

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la harina de plátano *Clon hartón común* en estado inmaduro”

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

Bachiller: TRIVEÑO CHECYA, Rosalinda Jakelyn

Bachiller: GUZMÁN SERRANO, Suzeth Rossieli

Asesor:

Dr. QUISPE HERRERA, Rosel

Co Asesor:

Mag. BELIZARIO FERREL, José Carlos

Puerto Maldonado, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la harina de plátano *Clon hartón común* en estado inmaduro”

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

Bachiller: TRIVEÑO CHECYA, Rosalinda Jakelyn

Bachiller: GUZMÁN SERRANO, Suzeth Rossieli

Asesor:

Dr. QUISPE HERRERA, Rosel

Co Asesor:

Mag. BELIZARIO FERREL, José Carlos

Puerto Maldonado, 2023

DEDICATORIA

A mi mamita Viviana que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

Quiero expresar mi agradecimiento a mi padre Leon por inculcarme valores, hábitos y sentimientos positivos que me han ayudado a superar los momentos difíciles.

Dedicar este logro a mi hija Ivanna, por ser mi motivación para perseverar en mis estudios y convertirme en un modelo a seguir para ella.

ROSALINDA

A los investigadores de esta noble Profesión

A mis padres: Yosiro y Manuela

Hermanos: Oshiro y Nicoll

A Rodolfo

SUZETH

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseamos expresar nuestra gratitud a Dios por brindarnos la fortaleza para seguir adelante en tiempos difíciles, y por guiarnos hacia la prudencia y la sabiduría en nuestro desempeño profesional, lo que nos permite mejorar constantemente.

Agradecemos a la institución que nos permitió estudiar nuestra carrera profesional y nos dio la oportunidad de formar parte de su comunidad científica. También queremos expresar nuestra gratitud a los profesores que compartieron sus sapiencias y nos brindaron su respaldo incondicional para continuar avanzando cada día.

Un reconocimiento sincero al Dr. Rosel Quispe Herrera asesor de la tesis, por su voluntad, entrega, sus instrucciones, su modo de trabajar, su constancia, su paciencia y su motivación que han sido fundamental. Su ejemplo nos ha inculcado un profundo sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico, lo que ha generado nuestra admiración y lealtad hacia él. Nos sentimos profundamente agradecidas por todo lo que hemos aprendido de él durante el tiempo que ha durado la elaboración de esta tesis

Agradecemos al gerente Yulder Nilo Mollo Escalante de la empresa BKN FOOD S.A.C. por habernos aceptado a realizar nuestra tesis en su prestigiosa empresa, también un eterno agradecimiento a Don Vicente Hermogenes Miranda Serrano por habernos brindado y ayudado con la materia prima.

Para finalizar agradecemos a nuestras familias por su comprensión, estímulo constante, por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra etapa universitaria.

TURNITIN_ROSALINDA TRIVEÑO Y SUZETH GUZMAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	1%
7	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	

PRESENTACIÓN

Las harinas que más se consumen en nuestro país y por ende en nuestra región son las de trigo y maíz que se utilizan principalmente en panaderías y pastelerías.

La harina de plátano es tradicional que se produce principalmente de manera artesanal y con serias deficiencias en cuanto a limpieza y calidad, lo que ha obstaculizado su aceptación y expansión en el mercado nacional y regional. No obstante, es una fuente valiosa de carbohidratos, proteínas y minerales esenciales que son significativos para nuestra nutrición.

La harina de plátano es un producto natural, se presenta en forma de polvo de color blanco pardo y es fácilmente digerible, aunque debe protegerse de la humedad. Su cocción es sencilla, basta con calentarla a 85°C durante 5 minutos. La harina de plátano es altamente nutritiva, ya que incluye diversos grupos de vitaminas y nutrientes esenciales para mantener una dieta equilibrada. Es rico en carbohidratos y minerales como calcio orgánico, potasio, fósforo, hierro, cobre, flúor, yodo y magnesio. Además, es rico en vitaminas, incluidos los complejos A y B como tiamina, riboflavina, piridoxina y cianocobalamina, así como vitamina C. (Guzman 2015).

La harina se usó en refrescos, sopas y para hornear (Naturland, 2001), la harina de plátano en estado inmaduro presenta en su composición: fibra dietética total, almidón total, almidón disponible y almidón resistente, compuestos fenólicos y la Capacidad antioxidante que ha demostrado secuestrar radicales libres, que son mayores en la cáscara (Sánchez-Rivera et al., 2020).

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, el banano es un alimento de gran importancia y su venta en mercados locales constituye una de las pocas fuentes de ingresos estables para las familias a lo largo del año, junto con la producción de leche y hortaliza (La economía mundial del Banano 1985 - 2002, 2004).

Los españoles trajeron el banano desde Asia tropical y lo introdujeron en Sudamérica, donde comenzó a ser cultivado en Perú a partir de 1500. Primero, se plantó en las zonas costeras, luego en los valles entre las montañas de la región de transición entre la selva y las montañas, y por último en la región de selva baja, que constituye aproximadamente el 70% del territorio nacional.

Además, el cultivo del plátano se extiende ampliamente por la selva peruana, abarcando los departamentos de Loreto, San Martín, Pucallpa y Madre de Dios. También se cultiva en las regiones de selva alta de Cusco, Cerro de Pasco, Junín y Cajamarca, así como en las zonas costeras de Tumbes y Piura, que actualmente se han convertido en importantes exportadores de este producto (Vela y Vidal 2007).

El sector agropecuario es considerado como una actividad económica primaria, que se expandió 4,6 % interanual, asociado principalmente a la mayor elaboración de plátano, pollo y huevo. En enero y febrero, el sector agropecuario se aumentó en 9,0%, frente al mismo periodo del 2017. El crecimiento del sector agrícola estuvo impulsado por un aumento en la producción destinada al mercado nacional (9,6%), aunque este incremento fue parcialmente contrarrestado por una disminución en la producción dirigida al mercado externo y agroindustrial (-7,6%). En el primer grupo, resaltó la

mayor producción de plátano (30,6 %) y yuca (28,1 %); mientras que, en el segundo grupo, la menor producción de cacao (-22,2 %) y maíz amarillo duro (-7,2 %). En el acumulado hasta febrero se registró un crecimiento de 7,4 % en comparación al mismo periodo de 2017, debido a la mayor producción de plátano (14,5 %), maíz amarillo duro (12,3 %) y yuca (11,3 %) (BCR 2018), con un promedio de 2100 hectáreas de banano y un rendimiento 12,3 (Tonelada/hectárea).

En Madre de Dios la producción de banano se concentra en zonas cercanas a los ríos más importantes, entre ellos el Tambopata, Madre de Dios, Manu, Tawamanu y sus afluentes. Esta fruta se come de muchas maneras como inguiri (plátano verde o pintón cocido en agua), chapo (plátano maduro o muy maduro cocido y mezclado con agua o leche), mazamorra (elaborado con plátano en polvo), tacacho (plátano verde triturado) junto con carne de cerdo), sopas (plátano verde rallado con pescado), chifles (plátano cortado en rodajas y frito en aceite) y jugos (preparados con plátano). A pesar de que el plátano es capaz de ofrecer altos niveles de rendimiento, su producción tiende a ser inconstante y variable, y su venta fuera de la región se ve obstaculizada por la falta de infraestructura de transporte adecuada y la limitada demanda en Puerto Maldonado. Algunas de las variedades más reconocidas incluyen el bellaco, inguiri, de islas, de seda, plátano enano, perita, manzano, colorado, morado guineo, mataborracho o plátano indio, y plátano zambo.

En ciertas zonas se elabora harina a partir de bananos y plátanos para cocer, la cual se emplea en la preparación de bebidas refrescantes, sopas y en la elaboración de productos horneados (Nатурland, 2001), la harina de plátano en estado inmaduro presenta en su composición: fibra dietética total, almidón total, almidón disponible y almidón resistente, compuestos fenólicos y la Capacidad antioxidante que ha demostrado secuestrar radicales libres, que son mayores en la cáscara (Sánchez-Rivera et al., 2020)

La producción de harina a partir de plátanos y bananos se considera un método simple y costeable que se pueden obtener productos con propiedades de almacenamiento mejoradas. Reduce la actividad del agua eliminando la mayor parte del agua de la fruta., lo que hace que sea más sencillo preservarla

a temperatura ambiente con un embalaje adecuado. Una de las ventajas clave de este procedimiento es que se puede realizar con equipos básicos, no necesita de una cadena de frío y puede aprovechar el exceso de producción, incluso utilizando frutas que no cumplen con los estándares de calidad. Además, puede yudar a controlar la oferta y el precio de las materias primas. (Madrigal et al. 2006).

La investigación y el análisis de la capacidad antioxidante de varios alimentos son fundamentales para menguar los impactos del estrés oxidativo, el cual ocurre con la existencia de una disparidad en el equilibrio celular que afecta a las mitocondrias encargadas de generar energía. Cuando el cuerpo utiliza la energía disponible para reparar el daño, pueden generarse modificaciones en el proceso metabólico, lo que resulta en un incremento de los radicales libres. Estos radicales pueden originarse debido a factores internos y externos, a menudo debido a la falta de antioxidantes, lo que puede contribuir a diversas afecciones y enfermedades crónicas, como la diabetes, el cáncer, las enfermedades cardíacas, y trastornos neurodegenerativos, como el Alzheimer y el Parkinson, entre otras. (Llerena-Aguilera y Sancán-Morán 2018).

Los compuestos polifenólicos actúan como antioxidantes al prevenir la oxidación. La efectividad antioxidante de estos elementos está determinada por la reacción de oxido-reducción en el grupo hidroxifenólico y su configuración química. No obstante, en el contexto de una fruta, la capacidad antioxidante no se reduce solamente a la suma de las propiedades antioxidantes de c/u de sus elementos, ya que de la misma forma está sujeta a la influencia de las interacciones entre ellos, lo que puede resultar en efectos sinérgicos o contraproducentes.

Los antioxidantes resguardan al cuerpo contra los radicales libres, que son moléculas con un electrón no apareado en su estructura atómica. Estos radicales libres son altamente reactivos y generan reacciones de oxidación y reducción en cadena. Debido a su alta inestabilidad, pueden causar daño celular y contribuir al desarrollo de diversas enfermedades. (Baas-Dzul 2015).

La harina de plátano en estado inmaduro es uno de los derivados más importantes de esta fruta y consumidos por los pobladores de las Comunidades Nativas y de Puerto Maldonado. Además de ser un alimento popular presenta propiedades antioxidantes que le hace mucho más atractivo su mayor difusión y sensibilización para su consumo, constituyéndose en un alimento nutracéutico.

INDICE

PRESENTACIÓN	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
INDICE	vi
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xi
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL.....	3
1.2.1. FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECIFICOS	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4. VARIABLES.....	4
1.5. HIPÓTESIS	5
1.5.1. HIPÓTESIS NULA (H_0)	5
1.5.2. HIPÓTESIS ALTERNA (H_1)	5
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	7
2.1.1. INTERNACIONALES	7
2.2. MARCO TEÓRICO	13
2.2.1. EL PLÁTANO	13
2.2.2. OXIDACIÓN.....	23
2.2.3. ANÁLISIS PROXIMAL.....	27

2.2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	31
3.2 DISEÑO DE ESTUDIO.	31
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.	32
3.3.1 POBLACIÓN.	32
3.3.2 MUESTRA.....	32
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS.	32
3.4.1. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.	32
3.4.2. EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS.....	34
3.4.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS PROXIMAL.....	34
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	35
3.6. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	39
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	40
4.1. DE LA HUMEDAD DEL PLÁTANO.....	40
4.2. DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PLÁTANO.....	40
4.3. DEL RENDIMIENTO DE LA HARINA.....	42
4.4. DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y LOS COMPUESTOS FENÓLICOS.....	43
4.4.1. DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA.....	43
4.4.2. DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	46
4.4.3. ANÁLISIS DE VARIANZA USANDO LA FUNCIÓN MODELO LINEAL (LM) LINEAR MODEL Y ANOVA.....	48
4.4.5. COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	49
4.4.6. EVALUACIÓN DE LOS SUPUESTOS MODELOS ESTADÍSTICOS MATEMÁTICOS.....	49
4.4.7. DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA.....	52
4.4.8. DEL ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS.....	54
4.4.9. ANÁLISIS DE VARIANZA USANDO LA FUNCIÓN MODELO LINEAL (LM) LINEAR MODEL Y ANOVA.....	56
4.4.10. COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	57

4.4.11. EVALUACIÓN DE LOS SUPUESTOS DEL MODELO ESTADÍSTICO MATEMÁTICO.....	57
4.5. PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD (HOMOGENEIDAD DE LAS VARIANZAS).....	59
4.5. DE LOS COMPONENTES BROMATOLÓGICOS.....	60
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	75
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Planta del Género Musa (Blasco López y Gómez Montaña 2014)	14
Figura 2: Partes del Plátano	14
Figura 3: Producción y neutralización de especies reactivas del oxígeno.	24
Figura 4. Estrés oxidativo.	24
Figura 5. Generación exógena de radicales libres y efectos adversos.....	25
Figura 6: Diseño de estudio	31
Figura 7: Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante (Alam, Bristi y Rafiquzzaman 2013)	33
Figura 8: Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina de plátano	37
Figura 9: Capacidad antioxidante en las diferentes etapas de la obtención de harina de muestras secadas a 55°C sin cáscara	45
Figura 10: Diagrama de cajas para el contenido de la capacidad antioxidante en diferentes etapas de obtención de la harina.....	46
Figura 11: Efecto de la harina obtenida a partir de plátano sin cáscara (S1) y plátano con cáscara (S2)	47
Figura 12: Efecto de la temperatura de secado sobre la capacidad oxidante en la obtención de la harina.	48
Figura 13: Podemos observar en general que los datos siguen una distribución normal.....	50
Figura 14: Presentan una cierta distribución aleatoria alrededor de cero, esto puede indicar que el modelo no está capturando adecuadamente la variabilidad en los datos o que hay factores no considerados que están influyendo en la respuesta.	51
Figura 15: Compuestos fenólicos en las diferentes etapas de la obtención de harina de muestras secadas a 55°C con cáscara	53
Figura 16: Diagrama de cajas para el contenido de los compuestos fenólicos en diferentes etapas de obtención de la harina.....	54
Figura 17: Efecto sobre los compuesto fenólicos en la obtención de la harina a partir de plátano sin cáscara (S1) y plátano con cáscara (S2)	55
Figura 18: Efecto de la temperatura de secado sobre la capacidad oxidante en la obtención de la harina.	56

Figura 19: Compara los cuantiles de la muestra con los cuantiles teóricos de una distribución normal.....	58
Figura 20: Los datos, presentan una cierta distribución aleatoria alrededor de cero, esto puede indicar que el modelo no está capturando adecuadamente la variabilidad en los datos o que hay factores no considerados que están influyendo en la respuesta.	59
Figura 21: Verificación de plántones de plátano.	80
Figura 22: Recolección de muestras de plátano.	80
Figura 23: Pre seleccionado y pesado de racimos de plátano.	80
Figura 24: Recepción y selección del plátano.	81
Figura 25: Cortado de rachis, pedicelo y punta.....	81
Figura 26: Blanqueado de plátano con ácido cítrico al 0.5%.	81
Figura 27: Cortado en rodajas	82
Figura 28: Secado de hojuelas de plátano.....	82
Figura 29: Hojuelas secas.	82
Figura 30: Hojuelas de plátano sin cáscara y con cáscara deshidratado	83
Figura 31: Molienda y envasado.	83
Figura 32: Preparación de muestras para laboratorio.	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química del plátano	15
Tabla 2: Composición de harina de plátano	20
Tabla 4: Porcentaje de humedad en plátano.....	40
Tabla 5: Rendimiento de harina de plátano	42
Tabla 6: Análisis de varianza de un factor para los dos tratamientos de harina con y sin cáscara	43
Tabla 7: Capacidad antioxidante de muestras de harina de plátano sin cáscara a diferentes temperaturas de secado.....	44
Tabla 8: Capacidad antioxidante de muestras de harina de plátano con cáscara a diferentes temperaturas de secado	44
Tabla 9: Efecto de los factores etapas, harina, temperatura sobre la capacidad antioxidante	48
Tabla 10: Compuestos fenólicos de muestras de harina de plátano con y sin cáscara a diferentes temperaturas de secado	52
Tabla 11: Componentes bromatológicos del plátano.	60

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El plátano es el cultivo frutal más importante en las regiones tropicales de todo el mundo, más de 130 países son productores de este fruto y de ahí su importancia comercial en muchos países (Galicia-Sosa et al. 2019)

En la Región de Madre de Dios, el plátano está dentro de los tres productos con mayor superficie agrícola cultivada, alcanzando a 1108 Ha en el 2007 con una producción de 11775 Tm¹.

El sector agropecuario es una actividad económica fundamental que experimentó un crecimiento del 4,6 % en comparación con el año anterior. Este crecimiento se debe principalmente a un aumento en la producción de plátano, carne de ave y huevo. En el año 2017, el sector registró un crecimiento del 7,4 % gracias a la mayor producción de plátano (14,5 %), maíz amarillo duro (12,3 %) y yuca (11,3 %). Según datos del Banco Central de Reserva (BCR) de 2018, el cultivo de banano abarcó un promedio de 2100 hectáreas con un rendimiento de 12,3 toneladas por hectárea.

El plátano es consumido por los pobladores en diferentes formas ya sea procesada o no, uno de los productos procesados es la harina, es un polvo blanco parduzco, de fácil digestión y susceptible a la humedad (Orozco y Picón 2011). Contiene compuestos polifenólicos con propiedades antioxidantes (Rosales-Reynoso et al. 2014), además, posee un contenido significativo de energía, minerales y vitaminas, lo que hace que esta combinación de nutrientes sea esencial en cualquier programa de alimentación. Sus beneficios resultan especialmente significativos para los niños y los deportistas, ya que ayudan a contrarrestar el agotamiento físico

¹ Dirección Regional de Agricultura (MMD) Dirección de Informática Agraria

excesivo que experimentan en sus cuerpos. (Guilcapi-Guamán y Salazar-Cano 2018).

Los compuestos fenólicos tienen una amplia aplicación en terapias, ya que funcionan como antioxidantes, reducen la mutagénesis, actúan contra la carcinogénesis y tienen la habilidad de capturar radicales libres, lo que contribuye a la reducción de las complicaciones cardiovasculares. (Passo et al. 2015).

Cuando se introdujo el fruto en su etapa de madurez temprana en la dieta de las ratas y se comparó con un alimento de referencia, se evidenció una significativa capacidad para reducir los niveles de azúcar en sangre, mostrando propiedades antidiabéticas destacadas. (Eleazu y Okafor 2012). Por lo que se ha comprobado que su fuerte capacidad antioxidante se debe a los componentes activos que contiene, los cuales inhiben la generación de radicales libres, proporcionando protección a las células contra los efectos perjudiciales de la oxidación. (Ovando-Martinez et al. 2009)

En los años recientes, se ha fomentado a la ingesta de alimentos que incluyan ingredientes con propiedades antioxidantes debido a los efectos beneficiosos que tienen en la salud. Esto se debe a la evidencia de una conexión positiva entre la ingesta de estos alimentos y la disminución de la frecuencia de enfermedades, como el cáncer. El cáncer se ha relacionado con un desequilibrio entre la generación de radicales libres y la capacidad del cuerpo para neutralizarlos.

La elaboración de harina de plátano es el resultado de un conjunto de procesos, dentro de los cuales se encuentra el secado que involucra a la temperatura y la molienda a la fricción y temperatura, factores que degradan y afectan la estabilidad de los componentes con propiedades antioxidantes (Flores-Aguilar y Flores-Rivera 2018), que por lo general tienen una tendencia a disminuir la capacidad antioxidante. Así mismo, Peláez-Sánchez et al. (2019) mencionan que la estabilidad térmica de los polifenoles y antocianinas; compuestos que presentan capacidad antioxidante y son afectados por la temperatura

Siendo la harina de plátano un importante producto alimenticio nutricional y tener propiedades antioxidantes que disminuyen su funcionalidad por efectos de la temperatura, nos proponemos como finalidad determinar la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos de la harina de plátano en sus diferentes etapas de elaboración, además de plantear el siguiente problema de investigación:

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la capacidad antioxidante y la cantidad de los compuestos fenólicos totales en el proceso de elaboración de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara?

