales y funcionales de harinas tropicales y harina de banano. Para harina de banano determinó un pH de 5,07 inferior a los resultados obtenidos en esta investigación.

Mientras Virulchatapan y Luangasakul, (41) (2020) en su estudio realizado en Tailandia, al estudiar el efecto del periodo de cosecha en las propiedades fisicoquímicas y digestibilidad in vitro de harina de plátano; obtuvo un pH de plátano de 5,30, al cosechar la fruta a los 80 días este valor es inferior al obtenido en este estudio. Los autores también mencionan que los cambios de pH están ligados al ácido málico que es bajo en las primeras etapas de la maduración, pero va aumentando con la maduración del fruto.

Tabla 8. *Determinación de pH de los tratamientos interacción axb previos hacer harina.*

Código	Tratamientos	pH	
T1a1	Mocache/Verde	6,42	c
T1a2	Mocache/Pintón	6,60	a
T2a1	La Maná/Verde	6,21	e
T2a2	La Maná/Pintón	6,11	F
T3a1	El Empalme/Verde	6,57	b
T3a2	El empalme/Pintón	6,32	d
Promedio		6,37	
C.V (%)		0,08	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.3. Determinación del índice de madurez (brix /% acidez interacción axb).

Según el análisis de anova si existió diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, el mayor índice de madurez se presentó en los tratamientos T3a1(El empalme/verde) con 3,80% seguido del tratamiento T1a1 (Mocache/verde) con 3.03%. Los menores porcentajes de índice de madurez se presentaron en los tratamientos T2a2(La maná/pintón) y (La maná/verde) con valores de 2,84 y 2,69% (Tabla9).

Changuri *et al*, (42)(2016), en su investigación de deshidratación osmótica de banano (*Musa cavendish*) obtuvo un valor en sólidos solubles 5,4% superior a los resultados obtenidos en este estudio. Mientras Batista *et al*, (43)(2020) obtuvo valores cercanos a los de este estudio al investigar las cualidades y características de cinco tipos de banano basándose en su diámetro, donde el mayor índice de madurez se presentó en el diámetro de 38mm, mencionando que esto es debido a los contenidos de sólidos solubles expresados en la acidez titulable en frutas maduras, intensificando el sabor dulce.

Tabla 9. *Determinacion del índice de madurez de (°brix / %acidez, interacción axb).*

Código	Tratamiento	IM = ° Brix/% de acidez	
T1a1	Mocache/Verde	3,05	b
T1a2	Mocache/Pintón	2,88	d
T2a1	La Maná/Verde	2,84	e
T2a2	La Maná/Pintón	2,69	F
T3a1	El empalme/Verde	3,80	A
T3a2	El empalme /Pintón	3,03	c
Promedio		3,05	
C.V(%)		0,17	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.4. Determinación de °brix previo hacer harina interacción axb.

Según el análisis de nova si existió significancia estadística ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos .El mayor valor en °Brix los obtuvo el T1a1 (Mocache/verde) con un promedio de 11,30 seguido del tratamiento T1a2(Mocache/pintón) con 9,80°Bx, los menores promedios se presentaron en los tratamientos T3a2(El empalme/pintón) y T2a2(La Maná/pintón)con valores de 8,80y 8,90°Bx.

Siddiqua *et al*, (44)(2018), en su estudio realizado a partir de aplicaciones de hojas de neen en la características de las plantas de banano obtuvo valores similares a los obtenidos en este estudio con un valor de 6.90%°Bx después de dos semanas de almacenamiento.

Los valores presentados en este estudio son inferiores a los obtenidos por Gamboa (45)en el año (2017), en su estudio realizado en Costa Rica al estudiar los parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano. Obteniendo un valor de 17°Bx en la variedad Gros Michel, indicando que el valor de los grados brix se deben al balance de azúcar/acido, que resulta en un sabor agradable en la fruta, además que la acidez varía dependiendo la maduración.

Tabla 10.*Determinacion de °brix interacción axb.*

Código	Tratamiento	°Brix	
T1a1	Mocache/Verde	11,30	a
T1a2	Mocache/Pintón	9,80	b
T2a1	La Maná/Verde	9,10	d
T2a2	La Maná/Pintón	8,90	e
T3a1	El empalme/Verde	9,50	c
T3a2	El empalme /Pintón	8,80	F
Promedio		9,57	
C.V(%)		0,04	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$)

4.5. Determinación del color mediante el método CIELAB de la harina del banano morado mediante análisis colorimétrico.

Para la variable colorimetría si existió diferencia estadística ($p \leq 0,05$) ente los tratamientos, para la carteristas de color L* (luminosidad), el mayor promedio lo presento el tratamiento T1a2 (Mocache/pintón) con el valor de 74,39. La característica a*(componente rojo-verde) el mayor promedio lo presento el tratamiento T1a1 (Mocache/verde) con un valor de 5,86, y para la característica b*(componente amarillo-celeste) el mayor valor lo obtuvo el tratamiento T3a2(El empalme/pintón)con un valor de 31,52(Tabla10). Savlak *et al*, (46) (2016)en su estudio de efecto del tamaño de las partículas en las propiedades físicas de la harina de banano para los parámetro de color CIELAB obtuvo los siguientes L*(85,00)en el parámetro a*(1,83) b*13.73. Los valores obtenidos en los parámetro a*y b*concuerda con los obtenido en este estudio, sin embargo presento mayor luminosidad a lo que respecta con el parámetro L*; Los autores indican que los parámetro CIELAB pueden verse afectados por el tamaño de la partícula de harina un tamaño menor al normal reduce la luminosidad así mismo para el parámetro a* un tamaño reducido de las partículas baja los niveles de pigmentación, mientras para el parámetro b*indica que el contenido amarillo está relacionado con el contenido proteico de la harina.

Anyansi, Afam y Mchau, (47)(2017) en su trabajo de investigación efectos del pretratamiento de ácidos orgánicos en microestructura y propiedades térmicas de la harina, obtuvieron los siguientes valores en los parámetros de color CIELAB, obtuvieron los siguientes valores en la variedad wiliams al trabajar con ácido absorbico L*77, 32,a*3.15y b*17,48; estos valores se acercan a los obtenidos en este estudio. También los autores indica un valor alto en el parámetro L*hace referencia a blanco lo cual es muy importante debido a que este color atrae mucho al consumidor e indica un nivel de decoloración en el procesamiento.Los valores obtenidos en este estudio están dentro de la normativa INEN técnica NTE INEN 528 (32).

