

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN EN EL CARMEN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**  
**DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**“Parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano**  
**(*Musa AAB*) en diferentes edades de cosecha”**

**AUTOR**

RONALD EFRAÍN ROBLES LÓPEZ

**TUTOR**

ING. ELIZABETH TELLI TACURI TROYA, MG

El Carmen, abril del 2023

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO: PAT-01-F-010</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.</b>	<b>REVISIÓN: 1</b>
		Página II de 41

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la autoría del estudiante Ronald Efraín Robles López, legalmente matriculado en la carrera de ingeniería agropecuaria, período académico 2021(1) – 2022(2), cumpliendo el total de 440 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “Parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano (*Musa* AAB) en diferentes edades de cosecha”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 27 de marzo de 2023

Lo certifico,

Ing. Elizabeth Telli Tacuri Troya, Mg.

**Docente Tutor**

**Área:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Robles López Ronald Efraín con cédula de ciudadanía No. 1314136134 egresado de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación, que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **Parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano (*Musa AAB*) en diferentes edades de cosecha**”, son información exclusiva de su autora, apoyada por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen.

**Ronald Efraín Robles López**

**AUTOR**

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN EL CARMEN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO:**

“Parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano (*Musa*  
AAB) en diferentes edades de cosecha”.

**AUTOR:** Ronald Efraín Robles López

**TUTOR:** Ing. Elizabeth Telli Tacuri Troya, Mg.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

**MIEMBRO:** Ing. González Dávila Ricardo Paúl, Mg

**MIEMBRO:** Eco. Palacios Alcívar Elva Elizabeth, Mg

**MIEMBRO:** Ing. Intriago Vera Janeth Virginia, Mg

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, quienes siempre han sido mi apoyo incondicional y mi mayor inspiración en la vida. Su amor, paciencia y dedicación han sido fundamentales en mi formación como persona y como profesional. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro, la perseverancia y el compromiso con los objetivos que uno se propone.

También quiero agradecer a mis profesores y compañeros de carrera, quienes han contribuido significativamente en mi formación académica y en el desarrollo de este trabajo. Gracias por su guía, sus enseñanzas y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias. Este logro no habría sido posible sin su apoyo y su confianza en mí. Espero poder seguir contando con su ayuda y amistad en el futuro.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo de grado. En primer lugar, agradezco a mi director de tesis por su invaluable orientación, apoyo y motivación en todo momento. Sus conocimientos, experiencia y consejos fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto y para mi crecimiento como profesional.

También quiero agradecer a mi familia y amigos por su incondicional apoyo y aliento durante todo el proceso. Gracias por comprender mis ausencias, por escucharme y por brindarme su amor y cariño incondicional. Cada uno de ustedes ha sido una fuente de inspiración y motivación en mi vida, y este logro también es suyo. Espero poder retribuirles todo lo que han hecho por mí y continuar contando con su apoyo en el futuro.

# INDICE

PORTADA .....	I
CERTIFICACIÓN .....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
Objetivos de la investigación.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos .....	3
Hipótesis .....	3
Hipótesis Alternativa .....	3
Hipótesis Nula .....	3
CAPÍTULO I .....	4
1    MARCO TEÓRICO .....	4
1.1    Generalidades del cultivo de plátano .....	4
1.1.1    Importancia del plátano .....	4
1.1.2    Producción de plátano en Ecuador .....	5
1.1.3    Características del plátano .....	5
1.2    Harina de plátano .....	6
1.2.1    Proceso de obtención de la harina .....	7
1.2.2    Proceso de selección de la materia prima .....	7
1.3    Proceso de deshidratación en la obtención de la harina de plátano. ....	7
1.4    Parámetros importantes para la elaboración de harina de plátano .....	8
CAPÍTULO II.....	9
2    INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	9

CAPÍTULO III .....	12
3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO .....	12
3.1 Ubicación del ensayo. ....	12
3.2 Características agroecológicas de la zona. ....	12
3.3 Variables en estudio .....	13
3.3.1 Variables independientes .....	13
3.3.2 Variables dependientes .....	13
3.4 Tratamientos .....	13
3.5 Diseño experimental .....	14
3.6 Materiales e instrumentos .....	14
3.7 Manejo del Ensayo.....	14
3.7.1 Selección de material.....	14
3.7.2 Preparación de la pulpa.....	15
3.7.3 Deshidratación .....	15
3.7.4 Tamizado .....	15
CAPÍTULO IV .....	16
4 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	16
4.1 Peso de cáscara .....	16
4.2 Peso de la pulpa .....	17
4.3 Peso seco y materia seca .....	18
4.4 Producción de harina.....	18
4.5 Análisis de laboratorio .....	19
4.6 Análisis de costo .....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
ANEXOS.....	xii