1.2.1. FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECIFICOS

- a) ¿Cuál es la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos en el plátano en estado inmaduro con y sin cáscara?
- b) ¿Cuál es el proceso estándar de obtención de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara?
- c) ¿Cuál es la capacidad antioxidante en el proceso de elaboración (secado, blanqueado, molienda y producto final) de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara?
- d) ¿Cuál es el análisis proximal del plátano en estado inmaduro?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos en el proceso de elaboración de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Determinar la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos en el plátano en estado inmaduro con y sin cáscara.
- b. Estandarizar el proceso de obtención de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara.
- c. Evaluar el efecto de la capacidad antioxidante en el proceso de elaboración (secado, blanqueado, molienda y producto final) de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara.

- d. Determinar el análisis proximal del plátano en estado inmaduro.

1.4. VARIABLES

Las variables de estudio en el presente proyecto de investigación son:

1. Capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos
2. Harina de plátano con cáscara y sin cáscara.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS NULA (H_0)

H₀: La capacidad antioxidante y la cantidad de los compuestos fenólicos totales de la harina de plátano en estado inmaduro varían en el proceso de elaboración.

1.5.2. HIPÓTESIS ALTERNA (H_1)

H₁: La capacidad antioxidante y la cantidad de los compuestos fenólicos totales de la harina de plátano en estado inmaduro no varían en el proceso de elaboración.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Consumir alimentos con propiedades antioxidantes en frutas y verduras pueden evitar la presencia de enfermedades crónicas, a causa de la existencia de radicales libres, factor que favoreció el incremento e investigaciones en alimentos que contienen antioxidantes naturales que neutralicen estos efectos (Viada-Puro, Gómez-Robles y Campna-Marrero 2017), los componentes de las frutas y verduras desempeñan un papel crucial en una dieta saludable. Algunas frutas, como los plátanos, tienen importantes beneficios para la salud. Esto se debe en parte a su capacidad para promover la retención de minerales esenciales como el calcio, el nitrógeno y el fósforo en el organismo, lo que contribuye a la regeneración de tejidos. Además, el plátano se puede utilizar para tratar trastornos intestinales como las úlceras, ya que es una de las pocas frutas que quienes padecen úlceras pueden comer sin causar problemas. Incluso las hojas de la planta de plátano se pueden utilizar como compresas frías para tratar quemaduras y heridas (López y Gómez 2014).

La harina de plátano en estado inmaduro es uno de los derivados más importantes de esta fruta y consumidos por los pobladores de las Comunidades Nativas y de Puerto Maldonado. Además de ser un alimento popular presenta propiedades antioxidantes que le hace mucho más atractivo

su mayor difusión y sensibilización para su consumo, constituyéndose en un alimento nutracéutico que aporta proteína y fibra dietética.

Diversas investigaciones demuestran que el plátano presenta un alto contenido de antioxidantes capaces de prevenir enfermedades asociadas al estrés oxidativo, uno de los valores agregados al plátano es la harina, que para su elaboración se somete a un conjunto de operaciones que pueden afectar los niveles de compuestos fenólicos, nutrientes, almidón resistente, fibra dietética, minerales, vitaminas y antioxidantes., en el presente trabajo de investigación se determinara la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara, cuya finalidad es de dar a conocer a los consumidores las bondades que tiene este producto elaborado.

1.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

En esta investigación, se brinda una explicación detallada a todas las personas y organizaciones involucradas sobre los objetivos del estudio y cómo se espera que participen. También se hace hincapié en la importancia de proteger el medio ambiente y cumplir con las normas establecidas por nuestra Universidad.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. INTERNACIONALES

Sánchez-Rivera, Bello-Pérez y Patiño-Rodríguez (2020), reportan que las harinas libres de gluten derivadas de fuentes vegetales alternativas ofrecen una novedosa opción para desarrollar alimentos con propiedades nutricionales y para la salud. Entre estas alternativas, la harina de plátano destaca por su importante contenido en compuestos fenólicos, nutrientes, almidón resistente, fibra dietética, minerales, vitaminas y antioxidantes naturales. No obstante, debido a prácticas poscosecha ineficientes, se desperdician cantidades considerables de plátanos durante su comercialización. La cáscara del fruto, que suele desecharse, se ha demostrado que posee un potencial valioso como fuente de compuestos bioactivos, incluyendo carbohidratos, compuestos fenólicos y propiedades antioxidantes (CAO), que podrían ser aprovechados en la producción de alimentos para consumo humano. El fin de la investigación tuvo como objetivo caracterizar harina de fruto completo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) se realizó un análisis exhaustivo de plátanos en su fase de inmadurez, que abarcó la evaluación de su composición química básica, la cantidad de polifenoles que se pueden extraer de ellos, así como los polifenoles que no se pueden extraer, además de la medición de su capacidad para actuar como antioxidantes. También se llevaron a cabo análisis de los metabolitos mediante la técnica de LC-MS/MS. La capacidad antioxidante se examinó utilizando las técnicas ABTS, DPPH y FRAP en relación a los polifenoles solubles, así como los taninos condensados y taninos hidrolizables, los cuales se obtuvieron mediante un proceso de extracción secuencial con mezclas de etanol y agua, y también con mezclas de acetona y agua. La harina analizada

mostró la capacidad de proporcionar nutrientes, carbohidratos que no se digieren completamente y una capacidad antioxidante efectiva para neutralizar radicales libres, lo que sugiere beneficios para la salud.

Sepúlveda y Zapata (2019), en su estudio de investigación, se propusieron evaluar cómo la temperatura, el nivel de pH y la concentración de sólidos solubles influyen en la velocidad de descomposición térmica de fenoles totales presentes en extracto etanólico obtenido de semillas de *Bixa orellana* L. Además, se estudió la estabilidad de los fenoles totales y su capacidad antioxidante durante 91 días, se colocaron en diversas condiciones de almacenamiento a -20°C , 8°C , 23°C y 37°C . Los hallazgos indicaron que tanto la temperatura como la concentración de sólidos solubles influyeron en la descomposición de los fenoles totales, y esta descomposición siguió un modelo cinético de primer orden tanto durante el procesamiento como en el periodo de almacenamiento. En contraste, la temperatura de almacenamiento tuvo un impacto principal en la actividad antioxidante, medida mediante pruebas como ABTS y FRAP. En resumen, se concluye que la eficacia antioxidante de estos extractos está estrechamente relacionada con la cantidad de compuestos fenólicos que contienen, y que esta cantidad se ve afectada por la temperatura y la concentración de sólidos solubles.

Llerena-Aguilera y Sancán-Morán (2018), en la “Determinación de la actividad antioxidante in vivo de la harina de plátano obtenida de la cáscara” tenía como objetivo principal determinar cómo la harina de plátano derivada de los residuos de la cáscara posee propiedades antioxidantes cuando se administra a animales. Para llevar a cabo este estudio, se formaron seis grupos, cada uno compuesto por cuatro animales. El primer grupo no recibió tratamiento, el segundo recibió vitamina A, el tercer grupo se sometió únicamente a la inducción de estrés oxidativo, mientras que los grupos 4, 5 y 6 recibieron diferentes niveles de dosis de la harina de plátano. En todos los grupos, se indujo el estrés oxidativo utilizando ácido acetilsalicílico, y se empleó una metodología que implica la evaluación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico. Fue necesario obtener fracciones enriquecidas de membranas hepáticas de ratón y exponerlas a estrés oxidativo para inducir la

peroxidación lipídica, produciendo así diversas sustancias, incluido el malondialdehído. La reacción de esta última sustancia con el ácido tiobarbitúrico produjo un compuesto de tonalidad rosa y su cantidad se evaluó a una longitud de onda de 535 nm. La información relacionada con la determinación del malondialdehído se sometieron a un análisis estadístico (ANOVA), y se observó que, a dosis más bajas de la harina de plátano, se observaba una mayor actividad antioxidante.

García-Solís et al. (2018), mencionan que existe un interés considerable en el uso del plátano verde como ingrediente funcional debido a su alto contenido de almidón resistente, su históricamente reconocido efecto hipoglucémico y su potencial nutricional y nutracéutico en cuanto a ser una fuente de compuestos antioxidantes

Dussán-Sarria, Gaona-Acevedo y Hleap-Zapata (2017), realizaron el estudio llamado “Efecto del uso de antioxidantes en el plátano verde Dominico-Hartón (*Mussa AAB Simmonds*) cortado en rodajas” por Dussán S, Gaona A y Hleap J. El objetivo de esta investigación fue examinar la eficacia de antioxidantes en el plátano verde. Para llevarlo a cabo, se analizaron las características físico-químicas del plátano verde, la textura de su pulpa y el índice de oscurecimiento. Se prepararon tres juegos de muestras de plátano verde, se lavaron, pelaron y cortaron en trozos de 3 cm, y luego se sumergieron en diferentes soluciones. El primer conjunto, considerado como grupo de control, no contenía antioxidantes. El segundo conjunto se sumergió en una solución de L-cisteína al 0,5%, y el tercer conjunto Dentro de un líquido que contiene ácido cítrico al 0,92%, ambas inmersiones se realizaron durante 10 minutos. Cada conjunto de muestras se envasó en bolsas de polietileno con sellado al vacío y en envases de PET.

Los resultados mostraron que el pH del plátano aumentó con el tiempo, variando aproximadamente entre 4,99 y 5,75 en ambos grupos. Además, se observó que el pardeamiento fue menos pronunciado en las muestras sumergidas en L-cisteína. Sin embargo, se notó que las muestras tratadas con L-cisteína adquirieron un tono rosado no deseado. En resumen, se concluyó

que la mayoría de las características físico-químicas del plátano envasado al vacío disminuyeron y se logró extender su vida útil.

Colmenares-Leal (2009), en el trabajo “Elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde *Clon hartón común* para la formulación de una mezcla de harina para arepas a base de plátano: maíz”, el propósito principal de este estudio fue producir harina a partir de la pulpa y la cáscara del plátano verde, específicamente del tipo *Clon hartón común*, y llevar a cabo un análisis detallado de sus características nutricionales, químicas y fisicoquímicas. La intención era determinar si esta harina podría ser una alternativa viable para reemplazar la harina de maíz en aplicaciones culinarias.

Los estudios realizados revelaron que estas harinas tienen un potencial de utilidad considerable. Se pueden obtener de manera sencilla mediante un proceso altamente eficaz que ofrece rendimientos elevados. Esto los convierte en una opción viable para crear productos nuevos a partir de materias primas infrutilizadas, como las cáscaras de plátano.

Adicionalmente, las propiedades nutricionales de ambas variedades de harina (procedentes de la pulpa y la cáscara) representan una contribución valiosa al valor nutricional de cualquier población que incorpore este producto en su dieta. Se ha evidenciado que la harina elaborada a partir de la cáscara aporta proteína y fibra dietética a la harina compuesta formulada, otorgándole así la categoría de producto funcional.

Ovando-Martinez et al. (2009), en su trabajo de tesis “Pasta adicionada con harina de plátano: digestibilidad y capacidad antioxidante”, se señala que se han realizado modificaciones en la formulación de las pastas con la adición de nuevos ingredientes con el propósito de mejorar su perfil nutricional y promover beneficios para la salud. Entre los compuestos que se han asociado con efectos saludables, se destacan los polifenoles que tienen propiedades antioxidantes y los carbohidratos no digeribles que, al fermentarse en el intestino grueso por las bacterias colónicas, generan ácidos grasos de cadena corta que también están relacionados con efectos beneficiosos. La utilización de plátano macho en estado inmaduro en la elaboración de espaguetis es

especialmente interesante, ya que contiene una fracción sustancial de almidón resistente y puede servir como fuente de compuestos antioxidantes naturales. El objetivo de este estudio fue evaluar cómo la adición de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca L.*) afecta la digestibilidad *in vitro* del almidón, el contenido de fracción no digerible, los polifenoles y la capacidad antioxidante en los espaguetis. Se observó que la incorporación de harina de plátano en los espaguetis resultó en un aumento del contenido de polifenoles, tanto los extraíbles como los no extraíbles, lo que a su vez incrementó la capacidad antioxidante de los productos. En resumen, los resultados indican que la inclusión de harina de plátano en la preparación de espaguetis da como resultado un alimento funcional que podría ser recomendable en dietas con necesidades específicas.

Gutiérrez et al. (2007), en su trabajo de investigación “Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México” mencionan que se ha observado una disminución en la frecuencia y la tasa de mortalidad de diversas enfermedades crónicas en relación con el consumo de frutas y verduras. La capacidad de estos alimentos para proteger contra enfermedades degenerativas, como el cáncer y las afecciones cardiovasculares y cerebrovasculares, se atribuye principalmente a su abundancia en una variedad de antioxidantes.

Gran parte del poder antioxidante de las frutas y verduras se atribuye a su contenido en vitamina E, vitamina C, carotenos y diversos polifenoles. El propósito de este estudio fue evaluar la capacidad antioxidante total de 24 alimentos tradicionales y 9 alimentos autóctonos de la región de Chiapas. Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizó una técnica desarrollada por Miller y otros investigadores. Este método se basa en la generación de un radical con una coloración que tiende al verde azulado y se mide a una longitud de onda de 600 nanómetros. La intensidad de esta coloración se relaciona directamente con la actividad antioxidante, y se determina al compararla con un estándar que consiste en un derivado sintético de la vitamina E, empleando el método conocido como ABTS. Los resultados

reportan que el plátano presenta una capacidad antioxidante de 8.2 mmoles de equivalentes TROLOX/g de alimento.

Alduvín Cáceres, et al (2006), en el trabajo de investigación “Elaboración de harina de plátano de la variedad “Cuerno”” mencionan que es esencial incluir en el proceso de preparación de la materia prima la inmersión en una solución compuesta por un 0,5% de ácido ascórbico y un 0,5% de ácido cítrico, además de realizar un escaldado mediante vapor de agua durante un minuto. Esto se hace con el propósito de prevenir posibles reacciones de pardeamiento enzimático.

El proceso de secado debe llevarse a cabo utilizando secadores solares a una temperatura promedio de 50°C durante un período de tres horas. Esto permitirá que el producto pierda aproximadamente el 57,9% de su contenido de agua, resultando en un producto final con un nivel de humedad del 13,3%, con una variabilidad de aproximadamente 1,4 puntos porcentuales. Luego, tras la molienda, se obtendrá un producto con una granulometría de 60 mesh.

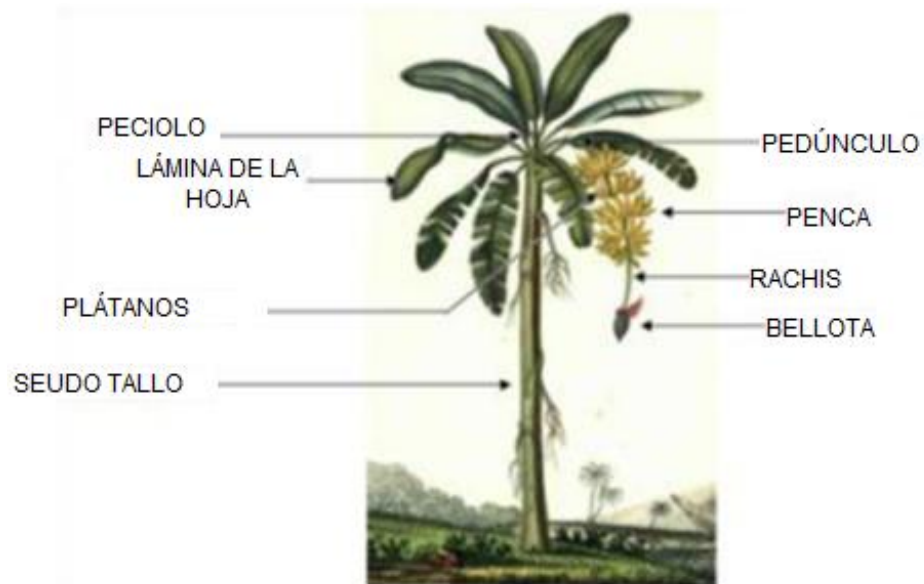
2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. EL PLÁTANO

Las musáceas, que abarcan tanto plátanos como bananos de la variedad *Musa spp*, son frutas de clima tropical que se cultivan ampliamente tanto para el mercado comercial como para el consumo personal en diversas regiones del planeta (Hernandez 2009a). El plátano es una planta de tipo herbáceo que forma parte de la familia de las Musáceas. La planta se caracteriza por tener un tallo subterráneo llamado bulbo o rizoma a partir del cual se desarrollan pseudotallos aéreos. El bulbo emite raíces y yemas laterales, produciendo plantas hijas o yemas.

Desde una perspectiva morfológica, el crecimiento de una planta de banano se desglosa en tres fases fundamentales. La primera fase, llamada fase vegetativa, se extiende a lo largo de seis meses y se caracteriza por la formación de las raíces principales y secundarias, el crecimiento del pseudotallo y la generación de brotes. La fase siguiente es la fase floral, que dura aproximadamente tres meses y comienza a partir de los seis primeros meses de la etapa vegetativa inicial, el tallo floral emerge de la base a través de una estructura similar a un tallo falso, volviéndose aparente antes de que la inflorescencia surja. La siguiente etapa se llama etapa de fructificación, que dura unos tres meses y ocurre después del período de floración. Durante esta etapa, se distinguen claramente las flores femeninas y las flores masculinas (conocidas como "dedos"), y se da una disminución progresiva en el área foliar. La fase de fructificación culmina con la cosecha, el lapso que abarca desde el comienzo de la floración hasta la cosecha del racimo de plátano es de 81 a 90 días.

Figura 1: Planta del Género Musa



Fuente: (Blasco y Gómez 2014)

2.2.1.1. Partes del plátano

Consta de: Pulpa, cáscara, punta, arista y pedicelo.

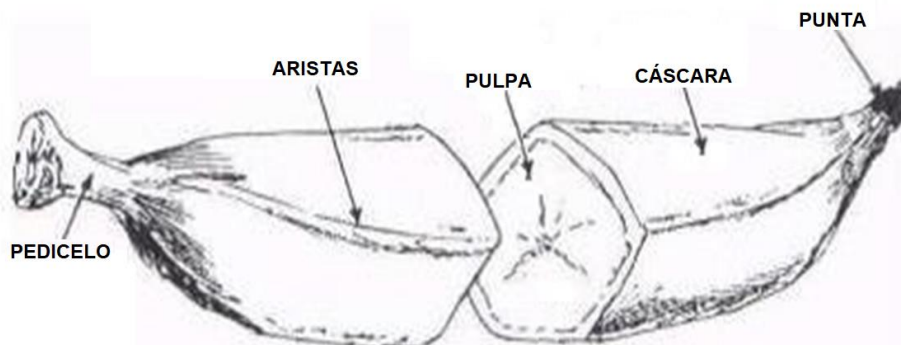


Figura 2: Partes del Plátano

Fuente: (Blasco y Gómez 2014)

2.2.1.2. El plátano y sus residuos

Luego de la recolección y los procesos posteriores a la cosecha, se originan productos secundarios como la piel, el tallo central, las hojas y la estructura de tipo tallo falso. Estos subproductos albergan componentes nutricionales significativos, tales como proteínas, carbohidratos, fibras y vitaminas, los cuales podrían ser utilizados en la dieta de las personas. No obstante, es común que estos subproductos sean descartados, ya sea en la misma plantación o en los mercados donde se venden los productos.

El impacto ambiental ocasionado es significativo, dado que estos desechos contribuyen a la contaminación de fuentes de agua, actúan como refugio para plagas perjudiciales para las plantas, resultan en una disminución del espacio disponible y generan problemas de higiene debido a la acumulación de residuos en los mercados. La parte comestible del plátano se utiliza principalmente en la industria alimentaria, donde se utiliza para la fabricación de harinas, patacones pre-fritos congelados y productos fritos (Botero L, Miguel H y Mazzeo M 2009).

El principal subproducto de estas operaciones industriales es la cáscara de plátano hartón. En la mayoría de los casos, esta cáscara se utiliza como alimento para el ganado bovino, mientras que la parte restante se descarta y se degrada en ambiente libre. Esto plantea un desafío sanitario, ya que fomenta la reproducción de insectos, mohos, bacterias y la emisión de olores desagradables debido a la descomposición. Curiosamente, estos subproductos descompuestos se aprovechan nuevamente como fuente de alimento para el ganado bovino debido a su contenido elevado de energía y fibra (Cabarcas, Benedetti y Henao 2012).