Tabla 10. Analisis colorimétrico mediante el método CIELAB de los seis tratamientos de harina de banano morado producto de diferentes localizaciones interacción axb.

Código	Tratamientos	L*	a*		b*	
T1a1	Mocache/Verde	62,93	f	5,86	A	28,46
T1a2	Mocache/Pintón	74,39	b	1,61		f 13,94
T2a1	La Maná/Verde	65,00	e	4,52	c	24,76
T2a2	La Maná/Pintón	79,84	a	2,10	e	14,62
T3a1	El Empalme/Verde	69,65	c	4,03	D	25,10
T3a2	El empalme/Pintón	69,31	d	5,57	b	31,52
Promedio		70,19		3,95		23,07
C.V (%)		0,01		0,08		0,01

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.6. Determinación de la variable fisicoquímica humedad en harina de banano morado en distintas localizaciones interacción axb.

Según el análisis de varianza para la variable fisicoquímica humedad si existió diferencia significativa entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), el mayor porcentaje de humedad se presentó en el tratamiento T1a1 (Mocache/verde) con 13.95% el menor porcentaje de humedad se presentó en el tratamiento T1a2 (Mocache/pintón) con un porcentaje de 8.69% (Tabla 11). Según Farroq *et al*, (48) (2018) en su estudio de características fisicoquímicas de valor agregado a productos de banano, en la variable humedad de harina de banana obtuvo un valor de 7,47%, este porcentaje es cercano al obtenido en este estudio en el tratamiento T2a1 (La mana/pintón) con 5.07%.

Mientras Soares *et al*, (49) (2020) en su estudio de investigación realizado en Brazil sobre la aplicación de antioxidantes en harina verde donde obtuvo porcentajes de humedad del 7,38% a 9,30%, indicando que una bajo contenido de humedad favorece la estabilidad del producto. Obtuvo valores cercanos a los reportados en estudio, además los valores expresados en esta investigación están dentro de la normativa INEN 616 en porcentajes de humedad para harinas donde indica que el máximo de humedad es de 14,5 para harinas de todo uso (50).

Tabla 11. *Determinación de la variable fisicoquímica humedad en harina banana morado interacción axb.*

Código	Tratamientos	Humedad		
T1a1	Mocache/Verde	13,95	a	
T1a2	Mocache/Pintón	8,69		d
T2a1	La Maná/Verde	8,95		c
T2a2	La Maná/Pintón	5,07		e
T3a1	El Empalme/Verde	13,46	b	
T3a2	El empalme/Pintón	13,46	b	
Promedio		10,60		
C.V (%)		0,03		

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.7. Determinación de las variables fisicoquímicas: cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidrato en harina de banano morado en distintas localizaciones interacción axb.

Según el análisis de varianza si existió diferencia significativa ($p \leq 0,05$), para la variable ceniza el mayor promedio en base humedad se presentó en el tratamiento T2a2 (La Mana/pintón) con 3.01%, el menor promedio de ceniza en base húmeda se presentó en el tratamiento T3a1(El empalme /verde) con 2,49%. El mayor promedio de ceniza en base seca se presentó en los tratamientos T1a1(Mocache/verde) y T2a1(La Mana/verde) con una media en común de 3,18%(Tabla 12).

La variable fisicoquímica grasa si presento diferencia estadística ($p \leq 0,05$), entre los tratamientos el mayor porcentaje en base humedad se presentó en el T3a1(El empalme/verde) con el 2.75%, el menor valor se obtuvo en el tratamiento T1a1(Mocache/verde) con el 1,94%. En base húmeda el mayor porcentaje de grasa se presentó en el T3a1(El empalme /verde) con 3,17%; el menor promedio se dio en el tratamiento T1a2(Mocache/pintón) con 2,22% (Tabla 12).

La variable proteína si presento diferencia estadística entre los tratamientos el mayor promedio en base húmeda se presentó en el T3a2 (El Empalme/pintón) con un valor de T3a2 de 1,57% el menor valor se presentó en el tratamiento T2a1 (La mana/verde) con un valor de 1.11%. El mayor promedio de proteína en base seca se presentó en el tratamiento T3a2 (El empalme/pintón) con el 1.81%, el menor valor de proteína en base seca lo obtuvo T2a1(La mana/verde) (Tabla 12).

En la variable de fibra en base húmeda el mayor promedio se presentó en tratamiento T1a2 (Mocache/pintón) con 2,26%, el menor promedio se obtuvo en el T2a2(La mana/pintón) con

un valor de 1,64%.El mayor promedio en base seca se expresó en el tratamiento T1a2 (Mocache/pintón) 2,48%, el menor promedio lo registro el tratamiento T2a1(La Mana/verde) con un valor de 1,22%(Tabla 12).

El mayor promedio en carbohidratos en base húmeda lo presento el tratamiento T2a2(La mana/pintón)con un valor de 86,57%, el menor promedio lo expresaron los tratamientos T3a1(El empalme/verde) y T3 a2(El empalme/pintón)con valores 77,92%-7293%.En base seca el mayor promedio lo registro el tratamiento T2a1(La Maná/verde)con un valor de 91.32%,lo menores valores lo presentaron los tratamientos T3a1(El empalme/verde) y T3a2(El empalme/pintón) con valor de 90,05% y 90,04%(Tabla12).

Campuzano,Rosell y Cornejo (51) (2018) en características fisicoquímicas y nutricionales de la harina de banano durante distintas etapas de maduración en Ecuador se obtuvo los siguientes valores similares en las variables grasa 3.67%,proteína 5,52%, ceniza 2,27%, carbohidratos 80,41en la etapa de maduración número , sin embargo el valor de proteína fue superior al de este estudio obteniendo un valor de 5,42%, este valor de proteína superior es debido a que están relacionadas a las rutas metabólicas que se forman durante la maduración y la senescencia de las frutas. Mientras Segundo et al, (52) (2016) , en su estudio de harina fraccionada mecánicamente de bananos con el fin de aumentar la fibra dietética, al analizar las variables fisicoquímicas obtuvo valores muy similares a este estudio que oscilaron en los siguientes valores proteína 3,34, cenizas 2,36, carbohidratos y fibra 2,04;al trabajar con una estructura fina de harina expresando que los valores de fibra concatenados con la cantidad de polifenoles, debido a que la fibra retiene la capacidad antioxidante. También Huang *et al*, (40)(2019) señala que el mayor contenido de las harinas de banano es el carbohidratos que su estudio obtuvieron valores en base seca de 82,52y 91,68g/100g, estos datos concuerdan con los obtenidos en este estudio, expresa que los altos niveles de carbohidratos están asociados con los niveles de almidón, así mismo los valores de cenizas y grasas estuvieron cercanos a los registrados en este estudio.