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características meteorológicas presentadas en el ensayo.....	12
<b>Tabla 2.</b> Disposición de los tratamientos.....	13
<b>Tabla 3.</b> Esquema del ADEVA.....	14
<b>Tabla 4.</b> Peso y materia secos de la pulpa de plátano verde en distintas edades de cosecha para la producción de harina de plátano.....	18
<b>Tabla 5.</b> Resultados del análisis químico de la harina de plátano verde ( <i>Musa AAB</i> ) en diferentes edades de corte.....	20
<b>Tabla 6.</b> Análisis de costos de 1000 g de plátano verde para la elaboración de harina.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de trabajo.....	12
<b>Figura 2.</b> Peso de la cáscara de plátano verde en distintas edades de cosecha para la producción de harina de plátano.....	16
<b>Figura 3.</b> Peso de la pulpa de plátano verde en distintas edades de cosecha para la producción de harina de plátano.....	17
<b>Figura 4.</b> Producción de harina de plátano verde a partir de la pulpa en distintas edades de cosecha.....	19

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. ADEVA del peso de la cáscara de plátano verde.</i> .....	xii
<i>Anexo 2. ADEVA del peso de la pulpa de plátano verde.</i> .....	xii
<i>Anexo 3. ADEVA del peso deshidratado de la pulpa de plátano verde.</i> .....	xii
<i>Anexo 4. ADEVA de la materia seca de la pulpa de plátano verde.</i> .....	xii
<i>Anexo 5. ADEVA de la producción de harina a base del plátano verde.</i> .....	xii

## RESUMEN

Se llevó a cabo un trabajo experimental en la granja experimental “Río Suma” de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión en El Carmen, con el objetivo de determinar los parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano (*Musa AAB*) en diferentes edades de cosecha; para la investigación se planteó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos consistieron en la edad de cosecha de los plátanos verdes después del enfunde en las semanas (9, 10, 11, 12, 13, rechazo), la media de los tratamientos fueron comparadas con la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) tomaron los pesos de la pulpa y cáscara por separado, luego se tomó la pulpa y se obtuvo el peso fresco, se cortaron en rodajas no mayor a 3 cm de grosor, las rodajas de la pulpa de plátano verde se colocaron en el horno para la deshidratación, a una temperatura de 90 °C durante 30 minutos, se removió cada 2 minutos para evitar la cocción del plátano en exceso. Los resultados determinaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el peso de cáscara, pulpa, peso deshidratado y rendimiento de harina, siendo los tratamientos de mayor edad de cosecha los más altos en estas variables, mientras que para el porcentaje de materia seca no se encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), en cuanto al análisis químico la menor semana de cosecha alcanzo mayor porcentaje de humedad, proteína y grasa.

**Palabras claves:** deshidratación, pulpa, cosecha, harina, humedad, rechazo.

## ABSTRACT

An experimental work was carried out at the experimental farm "Rio Suma" of the Agricultural Engineering program of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extension in El Carmen, with the objective of determining the control parameters in the process of elaboration of plantain flour (Musa AAB) at different harvesting ages; For the research, a Block Design Completely Randomized (DBCA) with 6 treatments and three replications was used, the treatments consisted of the harvest age of the green plantains after the sheathing (9, 10, 11, 12, 13, rejection), the mean of the treatments were compared with Tukey's test; the bunches were harvested according to age, the weights of the pulp and peel were taken separately, then the pulp was taken and the fresh weight was obtained, they were cut into slices no more than 3 cm thick, the slices of green plantain pulp were placed in the oven for dehydration, at a temperature of 90 °C for 30 minutes, stirring every 2 minutes to avoid overcooking the plantain. The results determined significant differences ( $p < 0.05$ ) in peel weight, pulp weight, dehydrated weight and flour yield, being the treatments with the longest week the highest in these variables, while for the percentage of dry matter no statistical differences were found ( $p > 0.05$ ), as for the chemical analysis the shortest week of harvest reached higher percentages of moisture, protein and fat.

**Key words:** dehydration, pulp, harvest, flour, moisture, rejection.

## INTRODUCCIÓN

Según los registros obtenidos por la reconocida organización Fresh Fruit, durante el transcurso de enero a noviembre del año calendario 2021, se produjeron en el territorio nacional un total de seis millones de toneladas de plátano, de las cuales una gran parte fue destinada a la exportación, lo que ha consolidado al país como líder en el mercado global en esta área. Asimismo, resulta relevante mencionar que la nación también ha logrado situarse en el mismo lugar como el principal proveedor de esta fruta para Estados Unidos, lo que indica su importancia y preponderancia en el panorama mundial de la industria del plátano (Alonso, 2022).

En la actualidad, varias empresas del sector bananero desechan productos que no cumplen con sus rigurosas normas de calidad para su comercialización. Lamentablemente, estos rechazos no son aprovechados al máximo debido a la falta de espacio, lo que genera una gran cantidad de residuos. Se busca concientizar a las organizaciones que trabajan en este sector para que tomen medidas que permitan el aprovechamiento de estos productos desechados. Por otra parte, el hecho de llevar una alimentación saludable es un tema de suma importancia que ha perdido relevancia en la sociedad actual (Guilcapi y Salazar, 2018).