2.2.1.3. Composición química del plátano

La composición química del plátano se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1: Composición proximal del plátano

Composición proximal/100 g	
Agua	74,20
Energía (Kcal)	92,00
Grasa	0,48
Proteína	1,03
Carbohidrato	23,43
Fibra	2,40
Potasio (mg)	396
Fósforo (mg)	20
Magnesio (mg)	29
Calcio (mg)	6

Fuente: (Hernandez 2009b)

2.2.1.4. La Cáscara del Plátano

La cáscara de plátano constituye el residuo principal de la industria de procesamiento de plátanos y equivale a aproximadamente el 30% del peso total de la fruta. Este residuo plantea un desafío ambiental significativo debido a su elevado contenido de nitrógeno y fósforo, así como a su susceptibilidad a la degradación microbiana debido a su alta humedad. Debido al aumento de las empresas de procesamiento que emplean plátanos verdes como maduros, se espera un aumento en la cantidad de cáscaras generadas (Arun et al. 2015).

2.2.1.5. Propiedades funcionales del plátano

Diversos estudios han confirmado las propiedades beneficiosas de la pulpa del plátano. En términos generales, esta parte del plátano destaca como una destacada fuente de potasio. (Hernandez 2009b). Una amplia variedad de alimentos, como frutas, verduras y carnes, contiene potasio; sin embargo, un solo plátano puede proporcionar aproximadamente el 23% de la cantidad diaria recomendada de este mineral. El potasio es esencial para el funcionamiento adecuado de los músculos, previene los calambres musculares y, de acuerdo a estudios recientes, podría ayudar a disminuir la hipertensión y el potencial de sufrir eventos cerebrovasculares. Los plátanos son ricos en vitaminas A, B6, C y D, lo que los convierte en un alimento beneficioso para los huesos y músculos del cuerpo. Por ejemplo, un solo plátano aporta aproximadamente el 41% de la cantidad diaria recomendada de vitamina B6, e investigaciones recientes muestran que comer plátanos puede mejorar el estado de ánimo en personas con depresión y síndrome premenstrual debido a su alto contenido de vitaminas (Sampath et al. 2012). En estado inmaduro, posee el plátano una alta concentración de almidón (70%) (Suntharalingam y Ravindran 1993), En contraste con la fruta madura, este almidón se descompone en una fracción reducida de monosacáridos. (Stover 1987), una parte del almidón se convierte en glucosa, entre tanto que el resto se transforma en sacarosa. El almidón es un polímero natural de gran

relevancia con múltiples aplicaciones en campos como la ciencia de los alimentos y la tecnología de polímeros. Debido al creciente interés de la industria alimentaria, se ha generado una búsqueda activa de nuevas fuentes de este polisacárido (López y Gómez 2014).

2.2.1.6. Propiedades funcionales de la cáscara de plátano

La cáscara de plátano es el subproducto primordial de la producción industrial de plátanos, constituyendo cerca del 30% del peso total de la fruta; (González-Montelongo, Lobo y González 2010), las posibles aplicaciones de la cáscara de plátano se determinan según su composición química. La cáscara de plátano contiene niveles significativos de fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio (Happi et al. 2007), los cuales permitieron utilizarse en la producción de metanol, etanol, pectinas y enzimas, además de poseer compuestos antioxidantes, como protectores de las enfermedades del corazón, Blasco y Gómez (2014) reportaron compuestos fenólicos como la dopamina y la L-dopa, que mejoran su capacidad para contrarrestar la acción de los radicales libres. (González-Montelongo, Lobo y González 2010).

El β -caroteno es el compuesto más importante y precursor de la vitamina A, que es un problema dietético común en niños a nivel global. UNICEF estima que aumentar la ingesta de vitamina A podría prevenir alrededor de 2 millones de muertes por año en niños de 1 a 4 años. Según investigaciones de (McLaren y Kraemer 2012), se ha demostrado que el aumento del consumo de vitamina A resultó en una reducción del 23% en la mortalidad infantil. Por lo tanto, la cáscara de plátano desempeña un papel relevante en la promoción de la salud, ya que se ha identificado como una fuente rica en precursores de la vitamina A y otros carotenoides, y es un alimento que está disponible tanto en países sub desarrollados como en países desarrollados.

2.2.1.7. Fibra dietética.

La piel del plátano contiene una cantidad significativa de fibra alimentaria, con una concentración de aproximadamente el 50 g por cada 100 g de cáscara. Además, se observó que el proceso en que madura el plátano tiene un impacto positivo en la composición de fibra de la cáscara. Esta fibra está

principalmente compuesta por celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina (Happi et al. 2007), varios estudios poblacionales han relacionado las dietas bajas en fibra con el desarrollo de ciertas enfermedades, como el cáncer de colon y el desarrollo de placas ateroscleróticas. En los últimos años, la fibra dietética ha ganado relevancia debido a sus beneficios para la salud, incluyendo la disminución de los niveles de colesterol en la sangre, el fomento del desarrollo de una flora intestinal beneficiosa, la mejora del control de los niveles de azúcar en sangre y la sensibilidad a la insulina en personas con diabetes, y su capacidad para facilitar la pérdida de peso (Garcia et al. 2003), hoy en día, se ha convertido en uno de los ingredientes clave en la formulación de alimentos con propiedades nutraceuticas y se está integrando gradualmente en una amplia variedad de productos alimenticios y bebidas (Juarez-Garcia et al. 2006). En investigaciones recientes, se han examinado las propiedades de la flor de plátano y se ha constatado la existencia de una notable cantidad de fibra, incluyendo lignina, celulosa y hemicelulosa, además de una presencia significativa de minerales como potasio, sodio y calcio. (Storpiertis 2006).

2.2.1.8. Aminoácidos esenciales

La cáscara de plátano es una fuente abundante de aminoácidos esenciales, incluyendo la leucina, valina, fenilalanina y treonina. De todos estos, la leucina destaca por su potencial en la regulación del metabolismo, ya que ayuda a mejorar la regulación del azúcar en sangre y a mantener el equilibrio de la insulina, estabilizando así los niveles de azúcar en sangre. (Layman 2003).

2.2.1.9. Ácidos grasos esenciales

La cáscara de plátano contiene ácidos grasos poliinsaturados que constituyen aproximadamente entre un 2,2% y un 10,9% del total de lípidos presentes. Entre estos ácidos grasos, contiene ácidos fundamentales como el ácido linoleico y el ácido alfa-linolénico. Estudios han indicado que el consumo de estos ácidos grasos puede ser beneficioso, particularmente en situaciones como el embarazo, la lactancia, enfermedades relacionadas con la edad en los ojos, el Alzheimer y enfermedades cardiovasculares. Un estudio realizado

por Leitzman del Instituto Nacional del Cáncer en Bethesda, Maryland, demostró que las mujeres que consumían alrededor de 1,4 gramos de ácido alfa-linolénico por día tenían la mitad de riesgo de enfermedad cardíaca que las mujeres que consumían sólo 0,7 gramos por día. En el caso de los hombres, se observó que solo un 11% tenía un riesgo menor de desarrollar enfermedades coronarias cuando su ingesta de ácido alfa-linolénico superaba los 1,1 gramos al día (López y Gómez 2014b).

2.2.1.10. Harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*)

La harina de plátano es un producto pre cocido que se deriva del procesamiento del plátano. Se presenta en forma de un polvo de tonalidad blanca y parduzca, es fácilmente asimilable en la digestión y puede absorber la humedad con facilidad. (Orozco y Picón 2011). Este producto alimenticio se destaca por sus notables propiedades beneficiosas en el tratamiento de algunas afecciones y se sitúa entre los alimentos más ricos en nutrientes para los seres humanos. El plátano contiene compuestos polifenólicos que poseen la capacidad de actuar como antioxidantes. (Quispe-Cusi 2016).

La harina de plátano se distingue por ser considerada uno de los alimentos más integrales gracias a su amplio contenido de grupos de vitaminas y nutrientes esenciales. Su composición incluye una alta cantidad de carbohidratos y minerales como calcio orgánico, potasio, fósforo, hierro, yodo, flúor, cobre y magnesio. Incluso, contiene una variedad de vitaminas, tales como la Vitamina A y las del complejo B, incluyendo tiamina, riboflavina, piridoxina y cianocobalamina, así como la Vitamina C. La combinación de la Vitamina C y el fósforo presente en la harina de plátano es especialmente beneficiosa para estimular la actividad mental y proporcionar remineralización y energía (Guzman 2015).

Por otro lado, la harina de plátano contiene carbohidratos y un valor calórico que proporciona aproximadamente el 3% de las calorías diarias recomendadas para un adulto. Lo que la distingue del contenido de potasio, magnesio, fósforo, zinc y calcio es lo que distingue a la harina de trigo. Esta composición la hace adecuada para servir como base en la creación de

alimentos funcionales que contribuyan a prevenir o reducir enfermedades gracias a su equilibrio de fibra, carbohidratos y micronutrientes. (Montoya, Rodriguez y Giraldo 2016).

Incorporar tanto el plátano en su forma natural como la harina de plátano en la dieta es extremadamente beneficioso para personas de todas las edades, incluyendo niños, ancianos, individuos enfermos y atletas. Estas opciones se destacan como excelentes fuentes de energía vegetal para nuestro cuerpo.

2.2.1.11. Composición de la harina de plátano

La fruta debe tener una textura suave al tacto, mostrar un color natural sin indicios de sabores inusuales como rancio, moho, amargura o dulzura excesiva. Además, su apariencia debe ser uniforme, sin manchas negras, y no debe contener insectos vivos ni muertos, partículas extrañas, ni olores anormales.

Tabla 2: Composición de harina de plátano

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Glúcidos (almidón)	74-76
Prótidos (gluten)	9-11
Lípidos	1-2
Agua	11-14
Minerales	1-2

Fuente: (Alduvín-Cáceres, Duarte-Ramírez y Quintana-Zelaya 2006)

2.2.1.12. Cambios físicos y químicos que pueden presentarse en la harina de plátano

Una vez que se ha producido la harina, es fundamental mantener un estricto control sobre la humedad del entorno de almacenamiento. Esto se debe a que el aumento de la humedad puede ocasionar cambios en el almidón, lo que conlleva a la dureza y la fermentación de la harina. Además, el incremento de la temperatura en las áreas de almacenamiento de harina puede propiciar la formación de ácidos grasos libres de cadena corta, lo que resulta en malos olores y sabores desagradables. Para evitar posibles alteraciones, es esencial tomar medidas para controlar plagas como larvas,

gusanos, cucarachas e insectos, ya que estas pueden dejar restos de larvas, huevos, excrementos, pelos, hilos sedosos y microorganismos dañinos. También, el exceso de humedad puede provocar el crecimiento de mohos, que se manifiestan con la aparición de manchas negras en la harina y la consiguiente pérdida de sabor y aroma. Por tanto, es crucial crear las condiciones apropiadas para el control de plagas y un almacenamiento adecuado de este producto (Alduvín-Cáceres, Duarte-Ramírez y Quintana-Zelaya 2006).

2.2.1.13. Características de la harina de plátano

El rendimiento de harina de este plátano es del 33,33%, el contenido de fibra soluble es del 19,85% y el contenido de proteína es del 5,43%. Durante la etapa de descomposición, el análisis térmico reveló un rango de temperatura que varió entre 141,33°C y 388,30°C, con una pérdida de peso del 55,85%. Se registraron temperaturas de gelatinización de aproximadamente 68 y 66,41 °C, y la entalpía de gelatinización fue de aproximadamente 2,38 J/g. Análisis de viscosidad durante el enfriamiento, se aprecia la presencia de una viscosidad adecuada (Lucas, Quintero y Valencia 2013).

2.2.1.14. Operaciones básicas para la obtención de harina de plátano

La harina de plátano tiene una relevancia significativa para ser considerada en su industrialización, ya que puede ser utilizada en la fabricación de concentrado animal y otros productos potenciales para el consumo humano. A continuación (Alduvín-Cáceres, Duarte-Ramírez y Quintana-Zelaya 2006) muestran una descripción del proceso elemental para obtener esta harina:

- 1. Pelado:** El proceso de pelado se realiza de manera manual, lo que implica requerir la colaboración de aproximadamente 8 a 10 trabajadores para preparar alrededor de 1000 Kg de materia prima.
- 2. Inmersión:** La composición química de los plátanos se caracteriza por un bajo contenido de almidón y ácido, lo que lo hace altamente susceptible al contacto con el oxígeno. Después del corte, el tejido

adquiere un color marrón debido al contacto con el oxígeno, fenómeno llamado pardeamiento enzimático. Este cambio de color es una respuesta defensiva del tejido contra el crecimiento de moho, y aunque no afecta el sabor ni el valor nutricional, sí afecta la apariencia visual del alimento. El pardeamiento enzimático es causado por la acción de enzimas llamadas fenolasas, que actúan sobre los compuestos fenólicos presentes en el plátano, afectando a los pigmentos que contienen estructura fenólica.

Para evitar este pardeamiento, se puede sumergir el producto en una solución de ácido ascórbico al 1% durante cinco minutos. De esta manera, se previene el oscurecimiento y se mantiene el aspecto atractivo del alimento.

3. **Cubileteado:** Una vez pelados, los plátanos se cortan mediante cuchillos o máquinas de troceado para obtener piezas de menor tamaño, ya sea en forma de rodajas o cubos. Esta fase es fundamental para agilizar el proceso de deshidratación.
4. **Secado:** Se utilizará el método de secado solar, que consiste en exponer el alimento a la luz del sol para disminuir su contenido de humedad. El secado solar es una técnica muy útil para deshidratar productos con alto contenido de humedad, que necesitan ser almacenados o procesados para su posterior comercialización y consumo. Es una valiosa fuente para este propósito.
5. **Molienda:** Se emplea un molino de martillos para procesar el producto seco y reducirlo en pequeñas partículas, lo que dará lugar a la formación de la harina.
6. **Cernido:** Una vez obtenida, la harina presenta variados tamaños de partículas. Después de cada molino cilíndrico, los productos se clasifican según diferentes tamaños de partículas utilizando tamices de tela de seda o de acero inoxidable. De este modo, se logra obtener una harina de mayor finura.
7. **Empaque:** Una vez que la harina esté lista, se puede envasar en bolsas, preferiblemente de polipropileno o celofán. La cantidad de

harina que se coloca en cada paquete y el tipo de bolsa utilizada depende del tipo de cliente y de las condiciones de almacenamiento.

- 8. Almacenamiento:** Una vez que las bolsas están preparadas, se cierran adecuadamente con el fin de proteger el producto del ingreso de humedad y evitar la contaminación por insectos u otras sustancias extrañas.

2.2.1.15. Capacidad Antioxidante de la Cáscara del Plátano

Los extractos etanólicos de cáscara de plátano exhiben niveles de capacidad antioxidante que varían entre 4.5 y 5.9 mg de equivalentes de trolox por cada gramo de cáscara seca, cuando se emplea la técnica con el radical DPPH. En cuanto a la técnica que emplea el radical ABTS, se observa una capacidad antioxidante que varía entre 3,5 y 4,9 mg de equivalentes de trolox por gramo de muestra seca. Además, en estos subproductos se han detectado otras sustancias pertenecientes con la categoría de los fenoles, como la dopamina y la L-dopa, las cuales contribuyen al aumento de la capacidad antioxidante frente a los radicales libres (González-Montelongo, Lobo y González 2010).

2.2.2. OXIDACIÓN.

Los seres necesitan oxígeno para producir energía. El oxígeno reacciona con otras especies químicas generando radicales libres.

En la oxidación se genera la pérdida de electrones, mientras que en la reducción se gana electrones, procesos que se dan en forma simultánea (Murray et al., 2010).

Según Murray et al., (2010), el oxígeno debido a las transformaciones que se dan en la célula (retículo endoplásmico (RE) y xenobióticos) se convierte en ión superóxido (O_2^-) y este ion por acción del superóxido dismutasa (SOD), produce peróxido de hidrógeno (H_2O_2). El peróxido de hidrógeno, sustrato de la enzima glutatión peroxidasa (GPX) es reducida a agua (H_2O), así mismo la catalasa (CAT) es otra enzima que reduce al peróxido (H_2O_2) a (H_2O).

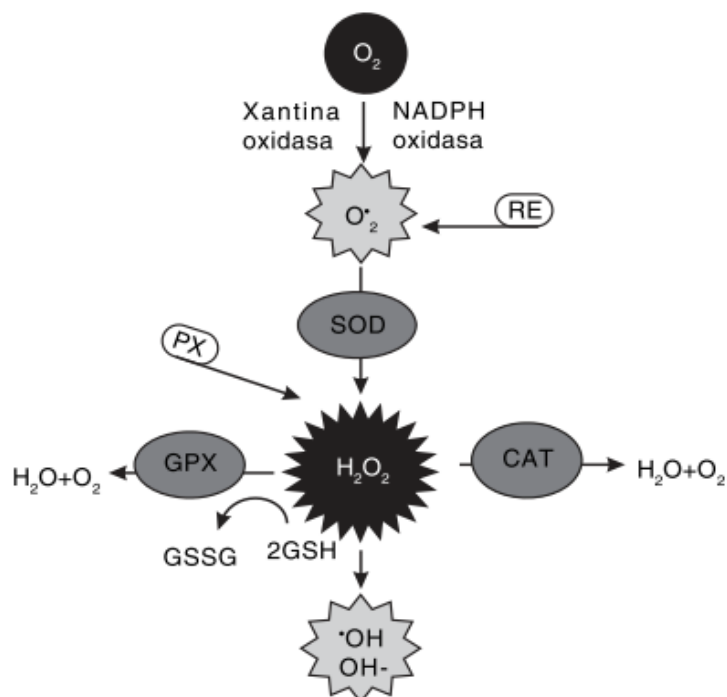


Figura 3: Producción y neutralización de especies reactivas del oxígeno.

Fuente: (Murray et al., 2010).

2.2.2.1. Estrés oxidativo

Muchos radicales biosintetizados por el organismo presentan características benéficas (por ejemplo, contra las infecciones) (Criado y Moya, 2009). No obstante, un exceso en la generación de radicales libres conlleva a la lesión de estructuras biológicas. Esta alteración en su funcionamiento se relaciona con la aparición de diversas enfermedades (Araceli et al., 2018) como, enfermedades cardiovasculares, carcinogénesis, enfermedades del sistema inmune, cataratas, enfermedades cerebrovasculares e incluso el mismo envejecimiento (Montero 1996).

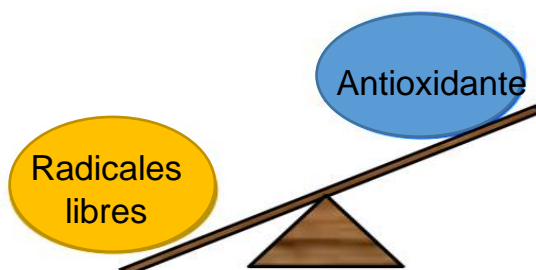


Figura 4: Estrés oxidativo

Fuente: (Ruiz, 2018)

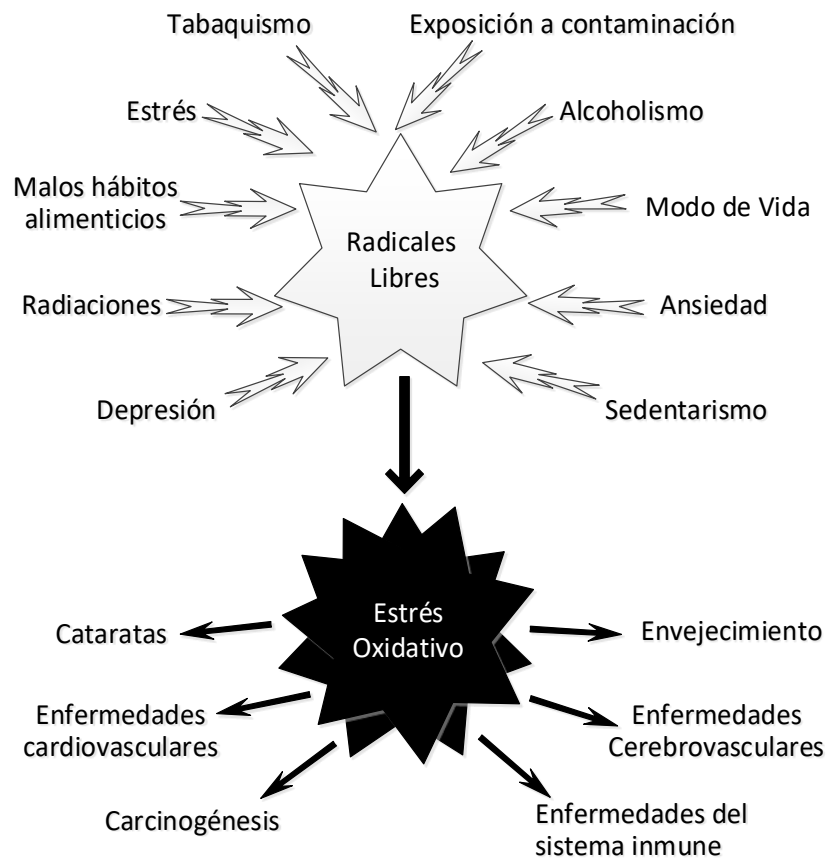


Figura 5. Generación exógena de radicales libres y efectos adversos.