Tabla 12. Determinación de las variables fisicoquímicas ceniza, grasa, proteína, fibra y carbohidrato en harina de banano morado en distintas localizaciones interacción axb.

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

Características fisicoquímicas en base húmeda.										
Código	Tratamientos	Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra		Carbohidratos
T1a1	Mocache/Verde	2,74	c	1,94	F	1,14	c	1,86	d	78,37 d
T1a2	Mocache/Pintón	2,89	b	2,03	e	1,14	c	2,26 a		82,98 c
T2a1	La Maná/Verde	2,90	b	2,26	c	1,11	d	1,64	e	83,15 b
T2a2	La Maná/Pintón	3,01	a	2,18	d	1,31	b	1,86	d	86,57 a e
T3a1	El Empalme/Verde	2,49	e	2,75 a		1,30	b	2,08 b		77,93
T3a2	El empalme/Pintón	2,56	d	2,61 b		1,57 a		1,88 c		77,92 e
Promedio		2,77		2,30		1,26		1,93		81,15
C.V (%)		0,12		0,18		0,32		0,17		0,01
Características fisicoquímicas en base seca.										
Código	Tratamientos	Cenizas		Grasa		Proteína		Fibra		Carbohidratos
T1a1	Mocache/Verde	3,18	a	2,26	e	1,32	d	2,16	d	91,08 c
T1a2	Mocache/Pintón	3,17	b	2,22	F	1,25	e	2,48 a		90,88 d
T2a1	La Maná/Verde	3,18	a	2,48	c	1,22	f	1,8	f	91,32 a
T2a2	La Maná/Pintón	3,17	b	2,30	d	1,38	c	1,96	e	91,19 b
T3a1	El Empalme/Verde	2,88	d	3,17 a		1,50	b	2,40 b		90,05 e
T3a2	El empalme/Pintón	2,96	c	3,02 b		1,81	a	2,17 c		90,04 e
Promedio		3,09		2,58		1,41		2,16		90,77
C.V (%)		0,11		0,18		0,29		0,15		0,02

4.8. Determinación del contenido de polifenoles totales y carotenoides interacción axb.

Según el análisis de anova si existió diferencias significativas para las variable polifenoles totales el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T1a2(Mocache/pintón)con 2.43%.Mientras el menor promedio se presentó en T3a1 con 1,99%.La variable contenido de capacidad antioxidante presento diferencia estadística ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos el mayor promedio lo presento el T2a2(La Maná/pintón)con el 28,70%, el menor promedio lo presento el tratamientoT3a1(El empalme/verde)con un valor de 22,20%(Tabla13.)

Estos resultados fueron similares a los reportados por Díaz et al, (53)(2019) ,en su estudio de análisis de contenidos fenólicos y actividad antioxidante de snacks Elaborados con Harinas de Plátano (*Musa paradisiaca*) y Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)obteniendo valores en polifenoles totales de 1,57Y 24,10ug en caratenoides. Begoña et al, (7)2017hace énfasis que el contenido de carotenoides está ligado a factores ; como genotipo, la etapa de maduración, manejo agronómico y manejo poscosecha.Los carotenoides en las dietas son de suma importancia debido a que aportan provitamina A (α -caroteno, β -caroteno y β -criptoxantina), el licopeno, la luteína y lazeaxantina, que suelen ser los mayoritarios en plasma y tejidos humanos.

Anyasi et al, (54)(2015), indica que los polifenoles son los antioxidantes más importantes que se pueden derivar de una fruta, además los polifenoles en las plantas actúan como mecanismos de defensa bajo condiciones de estrés, alteraciones de temperaturas, exposición a rayos UV y ataques a patógenos

Tabla 13. *Determinación de los contenidos polifenoles totales y carotenoides axb.*

Código	Tratamientos	Polifenoles totales		Carotenoides	
T1a1	Mocache/Verde	0,87	d	24,07	e
T1a2	Mocache/Pintón	2,43	a	24,70	d
T2a1	La Maná/Verde	0,86	e	26,70	b
T2a2	La Maná/Pintón	2,00	b	28,70	a
T3a1	El Empalme/Verde	0,82	f	22,20	f
T3a2	El empalme/Pintón	1,99	c	26,22	c
Promedio		1,50		25,43	
C.V (%)		0,27		0,02	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.9. Determinación de análisis microbiológico de bacterias coliformes y mohos y levaduras interacción axb.

Según el análisis de varianza si existió diferencia estadística ($p \leq 0,05$), entre los tratamientos el mayor valor de mohos y levaduras se presentó en T3a1(El empalme/verde) con un valor de $3,85 \times 10^{-2}$ Ufcg⁻¹, los menores valores se presentaron el tratamiento T2a2(La Maná/pintón) con un valor de $0,43 \times 10^{-2}$. En la variable coliformes totales el mayor valor se registró en el T3a2(El empalme/pintón) con un valor de 23,60 Ufcg⁻¹, el menor promedio de bacterias coliformes se registró en T1a1(Mocache/verde) con un valor de 17,30 Ufcg⁻¹ (Tabla 14.). Los valores obtenidos en el análisis microbiológicos de bacterias coliformes y mohos levaduras son similares a los registrados Espinoza et al, (54)(2016), en su estudio de análisis de la calidad de harina de banano en Tabasco, México, indicando que las bacterias coliformes, mohos y levadura depende en gran parte del manejo de la materia prima al momento del procesamiento al momento de fabricar la harina, además de los porcentajes de los humedad. Los valores registrados en este estudio están dentro de los requeridos en las normas INEN técnica NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02 (32)

Tabla 14. Determinación de análisis microbiológicos interacción axb.

.Código	Tratamientos	Mohos y levaduras Ufcg ⁻¹		Coliformes Totales Ufcg ⁻¹	
T1a1	Mocache/Verde	$3,2 \times 10^{-2}$	d	17,30	e
T1a2	Mocache/Pintón	$3,4 \times 10^{-2}$	c	18,30	d
T2a1	La Maná/Verde	$0,9 \times 10^{-2}$	e	20,70	b
T2a2	La Maná/Pintón	$0,43 \times 10^{-2}$	f	19,70	c
T3a1	El Empalme/Verde	$3,85 \times 10^{-2}$	a	19,60	c
T3a2	El empalme/Pintón	$3,75 \times 10^{-2}$	b	23,60	a
Promedio		2,59		19,87	
C.V (%)		0,30		0,60	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

Tabla15.*Determinacion de minerales en la harina de banano morado interacción axb.*

Código	Tratamientos	Calcio		Fosforo		Mg		Na		K	
T1a1	Mocache/Verde	0,04	b	0,08	b	0,11	a	0,01	a	1,38	d
T1a2	Mocache/Pintón	0,04	b	0,09	a	0,10	b	0,01	a	1,44	b
T2a1	La Maná/Verde	0,02	c	0,04	e	0,09	c	0,01	a	1,31	e
T2a2	La Maná/Pintón	0,03	b	0,05	d	0,09	c	0,02	a	1,48	a
T3a1	El Empalme/Verde	0,05	a	0,07	c	0,11	a	0,01	a	1,25	f
T3a2	El empalme/Pintón	0,04	b	0,09	a	0,10	b	0,01	a	1,44	c
Promedio		0,04		0,07		0,10		0,01		0,24	
C.V (%)		11,31		3,33		0,94		123		1,22	

Los promedios con las letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.10. Determinación de minerales en la harina de banano morado interacción axb.

Según el análisis de varianza para el mineral calcio si existió diferencia estadística ($p \leq 0,05$) el mayor promedio lo presento T3a1 (El empalme/verde) con el 0.05%, el menor promedio se registró en el T2a1 (La Maná/verde) 0.02%. Para el mineral fosforo si existió diferencia estadística el mayor promedio se dio en el T1a2 (Mocache/pintón) con el 0.09%, el menor valor se obtuvo en el T2a (La Maná/verde). En el mineral Magnesio según el análisis de varianza si existió diferencia estadística entre los tratamientos ($p \leq 0,05$) el mayor promedio se registró en T1a1 (Mocache/verde) con un promedio del 0,11, los menores promedios lo presentaron en los tratamientos T2a1 (La Maná/verde) y T2a2 (La maná/pintón) (Tabla 15.). El mineral Na (Sodio) no presento diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo el mayor promedio se presentó en el T2a2 (La Maná/pintón). El mineral potasio si presento diferencia estadística entre los

Tratamientos el mayor promedio se presentó en el T2a1(La Mana/pintón) con un valor de 1,48%, el menor porcentaje de potasio los obtuvo T3a1(El empalme/verde) con un valor de 1,25%.

Estos valores son muy similares a los obtenidos por Amini Khoozani *et al*, (2019) (55) es su estudio de propiedades de textura y características de la harina de banano obteniendo como resultado la mayor concentración de minerales se dio en los elementos K, Mg, Ca, Zn: La variación de macro minerales se puede dar por características genéticas del banano, las condiciones ambientales y manejo de fertilización. Mientras *et al*, (56) (2015), indica que los contenidos de minerales se expresan en los porcentajes de ceniza. Mientras Amini Khoozani *et al*, (57) (2020) al evaluar el efecto de la fortificación de la harina verde fisicoquímica y nutricional, indica que los minerales son claves en la salud humana debido a que intervienen en procesos enzimáticos, los minerales que se destacaron en su estudio fueron, Ca, Mg, estos datos están de acuerdo a los resultados obtenidos en la actual investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se concluye que el menor contenido de humedad lo presento el tratamiento T2a2(La maná/pintón) con 5,07%; siendo importante una baja humedad para la estabilización durante el almacenamiento. El mayor contenido de cenizas se presentó en el T2a1(Mocache/verde)y T1a2(La maná /verde)con un promedio en común de 3,18.El mayor contenido de grasa se presentó en el tratamiento T3a1(El empalme/verde)con el valor de 3,17.El mayor promedio de proteína se registró en el T2a2(El empalme/pintón) con el 1,57;se observó que la proteína aumenta con la maduración debido a que interviene en algunos procesos de senescencia. El mayor contenido de fibra se expresó en Ta1a2(Mocache/pinton)con un valor de 2,48. La harina de banano en su mayor porcentaje está conformada por carbohidratos, obteniendo el mayor porcentaje en T3a1(La Maná/verde) con el 91,32%.
- El mayor contenido de polifenoles se registró en T1a2(Mocache/pinton) con el 2,43%, el mayor contenido de carotenoides se registró T2a2(La Maná/pintón) con 24,70Ug.se determino que el contenido de fibra está relacionada a la cantidad de polifenoles debido a que la fibra retiene la capacidad antioxidantes, además se observó que la harina de banano tiene alta cantidad de carotenoides , importantes en la salud humana debido que estan relacionados con los tejidos y el plasma.
- En la variables minerales se observó mayor concentración en el mineral potasio con un valor de T2a2 (La Maná/pintón) con un 1,48.El elemento Magnesio se presentó en mayor número que el calcio, sodio y fosforo, el mayor valor de magnesio se registró en T1a1(Mocache/verde)con un valor de 0,11%.Los minerales son esenciales por que intervienen en las actividades enzimáticas.

- La materia previo hacer harina presento las siguientes características, el mayor valor de acidez lo expreso el T1a1(Mocache/verde) con un valor de acidez de 3,70, el mayor promedio de pH se registró en el T1a2(Mocache/pintón) con 6,60, este aumenta conforme aumenta la maduración, el mayor índice de madurez lo presento el T3a1(El empalme/verde) con 3,80 este valor depende los sólidos solubles y la acidez. El mayor valor en °Bx lo presento el T1a1(Mocache/verde) con un valor de 11°Bx este valor depende de los azucares y los ácidos responsables de dar un sabor agradable a la fruta, además puede estar involucrado con el diámetro de la fruta.
- El parámetro CIELAB los mayores promedios para el parámetro L* que expresa el color blanco o luminosidad el mayor promedio lo obtuvo T2a2(La Maná/pintón) con un valor de 79,81 y parámetro de color a* obtuvo un mayor promedio en T1a1(componente-rojo verde) y para el parámetro b* (componente amarillo-celeste) T3a2(Mocache/pintón) el parámetro amarillo en las harina está relacionado con los valores de proteína. Los valores análisis obtenidos estuvieron dentro de la normativa NTE INEN 528.
- En el análisis microbiológicos en las variables mohos y levaduras el menor valor se obtuvo en el T2a2(La Maná/pintón) con $0,43 \times 10^{-2}$. En coliformes totales se presentó en presente el menor valor T1a1(Mocache/verde). Los resultados de los análisis microbiológicos estuvieron dentro de la normativa INEN técnica NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02.
- Se observó que la proteína aumenta con la maduración debido a que interviene en algunos procesos de senescencia. Además, que la harina en su mayor porcentaje está formada por carbohidratos.
- El contenido de fibra está relacionada a la cantidad de polifenoles debido a que la fibra retiene la capacidad antioxidante, además se observó que la harina de banano tiene alta cantidad de carotenoides, importantes en la salud humana debido que están relacionados con los tejidos y el plasma.