Fuente: (Ruiz, 2018)

2.2.2.2. Antioxidantes

Los antioxidantes son los primeros compuestos que reaccionan con los radicales libres (Galano, 2017).

El organismo dispone de un sistema de defensa antioxidante, por ejemplo las superóxido dismutasa y los antioxidantes químicos como la melatonina, el glutatión, la taurina, entre otros (Cuerda et al., 2011), sin embargo, en muchas ocasiones no son suficientes ante la proliferación desordenada de los radicales libres, por lo que es necesario la ingesta de antioxidantes exógenos que pueden ser biosintetizados como el “BHA y BHT (Butil – hidroxianisol y Butil - hidroxitolueno)” (Muñoz y Gutiérrez, 2010).

a. Clasificación de los antioxidantes

Los antioxidantes se clasifican según su mecanismo de acción como:

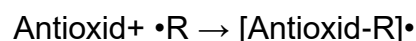
- a) Primarios, previene la formación de RL (radicales libres).
- b) Secundarios, inactivan los RL (radicales libres) ya formados
- c) Terciarios, reparan el daño oxidativo principalmente el ocasionado al ADN.

Los antioxidantes de prevención actúan bloqueando la formación de radicales libres ($\bullet R$) al descomponerlos o cuando se mantienen metales que desempeñan un papel en las reacciones de oxidación y reducción debido a sus características de oxidación y reducción, estos antioxidantes comprenden enzimas como la catalasa, la glutatión peroxidasa, la superóxido dismutasa, la transferrina y la ceruloplasmina. Por otra parte, los neutralizadores o captadores de radicales libres bloquean el inicio de las reacciones de oxidación-reducción y su propagación. Dentro de esta categoría, se incluyen las vitaminas A, C y E, la coenzima Q10, así como flavonoides y polifenoles. Tanto los radicales libres como los antioxidantes se localizan en diversas partes celulares, tales como el citoplasma, el núcleo, la cadena respiratoria en las mitocondrias, el sistema del retículo endoplasmático, los lisosomas, los peroxisomas y las cadenas de transporte a nivel microsomal, así como en los cloroplastos.

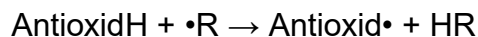
Los antioxidantes pueden accionar de dos maneras: inhiben la producción de radicales libres y/o compuestos activos, otros impiden la acción de estos, así mismo, existen antioxidantes que reparan y reconstruyen las partes dañadas de la célula.

El mecanismo de acción según Galano, (2017) se da en las siguientes etapas:

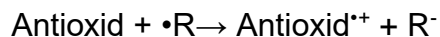
-Formación de radicales:



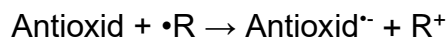
-Traspaso del hidrógeno:



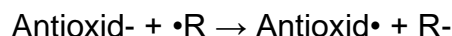
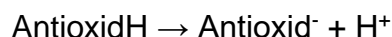
-Dar el electrón al radical:



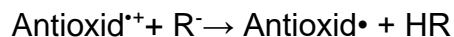
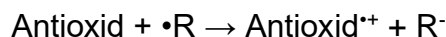
-Traspaso del electrón desde el radical:



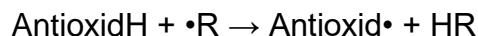
-Transferencia secuencial protón-electrón:



-Transferencia secuencial electrón-protón:



-Transferencia acoplada protón-electrón:



2.2.3. ANALISIS PROXIMAL

2.2.3.1. Los carbohidratos.

Miembros importantes de esta clase de compuestos son los azúcares, las dextrinas, los almidones, las células, las hemicelulosas, las pectinas y ciertas gomas. Químicamente los carbohidratos contienen solo los elementos: carbono, hidrogeno y oxígeno. Uno de los carbonos más sencillos es el azúcar de ser carbonos: glucosa (Potter 1973).

2.2.3.2. Las proteínas.

Las proteínas son sustancias compuestas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Están conformadas por unidades más pequeñas conocidas como aminoácidos, que se polimerizan para crear cadenas largas. Estas proteínas son omnipresentes en plantas y animales, y juegan un papel fundamental en todos los aspectos de la vida. En los

animales, desempeñan un papel clave en la formación de estructuras de soporte y protección, como el cabello, las uñas, la piel y los músculos (Potter 1973).

2.2.3.3. Las grasas.

La grasa actúa como una fuente de energía para el organismo o la planta en la que se encuentra, o para los seres vivos que la consumen. En la mayoría de los casos, se encuentra en los alimentos naturales junto con otras sustancias, y entre estas sustancias se incluyen las vitaminas liposolubles A, D, E y K (Potter 1973).

Algunas propiedades adicionales de las grasas que son importantes en la tecnología de los alimentos realizado por Potter (1973) son:

- 1) Se ablandan paulatinamente al ser calentadas, es decir, que no tienen un punto de fusión bien definido.
- 2) Las grasas pueden ponerse rancias cuando son oxidadas o cuando los ácidos grasos son hidrolizados de la glicerina por enzimas.
- 3) Las grasas forman emulsiones con agua y aire.
- 4) La grasa es un lubricante en los alimentos.
- 5) La grasa tiene el poder de acortar, es decir, se entrelaza con las estructuras de proteína y almidón, hace que se pueda separar fácilmente y que sean cortas, que no se alarguen.

2.2.3.4. Cenizas

“Son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica”, (UNAM 2008). Como consecuencia de la evaporación o las reacciones químicas entre los componentes, por lo general, los residuos inorgánicos en forma de cenizas no consisten en las mismas sustancias presentes en el alimento original.

2.2.3.5. Humedad

El contenido de agua se encuentra presente en diferentes proporciones en todos los alimentos sometidos a procesos industriales, oscilando generalmente entre el 60% y 95% en los alimentos naturales. En los tejidos de plantas y animales, el agua se presenta en dos formas principales: "agua

libre" y "agua ligada". El agua libre es la forma predominante y se libera fácilmente. El agua unida, por otro lado, está unida o absorbida y está presente en los alimentos como agua cristalina en compuestos como hidratos, o está unida a moléculas de proteínas y azúcares, además de encontrarse adsorbida en la superficie de partículas coloidales (UNAM 2008).

2.2.3.6. Fibra

La fibra cruda se refiere al material orgánico no digerible e insoluble que permanece en una muestra después de someterla a tratamientos específicos. Estos tratamientos suelen incluir etapas como el uso de petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido a alta temperatura, hidróxido de sodio diluido a ebullición, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter.

El rol de la fibra no digerible o alimentos que el cuerpo no procesa completamente en la dieta, en términos de promover la salud, se reconoce hoy en día como igual de crucial desde una perspectiva nutricional que los niveles de nutrientes que el organismo efectivamente absorbe de los alimentos (Egan, Kirk y Sawyer 1987)

2.2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.2.4.1. Pulpa

La pulpa es la porción de las frutas que se puede consumir, o el producto derivado de la separación de las partes carnosas comestibles de las frutas a través de métodos tecnológicos apropiados. Es una sustancia pastosa que no ha sido diluida, concentrada ni fermentada, y se obtiene mediante la trituración y filtrado de la fracción comestible de frutas frescas, maduras y limpias (Castro 2014).

2.2.4.2. Cáscara

Capa o revestimiento externo que puede ser robusto, rígido o quebradizo y que rodea varios objetos, incluyendo huevos, frutas y frutos secos (Tomado de <https://www.rae.es/> Real Academia Española).

2.2.4.3. Estado inmaduro

Es aquella que no ha alcanzado la madurez (Tomado de <https://www.rae.es/> Real Academia Española).

2.2.4.4. Frutas tropicales

Se describe una fruta tropical como aquella originaria de regiones caracterizadas por un clima tropical o subtropical. Estas frutas comparten la vulnerabilidad al frío y pueden experimentar daños o irregularidades en su desarrollo cuando la temperatura desciende por debajo de 4°C (Tomada de <https://www.hogarmania.com/cocina/frutas-tropicales/>).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE ESTUDIO.

El tipo de estudio del presente trabajo de investigación fue cuasi-experimental siendo la variable independiente procesamiento de la harina de plátano con y sin cáscara y la variable dependiente la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos.

3.2 DISEÑO DE ESTUDIO.

La figura 6, muestra un protocolo básico para la elaboración de plátano en polvo, donde se evaluaron los cambios en la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos y se realizó un análisis proximal para comprender su valor nutricional.

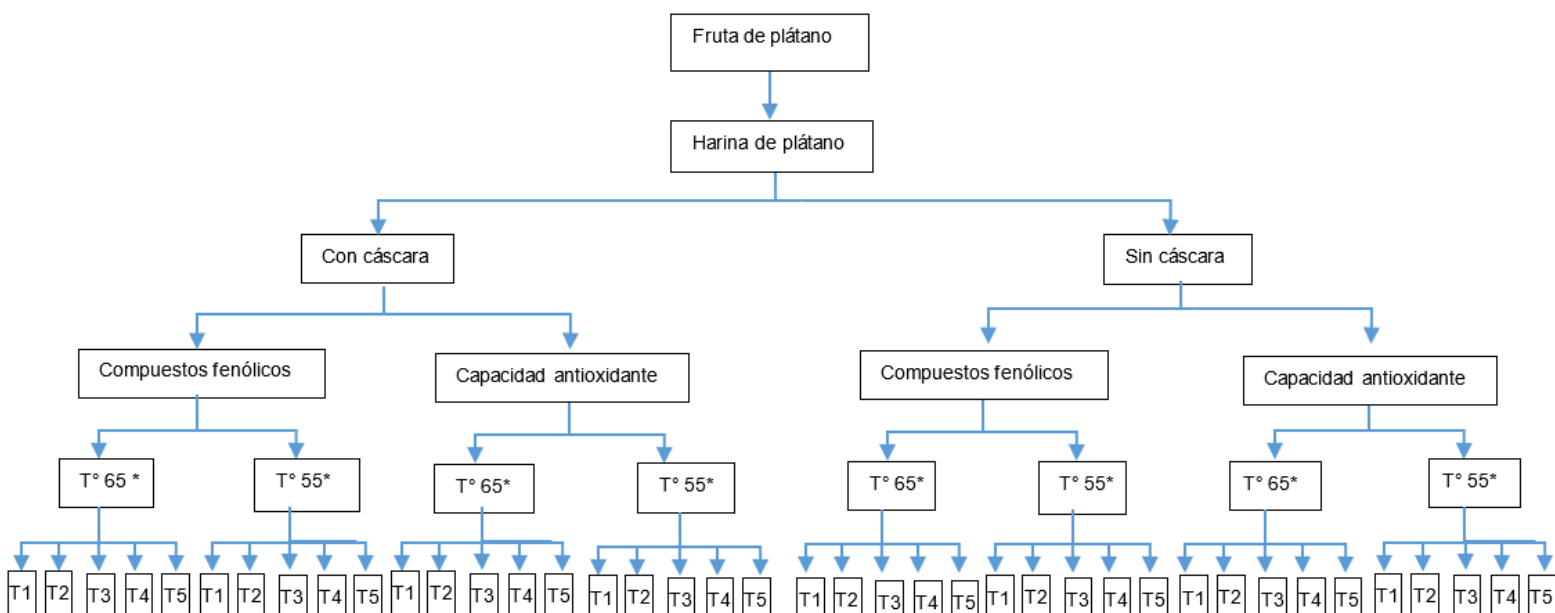


Figura 6: Diseño de estudio

* Para el análisis de muestras (T1, T2, T3, T4 y T5) se realizó 3 repeticiones sumando un total de 120 repeticiones.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.3.1 POBLACIÓN.

Las frutas de plátano fueron obtenidas del centro poblado “Sudadero” distrito Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios – Perú. Situado a 21 Km del eje carretero Puerto Maldonado – Iberia, del Fundo “Don Jaimito” con un cultivo de 2 hectáreas, cuyas coordenadas UTM 19L son E-485085 y N-8621206.

3.3.2 MUESTRA.

Se recolectó 80 Kg. de muestra aplicando el método de muestreo aleatorio simple intencionado, sin presencia de agentes contaminantes como insectos, plagas entre otros, de la población en estudio, del fundo “Don Jaimito” ubicado en el centro poblado “Sudadero”.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS.

La siguiente investigación se desarrolló en 03 etapas. Etapa 1: obtención de la materia prima, etapa 2: elaboración de la harina de plátano, etapa 3: evaluación de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y etapa 4: determinación del análisis proximal de la harina, cuyas técnicas se desarrolla a continuación:

3.4.1. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

- **ENSAYO DEL DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)**

Este enfoque fue presentado por (Blois 1958) representó el descubrimiento inicial de la capacidad del radical libre DPPH para adquirir un átomo de hidrógeno (H●) de una molécula de cisteína.

La molécula conocida como 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) se caracteriza por ser un radical libre estable, que se distingue por la dispersión de un electrón no pareado en toda la molécula. A diferencia de la mayoría de los radicales libres, el DPPH no forma dímeros. La deslocalización de este electrón no pareado contribuye a su color violeta intenso, que se manifiesta en la absorción de luz a 517 nm en una solución de metanol.

Cuando el DPPH se encuentra con una sustancia antioxidante capaz de ceder un átomo de hidrógeno, ocurre un cambio de color que se puede cuantificar mediante espectrofotometría. Este cambio de color se emplea para evaluar las propiedades antioxidantes de diferentes sustancias. A lo largo de las últimas tres décadas, este ensayo se ha convertido en una herramienta estándar para caracterizar propiedades antioxidantes. Aunque existen variaciones del procedimiento original del ensayo DPPH, En la mayoría de las investigaciones, se utiliza un tiempo de reacción que oscila entre 20 y 30 minutos, en contraposición al periodo total de 120 minutos necesario para alcanzar el estado estacionario y llevar a cabo la reacción redox en su totalidad (Mishra, Ojha y Chaudhury 2012).

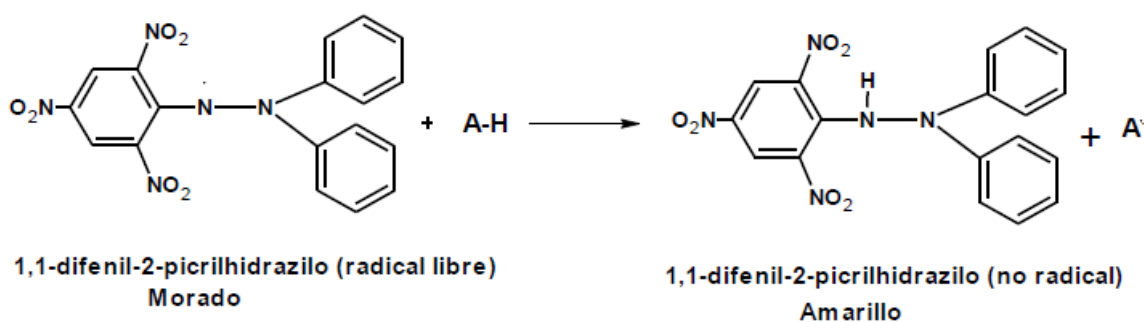


Figura 7: Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante

Fuente: (Alam, Bristi y Rafiquzzaman 2013)

La determinación de la DPPH tiene varias desventajas que limitan su aplicación, entre ellas:

- La variación en el proceso de reacción típico entre un antioxidante y los radicales peroxilo.
- DPPH es un radical de nitrógeno de larga vida que es significativamente diferente del radical peroxilo altamente reactivo y de vida corta involucrado en la peroxidación lipídica. Varios antioxidantes que reaccionan de manera rápida con los radicales peroxilo tienen una reacción lenta o carecen de reactividad hacia el DPPH. Esto se refleja

en los tiempos necesarios para determinar el IC50, que varían desde 1,15 minutos (por ejemplo, ácido ascórbico) hasta 103 minutos.

- La cinética de la reacción entre el DPPH y los antioxidantes no sigue una relación lineal con la concentración de DPPH, lo que hace que la medición de la capacidad antioxidante mediante el IC50 sea subjetiva.

3.4.2. EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

○ **Método de Folin – Ciocalteu**

La técnica de Folin-Ciocalteu se fundamenta en la propiedad de los compuestos fenólicos para interactuar con agentes oxidantes. En esta prueba, los reactivos utilizados incluyen molibdato de sodio y tungstato de sodio, que cuando reaccionan con la presencia de compuestos fenólicos forman complejos de fosfomolibdeno-fosfotungsteno. En un entorno alcalino, estos complejos son reducidos por transferencia de electrones a óxidos de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}), que exhiben un intenso color azul. La intensidad de este color está directamente relacionada con la cantidad de grupos fenólicos presentes, y se mide midiendo la absorbancia del complejo a 760 nm. Los resultados se expresan en mg de ácido gálico equivalentes por gramo de extracto (Cerón, Higueta y Cardona 2013).

3.4.3. METODOS DE ANÁLISIS PROXIMAL

Se efectuaron los resultados del análisis de composición proximal de la harina de plátano por medio de un servicio en la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Se detallan los siguientes métodos.

- **Carbohidratos (g/100 g muestra original):**
Método utilizado en laboratorio: por diferencia MS-INN Collazos 1993
- **% Kcal. Proveniente de carbohidratos:**
Método utilizado en laboratorio: por calculo MS-INN Collazos 1993
- **Energía Total (Kca/100 g de muestra original):**
Método utilizado en laboratorio: por calculo MS-INN Collazos 1993
- **% Kcal. Proveniente de Grasa:**
Método utilizado en laboratorio: por calculo MS-INN Collazos 1993

- **% Kcal. Proveniente de Proteínas:**
Método utilizado en laboratorio: por calculo MS-INN Collazos 1993
- **Cenizas (g/100 g de muestra original):**
Método utilizado en laboratorio: AOAC 940.26 (A) Cap. 37, Pag. 7, 21st Edition 2019
- **Proteína (g/100g de muestra original) (factor:6:25)**
Método utilizado en laboratorio: AOAC 920.152 Cap. 37, Pag. 10, 21st Edition 2019
- **Humedad (g/100g de muestra original)**
Método utilizado en laboratorio: AOAC 930.04 Cap. 3, Pag. 1, 21st Edition 2019
- **Grasa (g/100 g de muestra original)**
Método utilizado en laboratorio: AOAC 930.09 Cap. 3, Pag. 24, 21st Edition 2019
- **Fibra cruda (g/100G de muestra original)**
Método utilizado en laboratorio: Ntp 205.003:1980 (revisada el 2011)

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la presente investigación se desarrolló las siguientes actividades: 1) obtención de la materia prima, 2) Elaboración de la harina de plátano y 3) La evaluación del análisis proximal de la harina de plátano se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, denominado “Calidad Total Laboratorios”, 4) La evaluación de la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

3.5.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO

➤ *Materiales y Equipos*

- a. Molino de Martillos marca Vulcano
Tipo de maquina: MV15-45 I/C
- b. Deshidratadora marca MEGAN
Tipo de maquina: HDE-100
- c. Cuchara de medida
- d. Mesa de Trabajo

- e. Balanza Granataría modelo Patrick's
- f. Balanza gravimétrica de precisión AG Dietikon, Switzerland
Modelo: 321-9247-001
- g. Detector de humedad marca: AXIS modelo: ATS210
- h. Espectrofotómetro Thermo Fisher
Modelo: Evolution 220
- i. Bolsas polipropileno
- j. Selladora manual
- k. 2 tinas de plástico de 50 litros

➤ Proceso de elaboración

Aquí se presenta un esquema gráfico que describe el proceso para producir polvo de plátano.

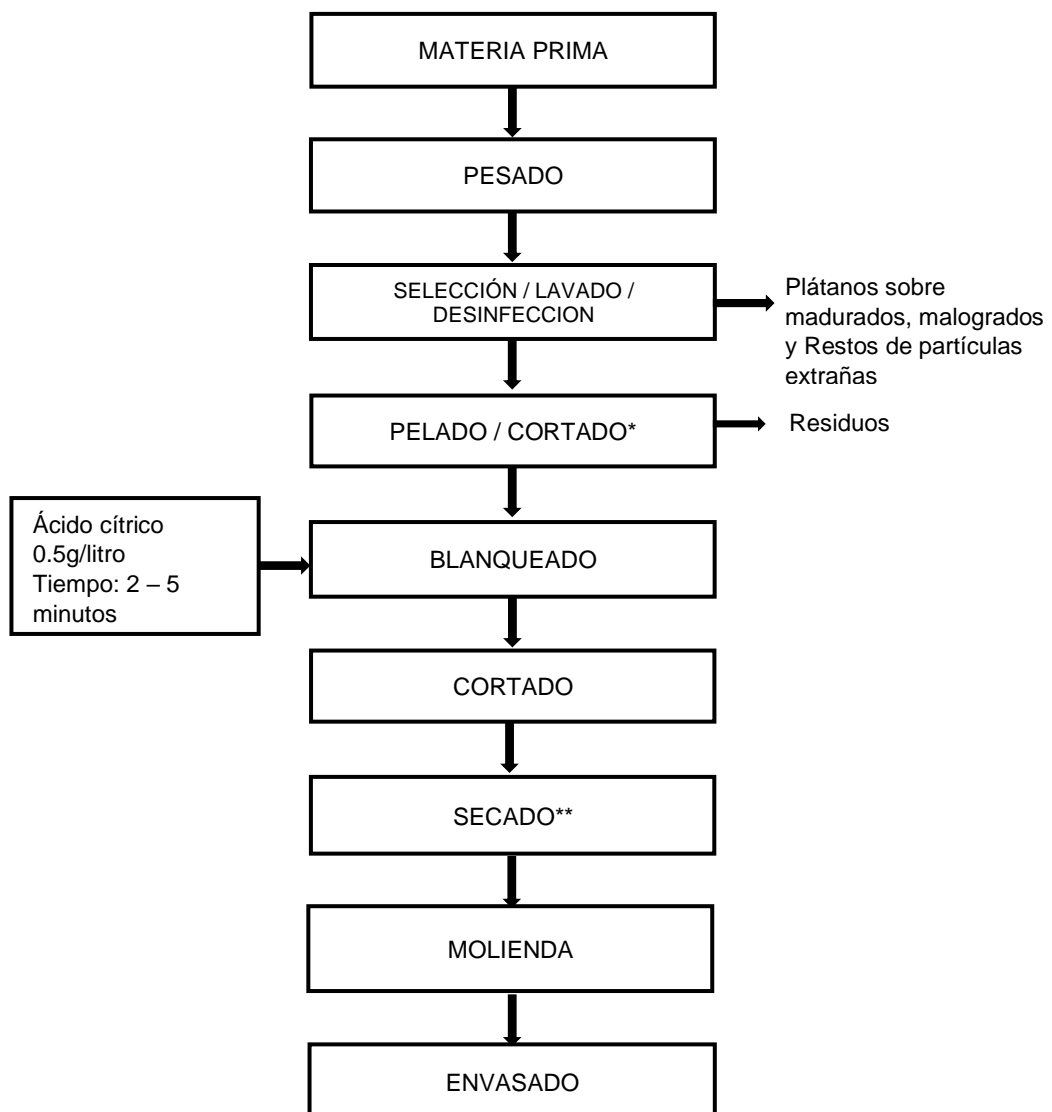


Figura 8: Diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina de plátano

* El pelado se realiza para la obtención de la harina sin cáscara y el cortado para la harina con cáscara

**se secó a 55°C por 12hr hasta obtener una humedad de 8,5% y a 65°C por 10hr hasta tener una humedad de 8,5%.

➤ **Descripción del proceso**

A continuación, se detalla el procedimiento para obtener la harina de plátano:

a) Recepción de materia prima

Se recepcióno la materia prima como el plátano inmaduro en jabas de plástico, para luego pasar a la selección.

b) Pesado

Se obtuvo 80,00 kg de plátano Clon hartón común.

c) Selección

Se llevó a cabo considerando las propiedades físicas y las percepciones sensoriales de la materia prima. Se selecciona los frutos dañados, defectuosos, maduros.

d) Lavado / desinfección

En este proceso se realiza de forma manual el lavado de los frutos aptos para el proceso, realizado dentro de una tina plástica. Seguidamente se realiza la desinfección aplicando hipoclorito de sodio a 5 ppm de concentración durante 3 a 5 minutos.

e) Pelado/cortado

En el proceso de pelado se aplica para la elaboración de la harina sin cáscara; donde con la ayuda de un cuchillo de manera manual se retiró el pedicelo, las puntas y la cáscara de los frutos (plátano). La materia prima es colocada en tinas de acero inoxidable y/o tinas exclusivas. Para ello se pesó el producto pelado en una balanza calibrada (sólo la cantidad necesaria).

En el proceso de cortado se aplica para la elaboración de la harina con cáscara; donde con la ayuda de un cuchillo de manera manual se retiró el pedicelo y las puntas de los frutos (plátano). La materia prima es colocada en tinas de acero inoxidable y/o tinas exclusivas. Para ello se pesó el producto pelado en una balanza calibrada (sólo la cantidad necesaria).

f) Blanqueado

En este proceso el plátano fue sometido a una solución de ácido cítrico al 0,5g/litro de agua, dentro de una tina plástica, por un tiempo de 15 minutos.

g) Escurrido

En esta operación el producto fue colocado en una superficie de rejillas delgadas, con la finalidad de eliminar el agua por gravedad. Se dejó un periodo de 10 a 20 minutos.

h) Cortado

Los frutos (plátano) son sometidos a un proceso de cortado con ayuda de una cortadora de capacidad de 100 kg/h la cual es de material de acero inoxidable, donde las unidades y/o trozos de plátano es colocado en la boquilla del equipo uno por uno, la materia prima al entrar en contacto con las cuchillas del equipo, se obtiene rodajas de 8cm de ancho, los cuales son recepcionados en bolsas de polietileno (PE).

i) Secado

La eliminación de la humedad se realizó empleando un secador de bandejas con capacidad de 30 kg por bach el cual es de material de acero inoxidable, donde se coloca las bandejas con la carga de materia prima. El producto fue sometido a una temperatura de 55 °C y 65 °C por un tiempo de 12 a 10 horas hasta obtener un producto con un nivel de humedad del 8.5%, este proceso

es necesario para disminuir la cantidad de humedad del producto, para así poder facilitar la molienda y su conservación.

j) Enfriado

Este proceso se realizó con la finalidad de bajar la temperatura del producto, se coloca las bandejas en un estante tipo coche de acero inoxidable, se deja enfriar por un aproximado de 20 a 30 minutos para luego ser colocados en sacos y/o bolsas declaradas para envases secundarios de primer uso, con la ayuda de un cucharón de material inoxidable y ser transportados al área de pulverizado.

k) Molienda/Pulverizado

El producto fue sometido a un proceso de molienda, mediante un molino de martillos con una capacidad de 50 kg/h el cual es de material de acero inoxidable, en donde las rodajas entran en contacto con los martillos y son pulverizados. El equipo cuenta con una malla de 45 micras, se logró obtener una harina fina, a la salida del molino son recepcionados en bolsas de polietileno de primer uso y de alta densidad.

l) Envasado

El producto es llenado en las bolsitas de polietileno manualmente con cucharones de acero inoxidable. En este proceso se envasó de forma manual y se selló en las selladoras mellizas a pedal.

3.6. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos mediante los métodos de laboratorio estandarizados para la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la harina de plátano obtenida mediante un procedimiento óptimo en estado inmaduro en la investigación, se evaluaron mediante el Análisis de Variancia (ANOVA) y la significancia estadística mediante la Prueba de Tukey.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

4.1. DE LA HUMEDAD DEL PLÁTANO

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Porcentaje de humedad en plátano

Muestra	Porcentaje de Humedad (%)
plátano	71,7
pulpa	63,9
Cáscara	87,3

Fuente: Elaboración propia, 2023

Los resultados de la tabla 3 nos muestra que el plátano tiene un 71,7% de humedad, estudios realizados como Hernández (2009) y Valero Gaspar et al. (2018) reportan un valor de 74,20 y 79,3% del contenido de agua respectivamente, observándose que los resultados obtenidos son aproximados.

4.2. DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PLÁTANO

Para la obtención de la harina de plátano con y sin cascara se tomó como base el diagrama de flujo del proceso de obtención de la harina de plátano, mostrado en la figura 8, en la que se destaca las operaciones de selección, secado y molienda. En la selección se separó: el rachis, pedicelo y la punta. Se cortó a un centímetro de los extremos, los que constituyeron los residuos. El secado se realizó en un deshidratador a una temperatura de 55°C y 65°C, hasta alcanzar un producto con un contenido de agua del 8.5%, parámetros que están dentro de los datos registrados por Betancourth (2021) y Encarnación Montero y Salinas Alvarado (2017). En la molienda se utilizó un

molino de martillos de 12HP obteniéndose partículas finas de un diámetro menores a 0,25mm, valor que coincide con lo reportado Montero y Salinas Alvarado (2017) la presentación se realiza en bolsas de alta densidad de polipropileno de tamaños de 0.5kg y 1kg y debidamente selladas con el propósito de prevenir la penetración de humedad y microorganismos que puedan perjudicar la durabilidad del producto terminado así como el etiquetado correspondiente.

En la tabla 6 y 7 se observa una clara disminución de la capacidad antioxidante durante el proceso de elaboración de la harina con y sin cascara de plátano.

Garay y Villafuerte (2015) en el estudio del proceso de elaboración de una bebida funcional a partir de cáscara de camu camu reporta una disminución de la actividad antioxidante.

Por otro lado, Lisiewska y Kmiecik (1996) indican que, cuando se somete a temperaturas cercanas a la de ebullición del agua el brócoli y coliflor, sufren pérdidas considerables en peso de la vitamina C: en brócoli en un 41-42% y en coliflor en un 28-32%. Ismail, Zamaliah M y Chin W (2004), investigaron los impactos de la exposición al calor en el contenido de compuestos fenólicos y notaron que, al comparar vegetales frescos con aquellos sometidos a tratamiento térmico, se registró una mayor disminución del contenido fenólico en la col de pantano (26%). A esta le siguió la col (20%), espinaca (14%), cebolla (13%) y col rizada (12%).

Así mismo, Pacheco-Palencia, Duncan y Talcott (2009) reportan que los antioxidantes naturales, contenidos en frutas y verduras. Los compuestos fenólicos, que están estrechamente vinculados con esta característica, experimentan notables cambios durante la producción de alimentos. Las pulpas destinadas al mercado con propiedades antioxidantes muestran diferencias en su capacidad antioxidante, dependiendo de factores como los procesos de elaboración, la relación entre pulpa y agua, la calidad de la fruta y su grado de madurez. Pokorný y Schmidt (2001) mencionan que los antioxidantes muestran una considerable disminución durante el almacenamiento de alimentos.

En la tabla 9 se puede observar la disminución de los compuestos fenólicos de la harina de plátano con y sin cáscara en las diferentes etapas del proceso, siendo el más significativo en el secado, debido a que se realizó a una temperatura de 55°C. La medición y descripción de los compuestos fenólicos, en conjunto con la investigación sobre su resistencia a las temperaturas, brinda información acerca de las transformaciones que experimentan las moléculas antioxidantes debido al calor y cómo funcionan en términos de su actividad antioxidante.

Santos et al. (2012) investigaron la resistencia al calor de ácidos fenólicos de origen natural y encontraron que esta resistencia disminuye a medida que la temperatura aumenta. Estos ácidos fenólicos son antioxidantes efectivos que funcionan al atrapar radicales libres y, de manera casual, al quelar metales a través de sus grupos catecol y carboxilato. Esta acción dificulta el proceso de inicio y propagación de la oxidación. Así mismo Sepúlveda y Zapata (2019), Porras Saavedra et al. (2018), demostraron que la disminución de fenoles totales, se ve afectada por la temperatura y los sólidos solubles.

4.3. DEL RENDIMIENTO DE LA HARINA

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Rendimiento de harina de plátano

Harina de plátano	Temperatura secado (°C)	Porcentaje de rendimiento (%)
Con cáscara	65	24,47
	55	23,82
Sin cáscara	65	19,58
	55	19,10

Fuente: Elaboración propia, 2023

Para ver si existe diferencia entre la harina obtenida a partir de una muestra con cáscara secadas a 65°C y 55 °C, se analizó los datos a través de la tabla de ANOVA: Análisis de varianza de un factor, en la que nos planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula: Ho: No existe diferencia entre los tratamientos

Hipótesis alterna: H1: existe diferencia entre los tratamientos

Tabla 5: Análisis de varianza de un factor para los dos tratamientos de harina con y sin cáscara

Analysis of Variance Table						
Response: rendimiento						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
temperatura	1	0.3192	0.3192	44.183	0.09506	.
harina	1	23.0880	23.0880	3195.574	0.01126	*
Residuals	1	0.0072	0.0072			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Fuente: Elaboración propia, 2023

En esta tabla de Análisis de Varianza (ANOVA), se está evaluando la relación entre el rendimiento y dos factores: la temperatura y la harina. Los resultados indican que la harina tiene un efecto significativo en el rendimiento, ya que el valor F es muy alto y el valor p es menor que 0,05, lo que sugiere que hay una relación significativa entre la harina y el rendimiento. Por otro lado, la temperatura no parece tener un efecto significativo en el rendimiento, ya que el valor F es relativamente bajo y el valor p es mayor que 0,05. Los residuos también tienen un valor muy bajo, lo que sugiere que el modelo es adecuado para explicar la variabilidad en los datos.

4.4. DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

4.4.1. DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBTENCION DE LA HARINA

Los resultados de la determinación de la capacidad antioxidante en las diferentes etapas de obtención de la harina de plátano secadas a 55°C y 65°C a partir de muestras con y sin cascara, se detallan en la tabla 6 y 7.

Tabla 6: Capacidad antioxidante de muestras de harina de plátano sin cáscara a diferentes temperaturas de secado

Temperatura	Proceso	Muestra	Absorbancia	micromoles Trolox/100g muestra
65°C	Recepción	M1	0,404	12744,5
	Blanqueado	M17	0,4041	12747,6
	Secado	M2	0,233	7350,2
	Molienda	M3	0,192	6056,8
	Producto final	M4	0,19	5993,7
55°C	Recepción	M1	0,404	12744,5
	Blanqueado	M17	0,4041	12747,6
	Secado	M18	0,24	7571,0
	Molienda	M19	0,232	7318,6
	Producto final	M20	0,229	7224,0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 7: Capacidad antioxidante de muestras de harina de plátano con cáscara a diferentes temperaturas de secado

Temperatura	Proceso	Muestra	Absorbancia	micromoles Trolox/100g muestra
65°C	Recepción	M5	0,411	12965,3
	Blanqueado	M21	0,412	12996,8
	Secado	M6	0,239	7539,4
	Molienda	M7	0,219	6908,5
	Producto final	M8	0,211	6656,2
55°C	Recepción	M5	0,411	12965,3
	Blanqueado	M21	0,412	12996,8
	Secado	M22	0,249	7854,9
	Molienda	M23	0,238	7507,9
	Producto final	M24	0,236	7444,8

Fuente: Elaboración propia, 2023

La capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) es una medición del antioxidante referido en **Trolox**, en unidades llamadas Trolox equivalentes (TE), por ejemplo, micromolTE/100 g.

Dado que es complicado medir los componentes antioxidantes individuales en una mezcla compleja, se utiliza la equivalencia de Trolox como un punto de referencia para evaluar la capacidad antioxidante de dicha mezcla.

Trolox (6-hydroxy-2, 5, 7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) es un derivado de la vitamina E que es soluble en agua. Similar a la vitamina E, tiene propiedades antioxidantes y se emplea en contextos biológicos o bioquímicos para disminuir el estrés oxidativo y prevenir el daño celular. (Campo-Banguero y Ramírez-Navas 2021)

Los resultados de la tabla 6 y 7 nos muestra que la capacidad antioxidante de la harina de plátano derivada de las muestras con y sin cascara secadas a 55°C tienen mayores valores respecto a las secadas a 65°C, esto nos demuestra que los plátanos tienen componentes fitoquímicos termolábiles.

Los fitoquímicos termolábiles son compuestos químicos naturales que se encuentran en plantas y que son sensibles a los cambios de temperatura. Estos compuestos pueden descomponerse o perder su actividad biológica si se exponen a altas temperaturas durante el procesamiento o almacenamiento de alimentos. Algunos ejemplos de fitoquímicos termolábiles son los carotenoides, las catequinas y los flavonoides.

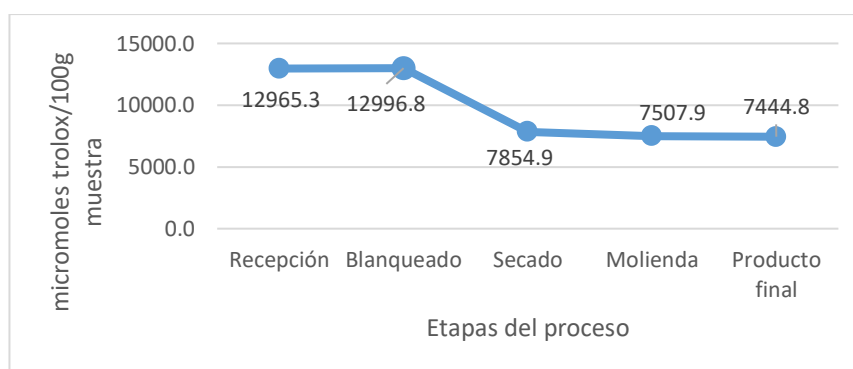


Figura 9: Capacidad antioxidante en las diferentes etapas de la obtención de harina de muestras secadas a 55°C sin cáscara

Fuente: Elaboración propia, 2023

Al respecto Sánchez-Rivera et al., (2020), indican que la harina de plátano es abundante en compuestos fenólicos y antioxidantes naturales. Se ha demostrado que la cáscara del fruto es una fuente significativa de compuestos

bioactivos que tienen un gran potencial para ser empleados en alimentos para consumo humano, gracias a su contenido de carbohidratos, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante (CAO), al igual que (Llerena-Aguilera y Sancán-Morán 2018) indican que la harina de plátano muestra propiedades antioxidantes obtenida de la cáscara, (García et al. 2003), mencionan que el plátano verde, es una fuente de compuestos antioxidantes. Ovando-Martínez et al. (2009) reporta que la harina de plátano, tiene beneficios para la salud, porque presenta los polifenoles con propiedades antioxidantes. Así mismo Gutiérrez et al. (2007) según mencionan, gran parte de la capacidad antioxidante en frutas y verduras proviene de su contenido de vitamina E, vitamina C, carotenos y diversos polifenoles. Se informa que el plátano muestra una capacidad antioxidante de 8,2 mmoles de equivalentes TROLOX por gramo de alimento.

4.4.2. DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

El **diagrama de cajas**, también conocido como diagrama de bigotes, es una herramienta gráfica que permite visualizar la distribución de la mediana y los valores mínimo y máximo.

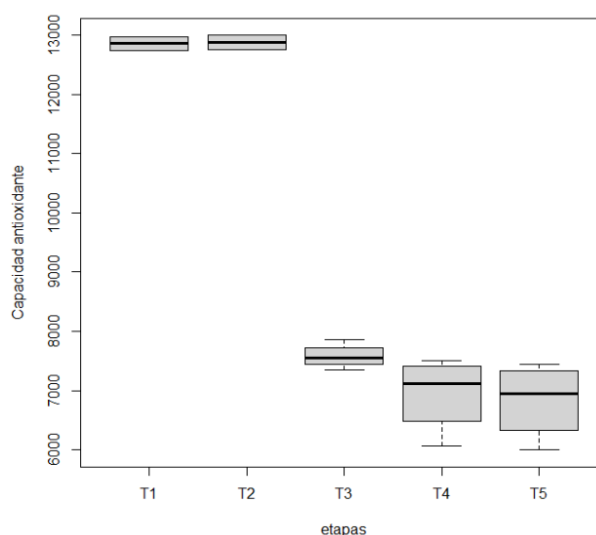


Figura 10: Diagrama de cajas para el contenido de la capacidad antioxidante en diferentes etapas de obtención de la harina.