- Los minerales son esenciales por que intervienen en las actividades enzimáticas
- El parámetro amarillo en la harina está relacionado con los valores de proteína. Los valores análisis obtenidos estuvieron dentro de la normativa NTE INEN 528.
- Los resultados de los análisis microbiológicos estuvieron dentro de la normativa INEN 616.

5.2. Recomendaciones.

- Socializar los resultados de esta investigación con los pequeños y medianos productores de banano morado con el fin de potencializar el cultivo y proporcionarle la metodología de industrialización de la fruta
- Difundir las características nutricionales de la harina de banano morado con fines de convertirlas en un insumo de la industria alimenticia.
- Continuar desarrollando investigaciones con los subproductos de banano morado.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas.

1. Proaño C. Investigación de mercado para la exportación y la comercialización de banana deshidratada a Irlanda. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Licenciada en Ciencias Económicas y Administrativas mención Negocios Internacionales. Quito.
2. Alonso-Rossel S, Montero-Nuñez S. Efecto de la adición de ácido ascórbico y harina de plátano (*Musa paradisiaca*) en las características tecnológicas de un pan de molde funcional. Universidad Nacional del Santa.
3. Martínez , Cayón D. Dinámica del crecimiento y desarrollo del Banano (*Musa AAA* Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). 2011; 64(2): p. 11.
4. Pacheco E, Testa G. Evaluación nutricional, físico-química y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*. 2005; 30(5): p. 300-304.
5. Patthamakanokporn O, Puwastien P, Nitithamyong A, P S. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *J. Food Composition Analysis*. 2008; 21: p. 241-248.
6. Padilla F, Rincon A, Bou-Rached L. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2008; 58(3): p. 84-102.
7. Begoña Olmedillo a, Mercadante A, Hornero Méndez D. Tabla de contenido en carotenoides de alimentos iberoamericanos. En.; 2017.
8. Núñez A. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. *Revista Cuaban de Salud Pública*. 2011; 37: p. 644-660.
9. Robinson J, Galán V. Plátanos y Bananas Madrid: Mundi Prensa; 2012.
10. Ochse J, Soule M, Dijkman M, Wehlburg G. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales México: Limusa; 1986.

11. Nadal R, Manzo G, Orozco J, Guzmán S. Diversidad genética de bananos y plátanos (musa spp.) determinada mediante marcadores rapd. Revista Fitotecnia Mexicana. 2009; 32(1): p. 1-7.
12. Cabrera F. Impacto En El Sector Bananero Pequeño Y Mediano De La Ley Orgánica De Incentivos A La Producción Y Prevención Del Fraude Fiscal Expedida El 29 De Diciembre De 2014. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
13. ICBF. Tabla de Composición de Alimentos. Alimento: Banano común (musa sapientum)..
14. Romero J. Efecto antagónico de C. rugosa sobre microorganismos contaminantes de la uchuva nativa (Physalis peruviana). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
15. Salazar V, Duran G, Acosta R. El banano y su consumo en el Ecuador. Revista Publicando. 2017; 4(13).
16. Moreiras O, Carbajala A, Cabrera LCC. Tabla de composición de alimentos. Décima sexta ed.: Editorial Pirámide; 2013.
17. Marquez A, Salazar E. Analisis de los niveles de desperdicio del mucilago de cacao y su aprovechamiento como alternativa de biocombustible. Milagro- Ecuador:, Facultad de ciencias de la ingenieria.
18. Merchán M, Ochoa J. Análisis de las características organolépticas del banano tipo cavendish para su aplicación en la repostería y pastelería de autor. Cuenca: Universidad de Cuenca.
19. Dávila-Cuesta J, Moreira-Coello D. Propiedades nutricionales del banano en la Alimentación escolar. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
20. Campuzano A, Cornejo F, Ruiz O, Peralta R. Efecto del Tipo de Producción de Banano Cavendish en su Comportamiento poscosecha. Revista Tecnológica ESPOL. 2010; 23(2): p. 41-48.
21. Gómez-Calle MF. Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (Musa acuminata AAA) en dos zonas productoras distintas. Guayaquil.
22. Aguilar-Ramón R. La Producción Y Exportación Del Banano Y Su Incidencia En La Economía Ecuatoriana En El Periodo 2008 - 2013. Guayaquil.

23. De Orbaneja J. www.lareserva.com. [Online]; 2014. Disponible en: http://www.lareserva.com/platano_rojo.
24. Diario El Campesino. www.elcampesino.com. [Online]; 2018. Disponible en: <https://www.elcampesino.co/conoces-el-banano-rojo/>.
25. López B, Carvajal L. Elaboracion de un alimento con base en harina de banano (*Musa paradisiaca*) fortificada con hierro y zinc aminoquelados, calcio microencapsulado y folato. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 2012; 1(14).
26. Jaramillo D. Evaluacion del proceso de obtencion de harinas de la cáscara de *Musa Paradisiaca* (banano) para la elaboracion de balanceados en Santo Domingo de los Tsachilas. Tesis de grado previo a la obtención del Título: Ingeniero Agroindustrial. Quevedo-Ecuador.
27. Echeverría G, Lara I, Graell J, López ML. La calidad organoléptica de la fruta. *Horticultura internacional*. 2008.
28. Anzora A, Fuentes C. Obtención de un colorante a partir de *Musa paradisiaca* (plátano verde) con aplicación en la industria textil..
29. Kumar P. raditional and Medicinal Uses of Banana. *Redalyc*. 2012; 1(3): p. 51-63.
30. Perez-Vizcaino F, Duarte J, Jimenez R, Santos-Buelga C. Antihypertensive effects of the flavonoid quercetin. *Pharmacol Rep*. 2009; 61: p. 67-75.
31. Londoño J. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad..ISBN: 978-958-8406-14-5.
32. INEN. NTN INEN 616: Harina de trigo. Requisitos. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalizaacion.
33. Requena JM. Harinas. Granada.
34. Flores-Navarrete D. www.uce.edu.ec/. [Online], Quito; 2018. Acceso 11 de diciembrede 2019. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16340/1/T-UCE-0008-CQU-027.pdf>.
35. INIAP. Departamento Agrometeorologico del INIAP Estacion Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo.

36. Cazau P. Introducción a la investigación en ciencias sociales. Tercera ed. Buenos Aires: UNEX; 2006.
37. Ibanez F. Protocolo para la determinación de carotenoides en frutos nativos. 2018.
38. Rebellato AP, Klein B, Wagner R, Juliana A, Pallone L. Fortification of whole wheat flour with different iron compounds: effect on quality parameters and stability. *Journal of food Science and Technology*. 2018; 55(9).
39. Chavez Salazar A, Pérez B, L.A , Acevedo A, Castellanos Galeano F, Álvarez-Barreto C. Isolation and partial characterization of starch from banana cultivars grown in Colombia. *Journal of Biological Macromolecules*. 2017; 98: p. 240-246.
40. Huang S, Martinez M, Bohrer B. The Compositional and Functional Attributes of Commercial Flours from Tropical Fruits (Breadfruit and Banana). *Foods*. 2019; 8(586).
41. Virulchatapan PaLN. Effect of harvesting period on physicochemical properties and in vitro digestibility of banana flour. *International Journal of Agricultural Technology*. 2020; 16(2): p. 517-528.
42. Changuri L, Sanchez M, Flammia V, Tadini C. Green Banana (*Musa cavendishii*) Osmotic Dehydration by Non-Caloric Solutions: Modeling, Physical-Chemical. *Food Bioprocess Technol*. 2016.
43. Batista Bolfarini AC, Azevêdo Souza JM, Souza M, Bibiano Ferreira R, Loenoel M. Ideal harvest stage and quality descriptors of 5 banana cultivars based on 5 fruit diameters. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2020; 32(3): p. 220-228.
44. Siddiqua M, Kamal Uddin Khan SA, Tabassum P, Sultan S. Effects of neem leaf extract and hot water treatments on shelf life and quality of banana. *Journal of Bangladesh Agricultural University*. 2018; 16(3): p. 351-356.
45. Gamboa BS. Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Agronomia Mesoamericana*. 2017; 28(3).
46. Savlak N, Türker B, Yesilkanat N. Effects of particle size distribution on some physical, chemical. *Food Chemistry*. 2016; 213: p. 180-186.

47. Anyasi T, Jideani A, Mchau G. Effects of organic acid pretreatment on microstructure, functional and thermal properties of unripe banana flour. *Food Measure*. 2017; 11: p. 99-110.
48. Muhammad F, Saghir Ahmed S, Fatima Miano TuN. Journal of agricultural research. PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF VALUE ADDED BANANA PRODUCTS. 2018; 56(4): p. 265-269.
49. Soares Carneiro T, Santos de Oliveira GL, dos Santos J, Lessa Constant PB, Gutierrez Carnellosi MA. Avaliação da farinha de banana verde com aplicação de antioxidantes. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6(5): p. 28634-28646.
50. INEN. INEN 616. [Online]; 2015. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te-inen-616-4.pdf>.
51. Campuzano A, Rosell C, Cornejo F. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*. 2018; 256: p. 11-17.
52. Segundo C, Román L, Gómez M, Martinez M. Mechanically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii*). *Food Chemistry*. 2016.
53. Díaz-Osorio A, -Castaño Martinez M, Contreras Calderon J, Cabrera Gallardo C. Índice Glucémico in vitro, Contenido fenólico y Actividad Antioxidante de Snacks Elaborados con Harinas de Plátano (*Musa paradisiaca*) y Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Información tecnológica*. 2019; 30(5).
54. Anyasi T, Jideani A, Mchau G. Effect of organic acid pretreatment on some physical, functional and antioxidant properties of flour obtained from three unripe. *Food Chemistry*. 2015; 515-522.
55. Amini Khoozani A, Birch J, Bekhit. EA. Textural properties and characteristics of whole green banana four produced by air-oven and freeze-drying processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019;; p. 1533–1542.
56. Montoya López J, Quintero C,D, Lucas Aguirre C. Caracterización de harina y almidón de frutos de banano Gros Michel (*Musa acuminata* AAA). *Acta agronomica*. 2015; 64(1): p. 11-21.
57. Amini Khoozani A, Binian K, Birch J, El-Din Ahmed Bekhit A. The effect of bread fortification with whole green banana flour of its Physicochemical ,Nutritional and in vitro digestibility. *Foods*. 2020; 9(2).

58. Espinoza Moreno J, Centurion H, Mayo Mosqueda A, Garcia Correa C, Martinez Morales A, Garcia Alamilla P, et al. CALIDAD DE HARINA DE TRES CULTIVARES DE BANANO (*Musa spp.*). Agrociencia. 2016; 52(2).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos.

7.1.1. Análisis de varianza de las variables en estudio

Anexo1. Analisis de varianza de los °Brix.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix	18	1,00	1,00	0,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,90	5	2,58	154824,60	<0,0001
Factor A	8,74	2	4,37	262171,00	<0,0001
Factor B	2,87	1	2,87	172320,33	<0,0001
Factor A*Factor B	1,29	2	0,65	38730,33	<0,0001
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		
Total	12,90	17			

Anexo2. Analisis de varianza de carbohidratos en base húmeda y en base secca.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Carbohidrato humedo	18	1,00	1,00	0,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	195,58	5	39,12	2346960,60	<0,0001
Factor A	146,20	2	73,10	4386097,00	<0,0001
Factor B	32,13	1	32,13	1928008,33	<0,0001
Factor A*Factor B	17,24	2	8,62	517300,33	<0,0001
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		
Total	195,58	17			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Carbohidrato Seco	18	1,00	1,00	0,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,77	5	0,95	4521,50	<0,0001
Factor A	4,69	2	2,34	11098,45	<0,0001
Factor B	0,05	1	0,05	227,61	<0,0001
Factor A*Factor B	0,04	2	0,02	91,50	<0,0001
Error	2,5E-03	12	2,1E-04		