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 10 se puede observar que los resultados se agrupan en dos grupos por una parte T1 y T2 donde las medias no muestran diferencias significativas y las medias de T3, T4 Y T5 presentan una ligera diferencia, por consiguiente, el proceso de obtención de la harina se puede afirmar que existen dos grupos diferenciados, **siendo T1: recepción, T2: blanqueado, T3: secado, T4: molienda y T5: producto final.**

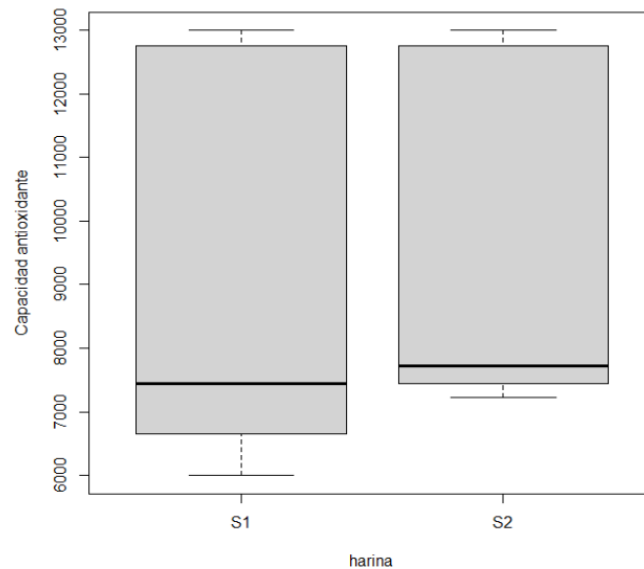


Figura 11: Efecto de la harina obtenida a partir de plátano sin cáscara (S1) y plátano con cáscara (S2)

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 11 se observa que en las medias de la harina obtenida a partir de plátano sin cáscara (S1) y plátano con cáscara (S2) existe una ligera diferencia, teniendo S2 ligeramente una mayor cantidad.

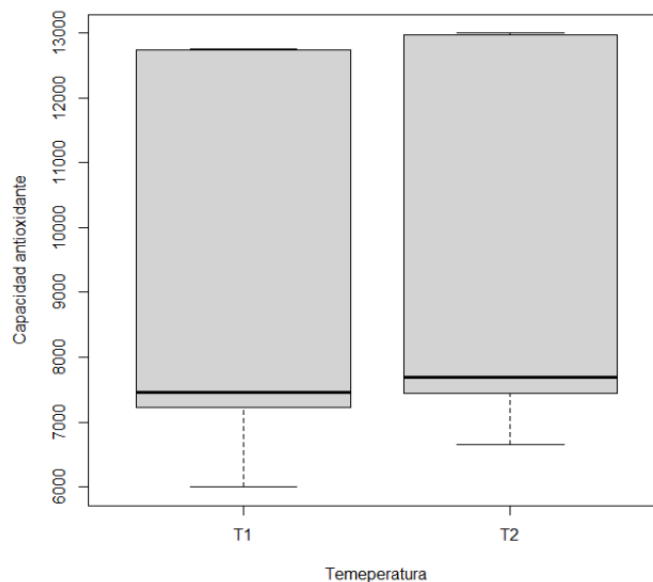


Figura 12: Efecto de la temperatura de secado sobre la capacidad oxidante en la obtención de la harina.

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 12 se observa el efecto de la temperatura de secado a 65°C (T1) y 55°C (T2) sobre la capacidad oxidante en la obtención de la harina, en la que nos indica que no existe diferencia significativa, sin embargo, en T2 hay una ligera mayor concentración de la capacidad antioxidante.

4.4.3. ANÁLISIS DE VARIANZA USANDO LA FUNCIÓN MODELO LINEAL (LM) LINEAR MODEL Y ANOVA

La hipótesis que se plantea en relación a las medias de los resultados de la capacidad antioxidante en las diferentes etapas de obtención de la harina es:

Ho: Las medias son iguales

H1: Por lo menos dos medias son diferentes

Tabla 8: Efecto de los factores etapas, harina, temperatura sobre la capacidad antioxidante

Analysis of Variance Table					
Response: antioxidante					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
etapas	4	159706901	39926725	410.4455	1.015e-12 ***
harina	1	975229	975229	10.0253	0.008126 **
temperatura	1	556912	556912	5.7250	0.033967 *
harina:temperatura	1	50944	50944	0.5237	0.483134
Residuals	12	1167319	97277		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fuente: Elaboración propia, 2023

Los factores probados fueron "etapas", "harina", "temperatura" y la interacción entre "harina" y "temperatura". Los valores de p indican si cada factor tiene un efecto significativo sobre la variable "antioxidante".

Según la tabla, "etapas", "harina" y "temperatura" tienen un efecto significativo sobre "antioxidante" ($p < 0,05$), mientras que la interacción entre "harina" y "temperatura" no tiene un efecto significativo ($p > 0,05$).

4.4.5. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El coeficiente de variación (CV) representa una métrica que evalúa la dispersión relativa de una variable y se obtiene al dividir la desviación estándar por la media, expresándose como un porcentaje.

```
Coeficiente de variación
cv.model(modelo)
[1] 3.312108
```

En este caso, un coeficiente de variación de 3.3121 significa que la desviación estándar es aproximadamente el 3.31% de la media, nos indica que la variabilidad de los datos es baja en relación con la media, por consiguiente, el conjunto de datos es "homogéneo"

4.4.6. EVALUACIÓN DE LOS SUPUESTOS MODELOS ESTADÍSTICOS MATEMÁTICOS

4.4.6.1. SHAPIRO-WILK NORMALITY TEST

La prueba de Shapiro-Wilk sirve para contrastar la normalidad de un conjunto de datos. Para lo cual nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: La distribución es normal

H1: La distribución no es normal

```
Shapiro-wilk normality test
data: modelo$res
W = 0.83645, p-value = 0.003187
Shapiro-wilk normality test
data: modelo$res
W = 0.92407, p-value = 0.1187
```

Los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk señalan que no existe evidencia significativa para descartar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal. El valor de W es 0,92407 y el p -valor es 0,1187, lo que sugiere que los datos pueden ser aproximadamente normales.

4.4.6.2. Gráfico de QQ plot

El gráfico de QQ plot (quantile-quantile plot) es una representación gráfica empleada para determinar si una muestra de datos se ajusta a una distribución normal. En este gráfico, se contrastan los cuantiles observados en la muestra con los cuantiles esperados de una distribución normal.

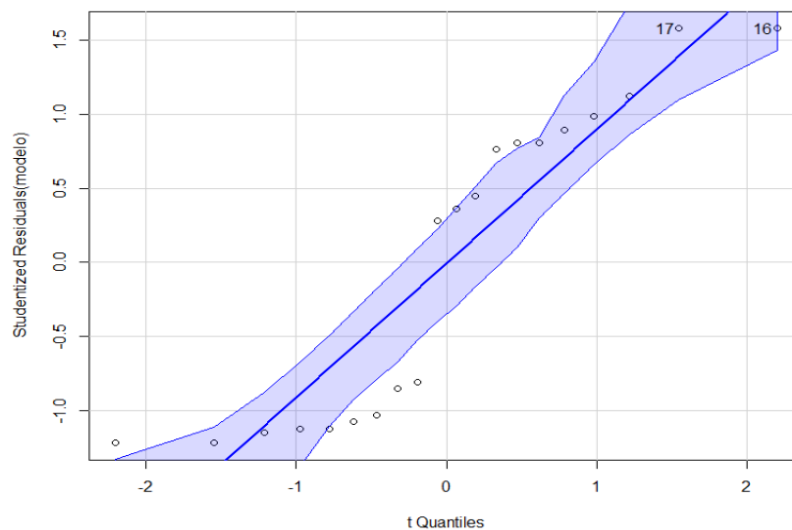


Figura 13: Podemos observar en general que los datos siguen una distribución normal

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.4.6.3. Gráfico de predichos contra residuos estandarizados

Se utiliza para verificar la homogeneidad de varianzas e independencia de los residuos.

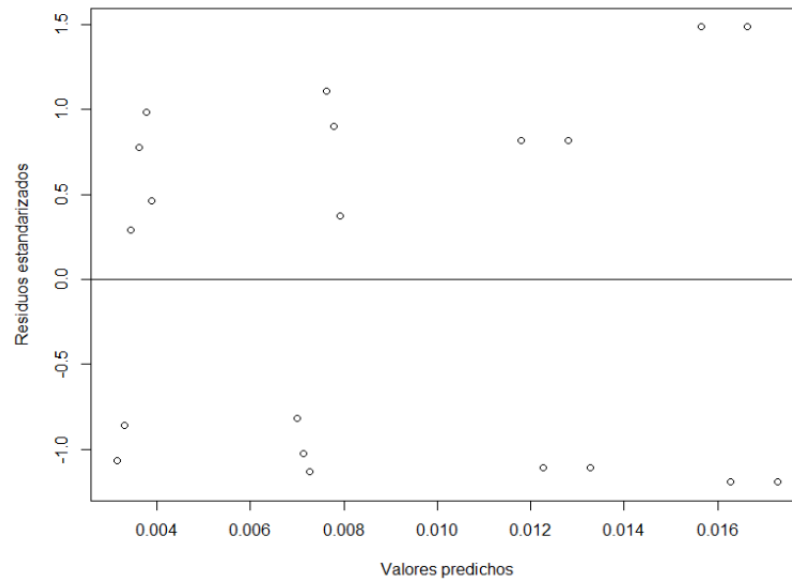


Figura 14: Presentan una cierta distribución aleatoria alrededor de cero, esto puede indicar que el modelo no está capturando adecuadamente la variabilidad en los datos o que hay factores no considerados que están influyendo en la respuesta.

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.4.6.4. PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD (HOMOGENEIDAD DE LAS VARIANZAS)

a. Prueba de Bartlett

```
Bartlett test of homogeneity of variances
data: antioxidante by etapas
Bartlett's K-squared = 11.64, df = 4, p-value = 0.02024
```

Con base en la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett, podemos concluir que las varianzas de los grupos que se comparan no son iguales. Esto indica que no podemos suponer varianzas iguales para los grupos en análisis estadísticos posteriores. El valor p de 0,02024 sugiere que el resultado de la prueba es estadísticamente significativo a un nivel de significación de 0,05, lo que significa que podemos rechazar la hipótesis nula de que las varianzas son iguales.

b. PRUEBAS DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE MEDIAS

PRUEBA DE Tukey

```
Study: modelo ~ "etapas"
```

HSD Test for antioxidante

Mean Square Error: 97276.55

etapas, means

	antioxidante	std r	Min	Max
T1	12854.900	127.4789	4 12744.5	12965.3
T2	12872.200	143.8757	4 12747.6	12996.8
T3	7578.875	208.2485	4 7350.2	7854.9
T4	6947.950	644.6265	4 6056.8	7507.9
T5	6829.675	648.7986	4 5993.7	7444.8

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.50771

Minimun Significant Difference: 702.9591

Treatments with the same letter are not significantly different.

antioxidante	groups
T2	12872.200 a
T1	12854.900 a
T3	7578.875 b
T4	6947.950 bc
T5	6829.675 c

Los tratamientos (etapas) son significativamente diferentes en las etapas de obtención de la harina de plátano, con lo cual se concluye que la concentración de la capacidad antioxidante es afectada durante la elaboración de la harina.

4.4.7. DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBTENCIÓN DE LA HARINA

Tabla 9: Compuestos fenólicos de muestras de harina de plátano con y sin cáscara a diferentes temperaturas de secado

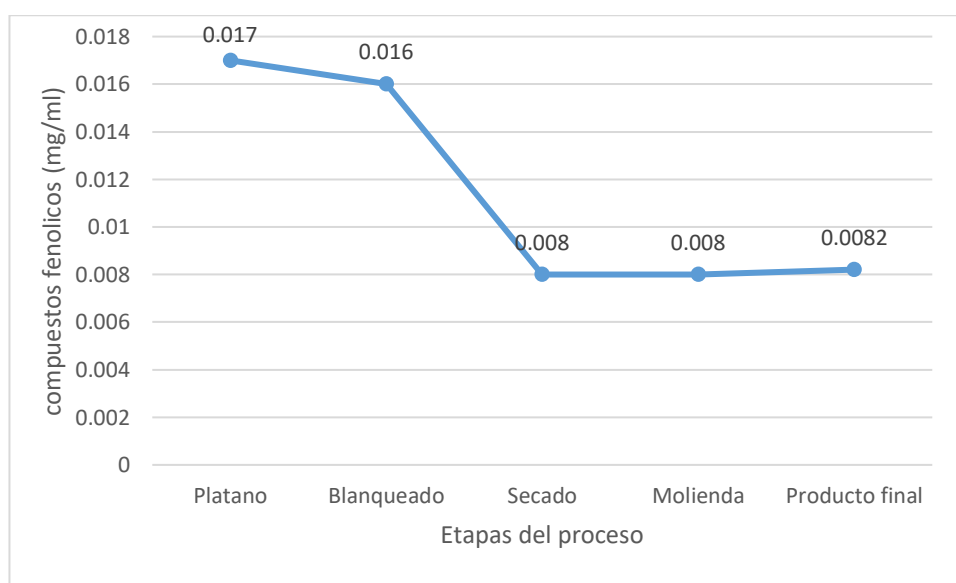
Temperatura de secado	Etapas del proceso	sin cáscara		con cáscara	
		Muestra	mg ácido gálico/g muestra	Muestra	mg ácido gálico/g muestra
55°C	Plátano	M1	0,013	M5	0,017
	Blanqueado	M17	0,012	M21	0,016
	Secado	M2	0,004	M6	0,008
	Molienda	M3	0,004	M7	0,008
	Producto final	M4	0,0038	M8	0,0079
65°C	Plátano	M1	0,013	M5	0,017
	Blanqueado	M17	0,012	M21	0,016
	Secado	M18	0,0035	M22	0,007
	Molienda	M19	0,0031	M23	0,0069

Producto final	M20	0,003	M24	00068
----------------	-----	-------	-----	-------

Fuente: Elaboración propia, 2023

Los resultados de la tabla 09 nos muestra que a 55°C existe mayor concentración de los compuestos fenólicos en la harina obtenida a partir de muestras de plátano con cascara. Resultados que concuerdan con lo manifestado por Sepúlveda y Zapata (2019) en la que menciona que los compuestos fenólicos son afectados por la temperatura.

Figura 15: Compuestos fenólicos en las diferentes etapas de la obtención de harina de muestras secadas a 55°C con cáscara



Fuente: Elaboración propia, 2023

La figura 15 nos muestra la cantidad de compuestos fenólicos (muestra de plátano) de 0,017mg/ 100g, la presencia de este compuesto bioactivo es también mencionado por Gutiérrez et al. (2007), además en la figura se puede observar la variación de este componente en las diferentes etapas del proceso, en la que se puede apreciar la mayor caída o pérdida del contenido de los compuestos fenólicos seda en el proceso, variación que es mencionado por Juárez (2022) que se investigó el impacto de la temperatura y el grosor de las rodajas en el contenido de compuestos fenólicos (CF), y se llegó a la conclusión de que estos factores son significativos. A temperaturas más altas,

se observa un aumento en los CF, mientras que a temperaturas más bajas, disminuyen, lo que sugiere una reducción en la actividad enzimática, especialmente de la enzima PPO, a bajas temperaturas. Además, se encontró que un menor grosor de la rodaja lleva a resultados más favorables en cuanto al contenido de CF, mientras que un mayor grosor no produce resultados tan positivos.

4.4.8. DEL ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

4.4.8.1. DIAGRAMA DE CAJAS

El **diagrama de cajas**, también conocido como diagrama de bigotes, es una herramienta gráfica que permite visualizar la distribución de la mediana y los valores mínimo y máximo.

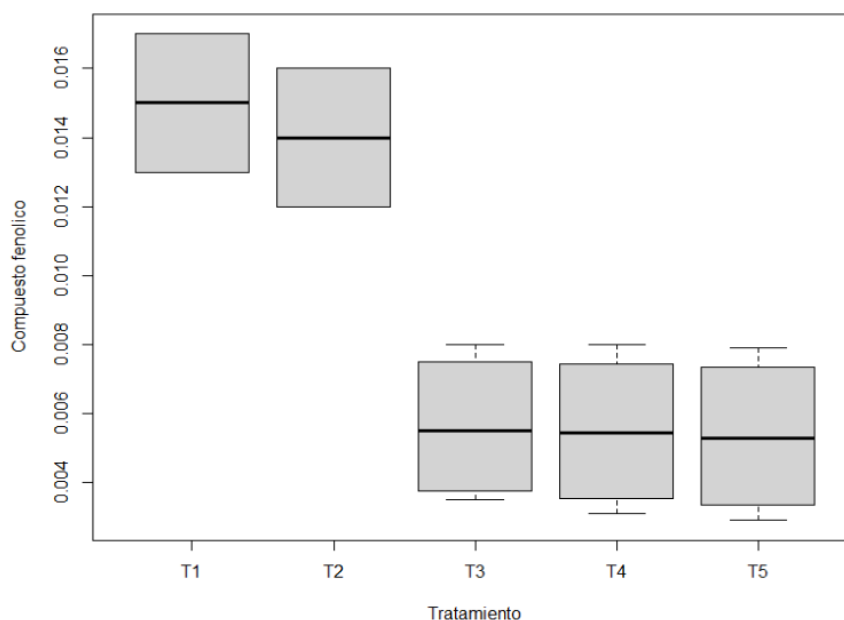


Figura 16: Diagrama de cajas para el contenido de los compuestos fenólicos en diferentes etapas de obtención de la harina.

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 16 se puede observar que los resultados se agrupan en dos grupos por una parte T1 y T2 donde las medias no muestran diferencias significativas y la otra T3, T4 Y T5 de igual forma (las medias no presentan diferencias).

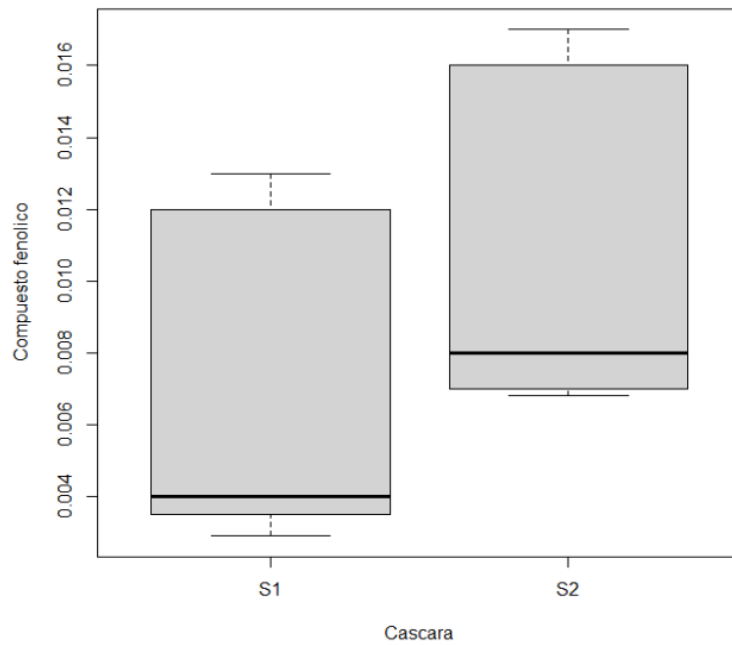


Figura 17: Efecto sobre los compuesto fenólicos en la obtención de la harina a partir de plátano sin cáscara (S1) y plátano con cáscara (S2)

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 17 se observa que en las medias de la harina obtenida a partir de plátano sin cáscara (S1) y plátano con cáscara (S2) existe una ligera diferencia, teniendo S2 ligeramente una mayor cantidad.

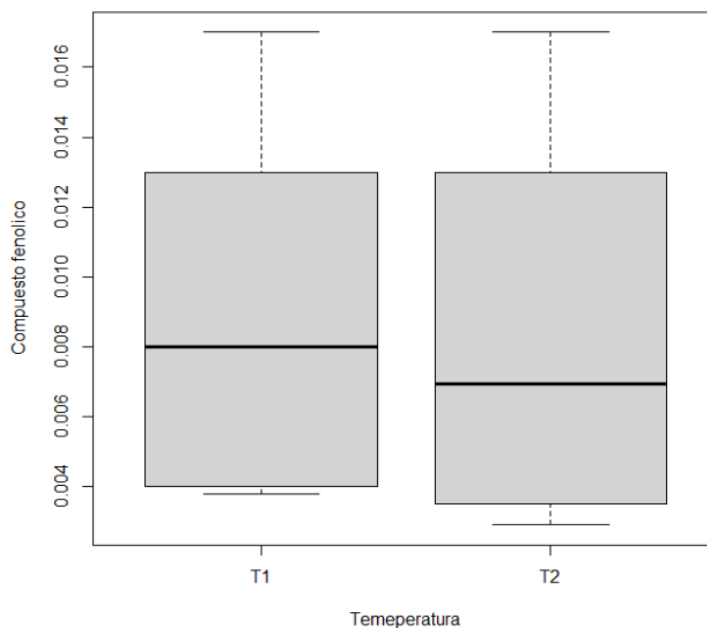


Figura 18: Efecto de la temperatura de secado sobre la capacidad oxidante en la obtención de la harina.

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 18 se observa el efecto de la temperatura de secado a 55°C (T1) y 65°C (T2) sobre los compuestos fenólicos en la obtención de la harina, Aunque no se observa una diferencia significativa entre las dos temperaturas, se puede apreciar una ligera mayor concentración de la capacidad antioxidante en la muestra obtenida a 65°C (T2).

4.4.9. ANÁLISIS DE VARIANZA USANDO LA FUNCIÓN MODELO LINEAL (LM) LINEAR MODEL Y ANOVA

Prueba la hipótesis que se plantea en relación a las medias de los resultados de los compuestos fenólicos en las diferentes etapas de obtención de la harina es:

Ho: Las medias son iguales

H1: Por lo menos dos medias son diferentes

Analysis of Variance Table

Response: fenólicos

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value							
Tratamiento	4	0.00039167	9.7918e-05	1030.7158							
Cascara	1	0.00007722	7.7224e-05	812.8895							
Temperatura	1	0.00000151	1.5130e-06	15.9211							
cascara: temperatura	1	0.00000004	4.0000e-08	0.4263							
Residuals	12	0.00000114	9.5000e-08								
		Pr(>F)									
Tratamiento		4.172e-15	***								
Cascara		2.152e-12	***								
Temperatura		0.001793	**								
cascara: temperatura		0.526114									
Residuals											

Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'	0.05	'.'	0.1	' '	1

Fuente: Elaboración propia, 2023

Respecto al tratamiento (etapas de la obtención de la harina), cascara (harina con y sin cascara) y la temperatura, los valores de F son altos: 1030,7158, 812,8895 y 15,9211 respectivamente y los valores de p son: 4,172e-15, 2,152e-12 y 0,001793 respectivamente, estos valores nos sugieren que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos.

En cuanto a la interacción de los factores cascara y temperatura (cascara: temperatura), F= 0,4263 y valor de p-valor = 0,526114, en este caso, el valor de F es bajo y el valor p es alto, lo que sugiere que no hay una interacción significativa entre las variables

4.4.10. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El coeficiente de variación (CV) se utiliza para cuantificar la relativa dispersión de una variable y se obtiene mediante la división de la desviación estándar entre la media, expresándolo en forma de porcentaje.

```
Coeficiente de variación
> cv.model(modelo)
[1] 3.388903
```

En este caso, un coeficiente de variación de 3,3889 significa que la desviación estándar es aproximadamente el 3,39% de la media, nos indica que la variabilidad de los datos es baja en relación con la media.

4.4.11. EVALUACIÓN DE LOS SUPUESTOS DEL MODELO ESTADÍSTICO MATEMÁTICO

4.4.11.1. Shapiro-Wilk normality test

La prueba de Shapiro-Wilk se utiliza para evaluar si un conjunto de datos sigue una distribución normal. Para lo cual nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: La distribución es normal

H1: La distribución no es normal

shapiro-wilk normality test

```
data: modelo$res
w = 0.83645, p-value = 0.003187
```

Con base en el valor del p-valor = 0,003187, se rechaza la hipótesis nula. Con un 95% de confianza, podemos rechazar la idea de que los residuos provienen de una distribución normal ($W=0,83645$, $p\text{-value}>0,003187$)

4.4.11.2. Gráfico de QQ plot

El gráfico de QQ plot (quantile-quantile plot) es una representación visual empleada para analizar si una muestra de datos se ajusta a una distribución normal.

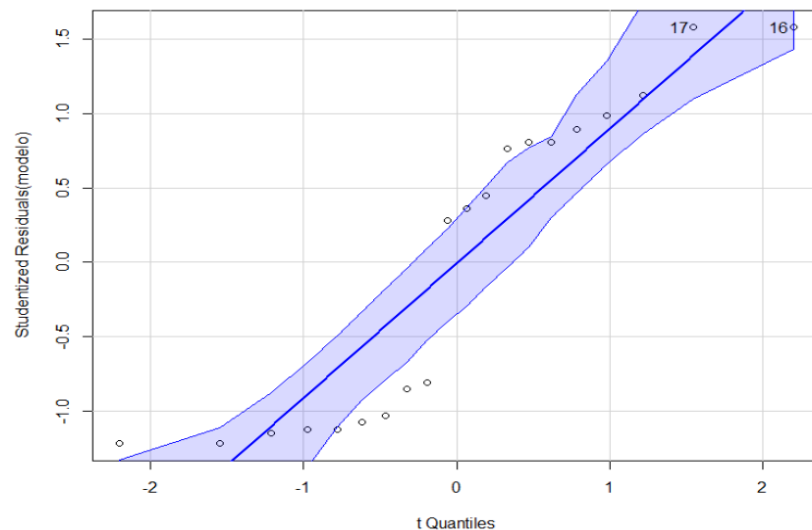


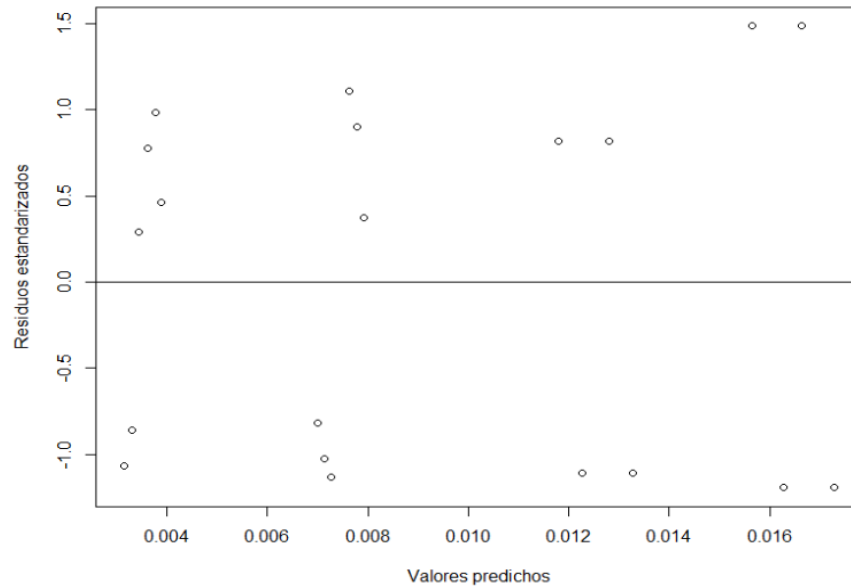
Figura 19: Compara los cuantiles de la muestra con los cuantiles teóricos de una distribución normal.

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura podemos observar en general que los datos siguen una distribución normal

4.4.11.3. Gráfico de predichos contra residuos estandarizados

Se utiliza para verificar la homogeneidad de varianzas e independencia de los residuos



Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 20: Los datos, presentan una cierta distribución aleatoria alrededor de cero, esto puede indicar que el modelo no está capturando adecuadamente la variabilidad en los datos o que hay factores no considerados que están influyendo en la respuesta.

4.5. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD (HOMOGENEIDAD DE LAS VARIANZAS)

a. Prueba de Bartlett

```
data: fenolicos by tratamiento
Bartlett's K-squared = 0.014728, df = 4, p-value = 1
```

El test de Bartlett se utiliza para evaluar la hipótesis de que las varianzas de varias muestras son iguales. En este caso, el valor de K-squared es 0,014728, lo que indica que la diferencia entre las varianzas de las muestras es muy pequeña. El p-valor es 1, lo que significa que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las varianzas son iguales.

b. Pruebas de comparación múltiple de medias: Prueba de Tukey

```

tukey <- HSD.test(modelo, "tratamiento",console=TRUE)
Study: modelo ~ "tratamiento"
HSD Test for fenolicos
Mean Square Error: 9.5e-08
tratamiento, means
  fenolicos      std r   Min   Max
T1 0.015000 0.002309401 4 0.0130 0.0170
T2 0.014000 0.002309401 4 0.0120 0.0160
T3 0.005625 0.002212653 4 0.0035 0.0080
T4 0.005500 0.002325224 4 0.0031 0.0080
T5 0.005350 0.002381176 4 0.0029 0.0079

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12
Critical Value of Studentized Range: 4.50771
Minimun Significant Difference: 0.0006946848
Treatments with the same letter are not significantly different.
  fenolicos groups
T1 0.015000      a
T2 0.014000      b
T3 0.005625      c
T4 0.005500      c
T5 0.005350      c

```

Los tratamientos (etapas) son significativamente diferentes en las etapas de obtención de la harina de plátano, con lo cual se concluye que la concentración de los compuestos fenólicos es afectada durante la elaboración de la harina.

4.5. DE LOS COMPONENTES DEL ANALISIS PROXIMAL

Cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10: Componentes del plátano.

Muestra (100g)	Plátano
Proteína (g)	1,3
Fibra (g)	2,4
Ceniza (g)	2,9
Humedad (g)	71,7
Grasa (g)	0,4
Carbohidratos (g)	21,0

Fuente: Laboratorio Calidad total – La Molina (2023)

En la tabla 10 se destaca la presencia de carbohidratos con 21%, cuya función es proporcionar energía, ceniza 2,9% representado por los minerales,

proteínas 1,3% y grasa 0,4% constituyendo como una fuente muy importante de estos para la salud humana, resultados que son corroborados por Hernandez, (2009).

CONCLUSIONES

1. Durante la elaboración de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara, se observa que hay variación en la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos, en las muestras secadas a 55°C con cáscara presenta mayor contenido en ambos componentes bioactivos. En la capacidad antioxidante de la muestra con cáscara es la que presenta mayor contenido de componentes con capacidad antioxidante, cuya variación es de 12744,5 a 7224,0 micromoles Trolox/100g muestra, mientras que los compuestos fenólicos varía de 0,017 a 0,0079 mg de ácido gálico equivalentes por gramo de muestra.
2. El plátano en estado inmaduro con y sin cáscara presenta una capacidad antioxidante de 7224,0 micromoles Trolox/100g y los compuestos fenólicos de 0,017 mg de ácido gálico equivalentes por gramo de muestra.
3. En la obtención de la harina de plátano con y sin cáscara se destaca las operaciones de selección, secado y molienda. En la selección se separó: el rachis, pedicelo y la punta. El secado se realizó en un deshidratador a una temperatura de 55°C y 65°C, hasta alcanzar un producto con un nivel de humedad del 8.5% en la etapa de fabricación de la harina.
4. 1. **La capacidad antioxidante** expresados en micromoles Trolox/100g muestra de la harina de plátano en estado inmaduro en las diferentes etapas son:
 - a. Con cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 65°C: recepción 12965.3; blanqueado 12996.8; secado 7539.4; molienda 6908.5 y en el producto final 6656.2.

b. Sin cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 65°C: recepción 12744.5; blanqueado 12747.6; secado 7350.2; molienda 6056.8 y en el producto final 5993.7

c. Con cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 55°C: recepción 12965.3; blanqueado 12996.8; secado 7854.9; molienda 7507.9 y en el producto final 7444.8

d. Con cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 55°C: recepción 12744.5; blanqueado 12747.6; secado 7571.0; molienda 7318.6 y en el producto final 7224.0

2. El contenido de los compuestos fenólicos expresados en mg ácido gálico/g muestra de la harina de plátano en estado inmaduro en las diferentes etapas son:

a. Con cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 65°C: recepción 0.017; blanqueado 0.016; secado 0.008; molienda 0.008 y en el producto final 0.0079

b. Sin cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 65°C: recepción 0.013; blanqueado 0.012; secado 0.0035; molienda 0.0031 y en el producto final 0.003

c. Con cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 55°C: recepción 0.017; blanqueado 0.016; secado 0.007; molienda 0.0069 y en el producto final 0.0068

d. Sin cáscara obtenida a partir de muestras secadas a 55°C: recepción 0.013; blanqueado 0.012; secado 0.0035; molienda 0.0031 y en el producto final 0.003

5. Los componentes del plátano en estado inmaduro presentan un 2,9% de ceniza, 2,4% de fibra y un 1,3% de proteínas

RECOMENDACIONES

1. Para generar mayores beneficios económicos en la región, es importante enfocarse en agregar más valor al plátano, ya que es uno de los productos con mayor producción. Esto podría lograrse mediante la implementación de tecnologías de procesamiento y empaque que permitan la creación de nuevos productos derivados del plátano, como snacks saludables, bebidas y postres. También se podría fomentar la exportación de plátanos con valor agregado, como el plátano deshidratado o el plátano en polvo, que tienen una mayor demanda en el mercado internacional.
2. La harina de plátano es un producto con un gran potencial debido a su contenido de componentes bioactivos, como los compuestos fenólicos y antioxidantes. Para aprovechar al máximo estos beneficios, es importante dar valor agregado a la harina de plátano mediante el desarrollo de productos alimenticios que la contengan, como panes, galletas y cereales. Además, se podría promover la inclusión de la harina de plátano en la dieta diaria de las personas, ya que su consumo regular podría tener efectos positivos en la salud, como la reducción del riesgo de enfermedades crónicas. En resumen, dar valor agregado a la harina de plátano no solo podría generar beneficios económicos, sino también mejorar la calidad de vida de las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, M.N.; BRISTI, N.J. y RAFIQUZZAMAN, M.; 2013. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, vol. 21, no. 2, pp. 143-152. ISSN 1319-0164. DOI 10.1016/J.JSPS.2012.05.002.
- ALDUVÍN-CÁCERES, F. del R.; DUARTE-RAMÍREZ, M.D. y QUINTANA-ZELAYA, J.A., 2006. *Elaboración de harina de plátano de la variedad "Cuerno"*. S.l.: s.n.
- ARACELI, C.; ESTRADA, R.; PATRICIA, B.; RAMOS, L. y ZACATECAS, C.; 2018. Estrés oxidativo : promotor de enfermedades. , pp. 1-9.
- ARUN, K.; PERSIA, F.; ASWATHY, P.; CHANDRAN, J.; SAJEEV, M.; JAYAMURTHY, P. y NISHA P; 2015. Plantain peel - a potential source of antioxidant dietary fibre for developing functional cookies. *Journal of food science and technology* [en línea], vol. 52, no. 10, pp. 6355-6364. [Consulta: 22 septiembre 2021]. ISSN 0022-1155. DOI 10.1007/S13197-015-1727-1. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26396380/>.
- BAAS-DZUL, L., 2015. *Obtención de extractos polifenólicos con actividad biológica a partir de harinas elaboradas con subproductos de limón italiano*. S.l.: s.n.
- BCR, 2018. Síntesis de Actividad Económica Febrero 2018. [en línea]. Cusco: [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2018/sintesis-madre-de-dios-02-2018.pdf>.
- BETANCOURTH, C.F., 2021. Producción de harina de plátano Producción de. [en línea]. Putumayo: Disponible en: https://www.fondoeuropeoparalapaz.eu/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/05/cartilla-de-platano_compressed.pdf.
- BLASCO, G. y GÓMEZ, F.J.; 2014. Propiedades funcionales del banano (*Musa sp.*). *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, vol. 14, no. 2,

pp. 22-26.

BLOIS, M.; 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, no. 4617, pp. 1199-1200.

BOTERO L, J.D.; MIGUEL H y MAZZEO M; 2009. Obtencion de harina de raquis del platano dominico harton, y evaluacion de su calidad con fines de industrializacion. *Vector* [en línea], pp. 83-95. [Consulta: 22 septiembre 2021]. ISSN 19097891. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&sw=w&issn=19097891&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA258132256&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>.

CABARCAS, E.; BENEDETTI, F.A. y HENAO, C.A., 2012. *Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción*. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena.

CAMPO-BANGUERO, L.M. y RAMÍREZ-NAVAS, J.S.; 2021. Capacidad antioxidante en helados y derivados lácteos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, vol. 8, no. 1, pp. 23-41. DOI 10.23850/24220582.3982.

CASTRO, T.L., 2014. *Estudio de factibilidad para la creacción de una planta productora y comercializador de pulpa de fruta en el Municipio de Venecia Cundinamarca* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Disponible en: <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf>.

CERÓN, I.; HIGUITA, J. y CARDONA, C.; 2013. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE ALCACHOFA (*Cynara scolymus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea], vol. 79, no. 1, pp. 57-63. [Consulta: 13 octubre 2020]. ISSN 1810-634X. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000100008.

- COLMENARES-LEAL, M.J.; 2009. Elaboración De Harina De Pulpa Y Cáscara De Plátano Verde Clón Hartón Común Para La Formulación De Una Mezcla De Harina Para Arepas a Base De Plátano:Maíz. , pp. 83.
- CRIADO, C. y MOYA, M., 2009. Vitaminas y antioxidantes. *Saned*. Madrid:
- CUERDA, C.; LUENGO, L.M.; VALERO, M.A.; VIDAL, A.; BURGOS, R. y MARTÍNEZ, F.L.C.C.; 2011. Antioxidantes y diabetes mellitus : revisión de la evidencia. , vol. 26, no. 1, pp. 68-78. DOI 10.3305/nh.2011.26.1.5115.
- DUSSÁN-SARRIA, S.; GAONA-ACEVEDO, A.F. y HLEAP-ZAPATA, J.I.; 2017. Efecto del Uso de Antioxidantes en Plátano Verde Dominico-Hartón (Musa AAB Simmonds) Cortado en Rodajas. *Informacion Tecnologica*, vol. 28, no. 4, pp. 3-10. ISSN 07180764. DOI 10.4067/S0718-07642017000400002.
- EGAN, H.; KIRK, R. y SAWYER, R.;1987. *Análisis químico de los alimentos de Pearson*. primera ed. México: s.n. ISBN 968-26-0734-5.
- ELEAZU, C.. y OKAFOR, P.; 2012. Antioxidant effect of unripe plantain (Musa paradisiaca) on oxidative stress in alloxan-induced diabetic rabbits. *International Journal of Medicine and Biomedical Research*, vol. 1, no. 3, pp. 232-241. ISSN 22770941. DOI 10.14194/ijmbr.1311.
- ENCARNACIÓN, S.S. y SALINAS, J.D., 2017. *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca* [en línea]. S.l.: Universidad Zamorano. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/bd9f3e6d-7003-4a00-8f5e-bf1f49f9eb7d/content>.
- FLORES-AGUILAR, E. y FLORES-RIVERA, E. del P.; 2018. Estabilidad de Antocianinas, Fenoles totales y Capacidad Antioxidante de Bebidas de Maíz Morao (Zea mays l.) Y Uña de Gato (Uncaria tomentosa sp). *Informacion Tecnologica*, vol. 29, no. 2, pp. 175-184. ISSN 07180764. DOI 10.4067/S0718-07642018000200017.

- GALANO, A., 2017. Estrés oxidativo, radicales libres, antioxidantes y...¿ Química Computacional ? *Química y desarrollo*. Mexico:
- GALICIA-SOSA, A.; CASTRO-FLORES, A.M.C.; LANDA-HABANA, L.; MUÑOZ-ARANZA, J.N. y ZEQUEIDA-IRRA, M.C.; 2019. Caracterización fisicoquímica y capacidad antioxidante de harina de rizoma de plátano macho (*Musa paadisiaca* L.). *Academia Journals*, vol. 11, no. 1, pp. 492.
- GARCÍA-SOLÍS, S.E.; BELLO-PÉREZ, L.A.; AGAMA-ACEVEDO, E. y FLORES-SILVA, P.C.; 2018. Plantain flour: A potential nutraceutical ingredient to increase fiber and reduce starch digestibility of gluten-free cookies. *Starch/Staerke*, vol. 70, no. 1-2, pp. 1-5. ISSN 1521379X. DOI 10.1002/star.201700107.
- GARCIA, P.; BRETON, L.; DE LA CUERDA, C. y CAMBLOR, M., 2003. Apuntes Sobre La Fibra PDF | Fibra dietética | Dieta y nutrición. [en línea]. [Consulta: 13 julio 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/429133267/Apuntes-sobre-la-fibra-pdf>.
- GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; LOBO, G.M. y GONZÁLEZ, M.; 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry* [en línea], vol. 119, no. 3, pp. 1030-1039. [Consulta: 13 julio 2021]. DOI 10.1016/J.FOODCHEM.2009.08.012. Disponible en: [file:///F:/Documentos/archivos general/TESIS/TESIS ROSALINDA/capacidad antioxidante en cascara de plátano.pdf](file:///F:/Documentos/archivos%20general/TESIS/TESIS%20ROSALINDA/capacidad%20antioxidante%20en%20cascara%20de%20plátano.pdf).
- GUILCAPI-GUAMÁN, M.I. y SALAZAR-CANO, V.P., 2018. *Plan de negocios para la producción y comercialización de harina de plátano saborizada de la empresa Prodicereal S.A. al norte de la ciudad de Quito* [en línea]. S.I.: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas. [Consulta: 6 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29310>.
- GUTIÉRREZ, Á.; LEDESMA, L.; GARCÍA, I. y GRAJALES, O.; 2007. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. *Revista Cubana de Salud Pública*, vol. 33, no. 1, pp.