Total	4,78	17
-------	------	----

Anexo3. Análisis de varianza de cenizas en base seca y base húmeda

Ceniza base humedad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza base humedad	18	1,00	1,00	0,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,63	5	0,13	11417,30	<0,0001
Factor A	0,57	2	0,29	25758,50	<0,0001
Factor B	0,06	1	0,06	5100,50	<0,0001
Factor A*Factor B	0,01	2	2,6E-03	234,50	<0,0001
Error	1,3E-04	12	1,1E-05		
Total	0,63	17			

Ceniza base seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza base seca	18	1,00	1,00	0,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,28	5	0,06	4983,20	<0,0001
Factor A	0,27	2	0,13	12012,50	<0,0001
Factor B	1,8E-03	1	1,8E-03	162,00	<0,0001
Factor A*Factor B	0,01	2	4,1E-03	364,50	<0,0001
Error	1,3E-04	12	1,1E-05		
Total	0,28	17			

Anexo4. Análisis de varianza de los parámetros CIELAB.

L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L	18	1,00	1,00	0,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	574,43	5	114,89	3446577,87	<0,0001
Factor A	46,95	2	23,48	704313,17	<0,0001
Factor B	336,96	1	336,96	10108824,00	<0,0001
Factor A*Factor B	190,51	2	95,26	2857719,50	<0,0001
Error	4,0E-04	12	3,3E-05		
Total	574,43	17			

a

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a	18	1,00	1,00	0,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46,54	5	9,31	1675535,20	<0,0001
Factor A	7,08	2	3,54	637441,00	<0,0001
Factor B	13,18	1	13,18	2371600,00	<0,0001
Factor A*Factor B	26,28	2	13,14	2365597,00	<0,0001
Error	6,7E-05	12	5,6E-06		
Total	46,54	17			

b

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b	18	1,00	1,00	0,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	786,30	5	157,26	14153326,39	<0,0001
Factor A	254,21	2	127,10	11439255,50	<0,0001
Factor B	166,35	1	166,35	14971391,99	<0,0001
Factor A*Factor B	365,74	2	182,87	16458364,49	<0,0001
Error	1,3E-04	12	1,1E-05		
Total	786,30	17			

Anexo5.Determinación de acidez.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	18	1,00	1,00	0,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,56	5	0,51	30719,53	<0,0001
Factor A	2,18	2	1,09	65480,33	<0,0001
Factor B	0,02	1	0,02	1323,00	<0,0001
Factor A*Factor B	0,36	2	0,18	10657,00	<0,0001
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		
Total	2,56	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01120

Error: 0,0000 gl: 12

Factor A	Factor B	Medias n	E.E.
----------	----------	----------	------

Mocache	Verde	3,68	3	2,4E-03	A		
Mocache	Pinton	3,40	3	2,4E-03		B	
La mana	Pinton	3,30	3	2,4E-03			C
La mana	Verde	3,20	3	2,4E-03			D
El empalme	Pinton	2,90	3	2,4E-03			E
El empalme	Verde	2,50	3	2,4E-03			F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo6. Analisis de varianza determinación de fibra.

Fibra humeda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fibra humedad	18	1,00	1,00	0,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	5	0,14	12424,40	<0,0001
Factor A	0,31	2	0,16	14103,50	<0,0001
Factor B	0,09	1	0,09	7938,00	<0,0001
Factor A*Factor B	0,29	2	0,14	12988,50	<0,0001
Error	1,3E-04	12	1,1E-05		
Total	0,69	17			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fibra seca	18	1,00	1,00	0,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,99	5	0,20	17848,10	<0,0001
Factor A	0,72	2	0,36	32439,50	<0,0001
Factor B	0,03	1	0,03	2964,50	<0,0001
Factor A*Factor B	0,24	2	0,12	10698,50	<0,0001
Error	1,3E-04	12	1,1E-05		
Total	0,99	17			

Anexo 7. Analisis de varianza índice de madurez

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
G Brix%	18	1,00	1,00	0,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,29	5	0,46	16475,52	<0,0001
Factor A	1,33	2	0,66	23868,60	<0,0001
Factor B	0,60	1	0,60	21516,80	<0,0001
Factor A*Factor B	0,36	2	0,18	6561,80	<0,0001
Error	3,3E-04	12	2,8E-05		
Total	2,29	17			

Anexo8. Analisis de varianza parámetros de grasa en base húmeda y seca.

Grasas base humedad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasas base humedad	18	1,00	1,00	0,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,56	5	0,31	18732,00	<0,0001
Factor A	1,51	2	0,75	45268,00	<0,0001
Factor B	0,01	1	0,01	481,33	<0,0001
Factor A*Factor B	0,04	2	0,02	1321,33	<0,0001
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		
Total	1,56	17			

Grasa base seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa base seca	18	1,00	1,00	0,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,59	5	0,52	23333,80	<0,0001

Factor A	2,51	2	1,25	56442,25	<0,0001
Factor B	0,07	1	0,07	3025,00	<0,0001
Factor A*Factor B	0,02	2	0,01	379,75	<0,0001
Error	2,7E-04	12	2,2E-05		
Total	2,59	17			

Anexo 9. Analisis de varianza del porcentaje de humedad

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	18	1,00	1,00	0,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	193,57	5	38,71	3484269,20	<0,0001
Factor A	129,49	2	64,74	5826938,00	<0,0001
Factor B	41,77	1	41,77	3759282,00	<0,0001
Factor A*Factor B	22,31	2	11,16	1004094,00	<0,0001
Error	1,3E-04	12	1,1E-05		
Total	193,57	17			

Anexo 10. Analisis de varianza de pH.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph	18	1,00	1,00	0,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,59	5	0,12	4232,48	<0,0001
Factor A	0,43	2	0,22	7743,80	<0,0001
Factor B	0,02	1	0,02	583,20	<0,0001
Factor A*Factor B	0,14	2	0,07	2545,80	<0,0001
Error	3,3E-04	12	2,8E-05		
Total	0,59	17			

Anexo 11. Polifenoles totales.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Polifenoles Totales	18	1,00	1,00	0,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,82	5	1,56	93814,20	<0,0001
Factor A	0,22	2	0,11	6691,00	<0,0001
Factor B	7,44	1	7,44	446216,33	<0,0001
Factor A*Factor B	0,16	2	0,08	4736,33	<0,0001
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		
Total	7,82	17			

Anexo12. Corotenoides

Capacidad antioxidante

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Capacidad antioxidante	18	1,00	1,00	0,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,26	5	15,45	927144,00	<0,0001
Factor A	46,47	2	23,23	1393987,00	<0,0001
Factor B	22,09	1	22,09	1325345,33	<0,0001
Factor A*Factor B	8,71	2	4,35	261200,33	<0,0001
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		
Total	77,26	17			

Anexo 13. Analisis de varianza de microminerales.

Calcio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calcio	18	0,92	0,88	11,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,2E-03	5	4,5E-04	26,73	<0,0001
Factor A	1,7E-03	2	8,4E-04	50,33	<0,0001
Factor B	5,6E-06	1	5,6E-06	0,33	0,5744
Factor A*Factor B	5,4E-04	2	2,7E-04	16,33	0,0004
Error	2,0E-04	12	1,7E-05		

Total	2,4E-03	17
-------	---------	----

Fosforo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fosforo	18	0,99	0,98	3,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	5	1,2E-03	224,20	<0,0001
Factor A	0,01	2	2,6E-03	469,00	<0,0001
Factor B	9,4E-04	1	9,4E-04	169,00	<0,0001
Factor A*Factor B	7,8E-05	2	3,9E-05	7,00	0,0097
Error	6,7E-05	12	5,6E-06		
Total	0,01	17			

Anexo 14. Analisis de varianza de análisis de los laboratorios de Quito y Santo Domingo.



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. YANDER MACIAS	Número Muestra:	6887
		Fecha Ingreso:	21/02/2020
		Impreso:	04/03/2020
Tipo muestra:	Harina de Banano morado	Fecha entrega:	06/03/2020
Identificación:	T2A1 - La Maná verde		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	8,95	1,11	2,26	2,90	1,64	83,15
Seca		1,22	2,48	3,18	1,80	91,32

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. YANDER MACIAS	Número Muestra:	6886
		Fecha Ingreso:	21/02/2020
		Impreso:	04/03/2020
Tipo muestra:	Harina de Banano morado	Fecha entrega:	06/03/2020
Identificación:	T1A2 - Mocache pinton		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	8,69	1,14	2,03	2,89	2,26	82,98
Seca		1,25	2,22	3,17	2,48	90,88

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Litz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. YANDER MACIAS	Número Muestra:	6885
		Fecha Ingreso:	21/02/2020
		Impreso:	04/03/2020
Tipo muestra:	Harina de Banano morado	Fecha entrega:	06/03/2020
Identificación:	T1A1 - Mocache verde		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	13,95	1,14	1,94	2,74	1,86	78,37
Seca		1,32	2,26	3,18	2,16	91,08

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. YANDER MACIAS	Número Muestra:	6889
		Fecha Ingreso:	21/02/2020
		Impreso:	04/03/2020
Tipo muestra:	Harina de Banano morado	Fecha entrega:	06/03/2020
Identificación:	T3A1 - El Empalme verde		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	13,46	1,30	2,75	2,49	2,08	77,93
Seca		1,50	3,17	2,88	2,40	90,05

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. YANDER MACIAS	Número Muestra:	6889
		Fecha Ingreso:	21/02/2020
		Impreso:	04/03/2020
Tipo muestra:	Harina de Banano morado	Fecha entrega:	06/03/2020
Identificación:	T3A1 - El Empalme verde		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	13,46	1,30	2,75	2,49	2,08	77,93
Seca		1,50	3,17	2,88	2,40	90,05

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

Anexo15. Analisis de minerales realizados en el INIAP.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, Cutigagua Tls. 2690891-3087134. Fax: 3087134
Casilla postal 17-01-340

INFORME DE ENSAYO No: 20-041

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Diego Tuárez
DIRECCIÓN: Quevedo
FECHA DE EMISIÓN: 9 de marzo de 2020
FECHA DE ANÁLISIS: Del 26 de febrero al 9 de marzo de 2020

INSTITUCIÓN:
ATENCIÓN:
FECHA DE RECEPCIÓN: 26/02/2020
HORA DE RECEPCIÓN: 09H35
ANÁLISIS SOLICITADO: Macroelementos, polifenoles, carotenoides

Particular
Sr. Diego Tuárez

ANÁLISIS	HUMEDAD	Cs ⁺	P ⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
20-0313	10.40	0.04	0.06	0.11	1.38	0.01	Harina de Plátano T1A1
20-0314	10.92	0.04	0.09	0.10	1.49	0.01	Harina de Plátano T1A2
20-0315	8.46	0.02	0.04	0.09	1.31	0.01	Harina de Plátano T2A1
20-0316	7.05	0.03	0.05	0.09	1.48	0.01	Harina de Plátano T2A2
20-0317	11.30	0.05	0.07	0.11	1.26	0.02	Harina de Plátano T3A1
20-0318	10.27	0.04	0.09	0.10	1.44	0.01	Harina de Plátano T3A2
ANÁLISIS		Polifenoles	Carotenoides				
METODO		MO-LSAIA-15	MO-LSAIA-15				
METODO REF.		Cros. T. y Maringo G. 1982-1973	Amaya y Kimura 2004 (CS-PUR)				
UNIDAD		mg Ácido Gallico/g	µg Betacaroteno/g				
20-0313		0.87	24.07				Harina de Plátano T1A1
20-0314		2.43	24.70				Harina de Plátano T1A2
20-0315		0.66	26.70				Harina de Plátano T2A1
20-0316		2.00	28.70				Harina de Plátano T2A2
20-0317		0.52	22.24				Harina de Plátano T3A1
20-0318		1.99	26.22				Harina de Plátano T3A2

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Vladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados de los análisis solo tienen validez cuando se reportan en su totalidad.

Anexo 16. Analisis de las muestras previo hacer harina determinación de pH, °Bx, acidez y determinación del índice de madurez de la fruta



a. Determinación de pH de las muestras.

b. Preparación de las muestras para medir acidez



c. Medición de °Brix



d. Recolección de banano morado en distintas localizaciones.



E. Cortes del banano morado



f. Harina de banano terminada.