0-0. ISSN 0864-3466. DOI 10.1590/s0864-34662007000100008.

- GUZMAN, R., 2015. Guía para la elaboración de harina de plátano. . S.l.:
- HAPPI, T.; ANDRIANAIVO, R.H.; WATHELET, B.; TCHANGO, J. y PAQUOT, M.; 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, vol. 103, no. 2, pp. 590-600. DOI 10.1016/J.FOODCHEM.2006.09.006.
- HERNANDEZ, L.; 2009a. El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional. *Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado Mérida*, vol. 13, pp. 4.
- HERNANDEZ, L.; 2009b. El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional. *Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado Mérida* [en línea], vol. 13, pp. 4. [Consulta: 8 febrero 2021]. Disponible en: https://www.phytojournal.com/vol1Issue3/Issue_sept_2012/9.1.pdf.
- HERNANDEZ, L.; 2009c. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). *Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado Mérida*, vol. 13, pp. 4.
- ISMAIL, A.; ZAMALIAH M, M. y CHIN W, F.; 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, vol. 87, pp. 581-586. DOI 10.1016/j.foodchem.2004.01.010.
- JUAREZ-GARCIA, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; SÁYAGO-AYERDI, S.G.; RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S.L. y BELLO-PÉREZ, L.A.; 2006. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition* [en línea], vol. 61, no. 3, pp. 131-137. [Consulta: 13 julio 2021]. ISSN 09219668. DOI 10.1007/s11130-006-0020-x. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17048100/>.
- JUÁREZ, C.E., 2022. *Harina de banano (Cavendish): Efecto del secado convectivo en los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante*. S.l.: Universidad Nacional de Frontera.
- LAYMAN, D.K., 2003. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *Journal of Nutrition* [en línea]. S.l.: J Nutr, [Consulta: 13 julio

2021]. DOI 10.1093/jn/133.1.261s. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12514305/>.

LISIEWSKA, Z. y KMIĘCIK, W.; 1996. Effects of level of nitrogen fertilizer , processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chemistry*, vol. 57, no. 2, pp. 267-270.

LLERENA-AGUILERA, M.D. y SANCÁN-MORÁN, J.C., 2018. *Determinación de la actividad antioxidante in vivo de la harina de plátano obtenida de la cáscara* [en línea]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. [Consulta: 22 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28393>.

LÓPEZ, G. y GÓMEZ, F.; 2014a. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). *Revista Médica de la Universidad Veracruzana* [en línea], pp. 5. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf.

LÓPEZ, G. y GÓMEZ, F.; 2014b. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). *Revista Médica de la Universidad Veracruzana* [en línea], pp. 5. [Consulta: 8 febrero 2021]. Disponible en: https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf.

LUCAS, J.C.; QUINTERO, V.D. y VALENCIA, C.A.C.; 2013. Characterization of flour and starch from guineo plantain AAAea (*Musa sapientum L.*). *Acta Agronómica*, vol. 62, no. 2, pp. 83-96. ISSN 0120-2812.

MADRIGAL, L. V.; ALANÍS, M.G.; JUSTO, M.; GARCÍA, D.C.; VÁZQUEZ, J.; RODRÍGUEZ, M. y MORENO, R.; 2006. Producción y caracterización físico-química de harinas de bananos FHIA-17, FHIA-23 y plátano FHIA-20, para su incorporación en panificación. , pp. 9.

MCLAREN, D.S. y KRAEMER, K., 2012. *Manual on Vitamin A Deficiency Disorders (VADD)*. Preface. 2012. S.l.: s.n.

- MISHRA, K.; OJHA, H. y CHAUDHURY, N.K.; 2012. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH Å assay: A critical review and results. *Food Chemistry*, vol. 130, pp. 1036-1043. DOI 10.1016/j.foodchem.2011.07.127.
- MONTERO, M., 1996. *Los radicales libres y las defensas antioxidantes*. abril 1996. S.l.: s.n.
- MONTOYA, J.; RODRIGUEZ, S. y GIRALDO, G.; 2016. Características fisicoquímicas de la harina de plátano (*Musa Paradisiaca*) dominico Harton y harina de trigo comercial. *Vitae* [en línea], vol. Vitae 23, pp. 396-400. [Consulta: 18 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1783661606?accountid=131412v&forcedol=true>.
- MUÑOZ, M. y GUTIÉRREZ, D.; 2010. Determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol *Nicotiana glauca*. *Facultad de Química*, vol. 26, no. 2, pp. 3-6.
- MURRAY, R.; BENDER, D.; BOTHAM, K.; KENNELLY, P.; RODWELL, V. y WEIL, A.; 2010. *HARPER Bioquímica ilustrada*. 2da edicio. Mexico: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. ISBN 9786071503046.
- OROZCO, A.F. y PICÓN, J.L., 2011. *Plan de exportación de harina de plátano de la empresa Brito Vaca Cia. LTDA. molino el Fenix de la ciudad de Riobamba al mercado de Estados Unidos ciudad de Miami FL*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- OVANDO-MARTINEZ, M.; SÁYAGO-AYERDI, S.; AGAMA-ACEVEDO, E.; GOÑI, I. y BELLO-PÉREZ, L.A.; 2009. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chemistry* [en línea], vol. 113, no. 1, pp. 121-126. ISSN 03088146. DOI 10.1016/j.foodchem.2008.07.035. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.035>.
- PACHECO-PALENCIA, L.A.; DUNCAN, C.E. y TALCOTT, S.T.; 2009.

Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chemistry* [en línea], vol. 115, no. 4, pp. 1199-1205. ISSN 03088146. DOI 10.1016/j.foodchem.2009.01.034. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.034>.

PASSO, C.V.; HERENT, M.F.; TOMEKPE, K.; HAPPI, T.; QUETIN-LECLERCQ, J.; ROGEZ, H.; LARONDELLE, Y. y ANDRE, C.; 2015. Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (*Musa* sp.). *Food Chemistry*, vol. 167, pp. 197-204. ISSN 18737072. DOI 10.1016/j.foodchem.2014.06.095.

PELÁES-SÁNCHEZ, pedro P.; RODAN-CARBAJAL, W.; CARMONA-RUIZ, A. y RAZA-QUIROZ, R.C.; 2019. Evaluación de la capacidad antioxidante y estabilidad térmica de la cáscara, zumo y semilla de lima dulce, limón rugoso y limón tipo mandarina. *Investigación y Amazonía*, vol. 9, no. 7, pp. 38-46.

POKORNÝ, J. y SCHMIDT, Š.; 2001. Natural antioxidant functionality during food processing. *Antioxidants in Food*, pp. 331-354. DOI 10.1016/9781855736160.4.331.

PORRAS-SAAVEDRA, J.; MOCTEZUMA-ALDANA, L.F.; GUTIERREZ-SUAÁREZ, J.J. y PÉREZ-PÉREZ, N.C., 2018. Estabilidad térmica de compuestos fenólicos de *Punica Granatum*. . S.I.:

POTTER N, N.;1973. *La ciencia de los alimentos*. Primera ed. México: s.n. ISBN 968-7032-00-6.

QUISPE-CUSI, M.N.; 2016. Desarrollo De Galletas Dulces Funcionales Con Harina De Trigo, Harina De Plátano, Semillas De Ajonjolí Y Pulpa De Guanábana. [en línea], pp. 117. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2880/Q04-C5-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

ROSALES-REYNOSO, O.L.; AGAMA-ACEVEDO, E.; AGUIRRE-CRUZ, A.; BELLO-PEREZ, L.A.; DUFOUR, D. y GIBERT, O.; 2014. Physicochemical

- evaluation of cooking and dessert bananas (*Musa* sp.) varieties. *Agrociencia*, vol. 48, no. 4, pp. 387-401. ISSN 14053195.
- RUIZ, B.; 2018. Breve historia de los radicales libres. *Nature Communications*, vol. 7, pp. 1-2. ISSN 20411723. DOI 10.1038/ncomms13234.
- SAMPATH, K.P.; BHOWMIK, D.; DURAIVEL, S. y UMADEVI, M., 2012. Traditional and Medicinal Uses of Banana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* [en línea]. S.I.: [Consulta: 8 febrero 2021]. Disponible en: www.phytojournal.comwww.phytojournal.com.
- SÁNCHEZ-RIVERA, M.M.; BELLO-PÉREZ, L.A. y PATIÑO-RODRIGUEZ, O.; 2020. Capacidad antioxidante de harina de fruto completo de plátano con potencial para elaborar productos nutraceuticos. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*, vol. 5, pp. 414-419.
- SANTOS, N.A.; CORDEIRO, A.M.T.M.; DAMASCENO, S.S.; AGUIAR, R.T.; ROSENHAIM, R.; CARVALHO FILHO, J.R.; SANTOS, I.M.G.; MAIA, A.S. y SOUZA, A.G.; 2012. Commercial antioxidants and thermal stability evaluations. *Fuel*, vol. 97, pp. 638-643. ISSN 00162361. DOI 10.1016/j.fuel.2012.01.074.
- SEPÚLVEDA, C.T. y ZAPATA, J.E.; 2019. Efecto de la Temperatura, el pH y el Contenido en Sólidos sobre los Compuestos Fenólicos y la Actividad Antioxidante del Extracto de *Bixa orellana* L. Effect of Temperature, pH and Solids Content on Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of *Bixa orellana* L. Extract. *Información Tecnológica* [en línea], vol. 30, no. 5, pp. 57-66. [Consulta: 9 enero 2023]. DOI 10.4067/S0718-07642019000500057. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500057>.
- STORPIRTIS, S.; 2006. Carbohidratos en alimentos regionales iberoamericanos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* [en línea], vol. 42, no. 4, pp. 615-616. [Consulta: 13 julio 2021]. ISSN 1516-9332. DOI 10.1590/S1516-93322006000400018. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/rbcf/a/DXf9QjSyRCnCHGMgVDc83DG/?lang=pt>.

- STOVER, R.;1987. *Bananas*. Burnt Mill England: Longman Scientific & Technical. ISBN 9780470206843.
- SUNTHARALINGAM, S. y RAVINDRAN, G.; 1993. Physical and biochemical properties of green banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition* [en línea], vol. 43, no. 1, pp. 19-27. [Consulta: 13 julio 2021]. ISSN 09219668. DOI 10.1007/BF01088092. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8385333/>.
- UNAM, 2008. *Fundamentos Y Tecnicas Analisis De Alimentos*. . México:
- VALERO-GASPAR, T.; RODRÍGUEZ-ALONSO, P.; RUIZ-MORENO, E.; ÁVILA-TORRES, J.M. y VALERA-MOREIRAS, G.;2018. *La alimentación española características nutricionales de los principales alimetros de nuestra dieta* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9788449115066. Disponible en: <http://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/2018/libro-la-alimentacion-espanola.pdf>.
- VELA, C. y VIDAL, J.;2007. *Manejo Integrado del cultivo de Plátano* [en línea]. Primera. S.l.: s.n. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/765/1/Vela-Manejo_integrado_cultivo_plátano.pdf.
- VIADA-PURO, E.; GOMÉZ-ROBLES, L. y CAMPNA-MARRERO, I.R.; 2017. Estrés oxidativo. *Correo Científico Médico* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 171-186. [Consulta: 18 septiembre 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1560-43812017000100014.

ANEXO

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

Variable	Dimensión	Indicadores		Unidades de Medición
Variable dependiente: Capacidad Antioxidante y los compuestos fenólicos	Compuestos Antioxidantes	Compuestos Fenólicos totales	a. En el plátano en estado inmaduro con y sin cáscara	mg ácido gálico / g muestra
			b. en el proceso de elaboración de la harina de plátano	mg/100g de muestra original (AOAC)
		Capacidad Antioxidante	Métodos: - DPPH	(μ moles trolox /100g muestra)
Variable independiente: Harina de plátano con y sin cáscara.	Procesamiento	Secado Molido	Temperatura rpm	°C r/m

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES DE LA HARINA DE PLÁTANO *clon hartón común* EN ESTADO INMADURO”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES		METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	MÉTODOS Y TÉCNICAS
<p>Problema general: ¿Cuál es la capacidad antioxidante y la cantidad de los compuestos fenólicos totales en el proceso de elaboración de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos en el proceso de elaboración de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara</p>	<p>HIPÓTESIS NULA (H₀) H₀: La capacidad antioxidante y la cantidad de los compuestos fenólicos totales de la harina de plátano en estado inmaduro varían en el proceso de elaboración.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Capacidad Antioxidante y los compuestos fenólicos</p>	<p>Compuestos Fenólicos totales</p> <p>Capacidad Antioxidante</p>	<p>a. En el plátano en estado inmaduro con y sin cáscara b. En el proceso de elaboración de la harina de plátano</p>	<p>POBLACIÓN Para el desarrollo de la presente investigación se tomó muestras del fundo “Don Jaimito” que está ubicado en el centro poblado Sudadero distrito de las piedras - provincia de Tambopata.</p>	<p>Evaluación de la capacidad antioxidante. Método DPPH</p> <p>Evaluación de los compuestos fenólicos mg ácido gálico / g muestra</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: a) ¿Cuál es la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos en el plátano en estado inmaduro con y sin cáscara? b) ¿Cuál es el proceso estándar de obtención de la harina de plátano</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS a) Determinar la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos en el plátano en estado inmaduro con y sin cáscara. b) Estandarizar el proceso de obtención de la</p>	<p>HIPÓTESIS ALTERNA (H₁) H₁: La capacidad antioxidante y la cantidad de los compuestos fenólicos totales de la harina de plátano en estado inmaduro no varían en el</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Harina de plátano con y sin cáscara</p>	<p>Secado Molido</p>		<p>MUESTRA Las muestras serán recolectadas aplicando el método de muestreo aleatorio simple intencionado, sin presencia de agentes contaminantes como insectos, plagas entre otros, de la población en estudio, siendo los lugares de muestreo el fundo “DON JAIMITO”</p>	

<p>en estado inmaduro con y sin cáscara?</p> <p>c) ¿Cuál es la capacidad antioxidante en el proceso de elaboración (secado, blanqueado, molienda y producto final) de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara?</p> <p>d) ¿Cuál es el análisis proximal del plátano en estado inmaduro?</p>	<p>harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara.</p> <p>c) Evaluar el efecto de la capacidad antioxidante en el proceso de elaboración (secado, blanqueado, molienda y producto final) de la harina de plátano en estado inmaduro con y sin cáscara.</p> <p>d) Determinar el análisis proximal en el plátano en estado inmaduro.</p>	<p>proceso de elaboración.</p>					
--	--	--------------------------------	--	--	--	--	--

INFORME DE ENSAYO N° 004-2023

CLIENTE : TRIVEÑO CHECYA ROSALINDA JAKELYN
DIRECCIÓN : JIRON LOS ROBLES ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA, TAMBOPATA, TAMBOPATA, MADRE DE DIOS
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA^(a) : HARINA DE PLATANO
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 20230320.01
 CANTIDAD DE LA MUESTRA : 1 unidad - 0.25 Kg aprox.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsas PEAD
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Muestra proporcionada por el cliente
FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO
 RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO : 20/03/2023
 INICIO DEL ENSAYO : 20/03/2023
 TÉRMINO DEL ENSAYO : 20/03/2023
 LUGAR DEL ENSAYO : CITEproductivo Madre de Dios. Laboratorio de Físico-Química
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : CEDEGA, Carretera Interoceánica Puerto Maldonado - Cusco Km 16.5.
REFERENCIA DEL LABORATORIO : ALEX VICTOR ROJAS CORRALES
REFERENCIA DEL CLIENTE : TRIVEÑO CHECYA ROSALINDA JAKELYN

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	%	20230320.01 8.5

MÉTODOS DE ENSAYO	
Humedad	NTP 205.037:1975(Revisada el 2016). HARINAS. Determinación del contenido de humedad

(a) Información proporcionada por el cliente

Notas:
- Este informe no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito del CITEproductivo Madre de Dios. La información contenida en este informe esta basada en pruebas y observaciones realizadas por el laboratorio sobre las muestras ensayadas, por lo cual los resultados que se muestran solo son válidos para cada muestra tal como fue recibida, y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Puerto Maldonado, 20 de Marzo del 2023



DANTE FELIX TORO CHAVEZ
 Analista de Laboratorio
 CIP 214381

Código: ATC-GEN-F-014
 Revisión: 00
 Fecha: Dic-2022

Elaborado/Revisado/Aprobado: DT/DU/DU
 1 de 1

CEDEGA, Carretera Interoceánica
 Puerto Maldonado - Cusco Km 16.5.



Siempre
 con el pueblo



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 003435-2023

SOLICITANTE : ROSSIELI GUZMÁN SERRANO
DIRECCIÓN LEGAL : LUNA PIZARRO 12J/-28 CIRCUNVALACIÓN
 RUC : 71206380 Teléfono : 959 791 372
PRODUCTO : HARINA DE PLÁTANO CON CÁSCARA
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 1008,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 002048 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1 - Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	80,9	---	---
2.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	341,6	---	---
3 - % Kcal. proveniente de Carbohidratos	94,7	---	---
4 - % Kcal. proveniente de Grasa	2,1	---	---
5 - % Kcal. proveniente de Proteínas	3,2	---	---
6 - Cenizas (g/100 g de muestra original)	2,3	2,26	2,24
7 - Proteína (g/100 g de muestra original) (Factor:6,25)	2,7	2,71	2,70
8 - Humedad (g/100 g de muestra original)	13,3	13,31	13,34
9 - Grasa (g/100 g de muestra original)	0,8	0,81	0,81
10 - Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,7	0,74	0,69

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1 - Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 2 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 3 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 4 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 5 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6 - AOAC 940.26 (A) Cap. 37, Pág. 7, 21st Edition 2019
- 7 - AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 21st Edition 2019
- 8 - AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
- 9 - AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 24, 21st Edition 2019
- 10 - NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 22/03/2023 Al 03/04/2023.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido solo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

La Molina, 03 de Abril de 2023

Lourdes Margarita Barco Saldaña
 Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
 Directora Técnica (e)
 CBP - N° 01232

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú ^{Pág. 1/1}
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



Figura 21: verificación de plántones de plátano.

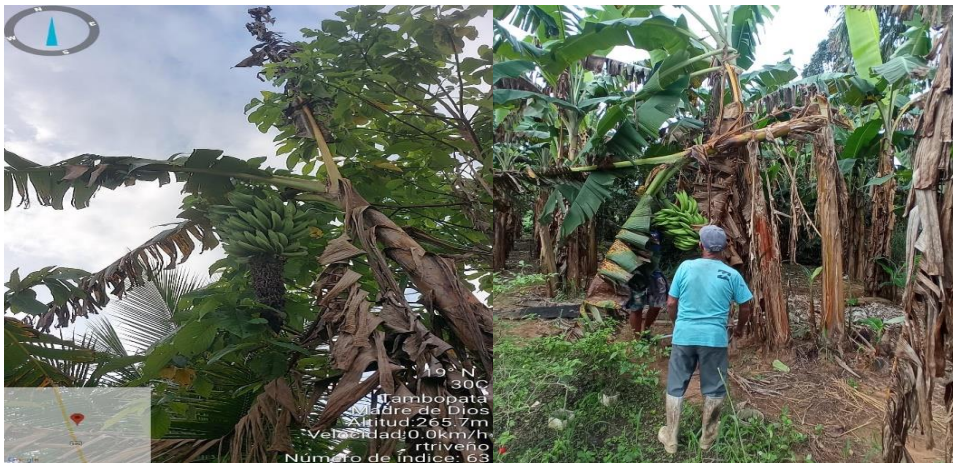


Figura 22: recolección de muestras de plátano.



Figura 23: Pre selección y pesado de racimos de plátano.



Figura 24: Recepción y selección del plátano.



Figura 25: Cortado de rachis, pedicelo y punta.



Figura 26: Blanqueado de plátano con ácido cítrico al 0,5%.



Figura 27: Cortado en rodajas



Figura 28: secado de hojuelas de plátano.



Figura 29: Hojuelas secas.



Figura 30: Hojuelas de plátano sin cáscara y con cáscara deshidratado



Figura 31: Molienda y envasado.



Figura 32: Preparación de muestras para laboratorio.