La harina de plátano es un producto que se ha utilizado tradicionalmente en la cocina de diversos países, pero en los últimos años ha adquirido mayor importancia debido a su valor nutricional y a su potencial como ingrediente en la industria alimentaria. En Ecuador, la producción de plátanos es una actividad económica importante, y la elaboración de harina de plátano se ha convertido en una alternativa interesante para aprovechar este cultivo en su totalidad (Gaviria, 2022).

Sin embargo, el proceso de elaboración de la harina de plátano es complejo y requiere de parámetros de control adecuados para garantizar la calidad del producto final. En este sentido, la edad de cosecha del plátano es un factor determinante que puede influir en las características físicas, químicas y funcionales de la harina de plátano. Por lo tanto, es fundamental estudiar los parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano a diferentes edades de cosecha, para determinar su impacto en la calidad del producto final y poder establecer criterios adecuados de selección y manejo del material vegetal (Montoya, 2020).

Uno de los principales problemas que se presentan en la elaboración de harina de plátano es la variabilidad en la calidad del producto final, lo cual se relaciona con la heterogeneidad en la edad de cosecha del plátano. La edad de cosecha influye en el contenido de almidón y azúcares del plátano, así como en su contenido de humedad y otros parámetros físicos. Por lo tanto, es necesario establecer criterios claros de selección del material vegetal en función de su edad de cosecha para garantizar una harina de plátano homogénea y de alta calidad (Haro *et al.*, 2017).

Además de la edad de cosecha, otros factores pueden influir en la calidad de la harina de plátano, como son el tiempo y temperatura de secado, el tipo de procesamiento, el contenido de humedad, entre otros. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis exhaustivo de todos estos factores y establecer criterios de control adecuados para obtener una harina de plátano de alta calidad y con propiedades funcionales específicas (Encarnación y Salinas, 2017).

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar los parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano (*Musa* AAB) en diferentes edades de cosecha, con el fin de determinar su impacto en la calidad del producto final.

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Determinar los parámetros de control en el proceso de elaboración de harina de plátano (*Musa AAB*) en diferentes edades de cosecha.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar en qué edad de cosecha del plátano barraganete tiene incidencia en la producción de harina de plátano.
- Evaluar la calidad de la harina de plátano barraganete según la normativa NTE INEN 616 de acuerdo con la edad de cosecha.
- Determinar costos directos en la elaboración de harina de plátano de acuerdo con la edad de cosecha.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis Alternativa**

Los parámetros de control aplicados en el proceso influyen en la calidad de la harina de plátano barraganete (*Musa AAB*).

### **Hipótesis Nula**

Los parámetros de control aplicados en el proceso no influyen en la calidad de la harina de plátano barraganete (*Musa AAB*).

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Generalidades del cultivo de plátano

De acuerdo con los estudios sobre la historia del plátano, este se originó en el sudeste asiático y con el tiempo se propagó a países tropicales y subtropicales de Latinoamérica, Centroamérica y África. Pertenece a la familia de las Musáceas, que incluye dos géneros: Ensete y Musa. Este último género es el más ampliamente utilizado para la producción de frutas, con hasta 30 especies identificadas. Sin embargo, las dos especies más conocidas y producidas en el mundo son la *M. acuminata* y la *M. balbisiana*, de las cuales se obtienen todas las variedades de plátano que se encuentran en la región (Martínez, 2010).

Según la descripción de (Mejía, 2018), el ciclo productivo del plátano se divide en tres etapas que abarcan un período de 12 meses. Durante la primera etapa, que dura 6 meses, se produce el desarrollo completo de las raíces y el pseudotallo. La segunda etapa, que dura 3 meses, es cuando el tallo florar asciende por el medio del pseudotallo hasta la parte superior donde se producen las flores. La tercera etapa, que dura otros 3 meses, es cuando las flores se convierten en el fruto del plátano. Cabe señalar que la duración del ciclo productivo puede reducirse mediante el uso de técnicas de manejo adecuadas, niveles adecuados de fertilización, prácticas culturales apropiadas y condiciones climáticas favorables. Además, la variedad de plátano utilizada y el espaciado entre plantas también pueden afectar el tiempo de producción.

Todas las variedades de plátano en general incluido el barraganete se las clasifica taxonómicamente dentro de la familia de las musáceas, de la cual se desprenden dos géneros que encierran todas las especies de plátanos, y son el *Ensete* y *Musa*, de esta última pertenecen las musáceas con mayor distribución y producción de fruta para exportación, teniendo una gran importancia productiva y comercial; en este género se han caracterizado más de 30 especies de plátanos, las cuales son las variaciones producidas de los genomas denominados como *Musa acuminata* y *M. balbisiana* (Romero, 2017).

##### 1.1.1 Importancia del plátano

Desde su descubrimiento como planta de producción el plátano se ha convertido en uno de los cultivos de mayor distribución y explotación en las regiones tropicales y

subtropicales, debido a que se adapta a los diversos tipos de clima presentes en estas zonas, a partir de este punto se comenzó a producir a gran escala y comercializar alrededor del mundo (Mejía, 2018); a nivel internacional el plátano se encuentra en el cuarto puesto de los productos provenientes de la agricultura, y forma parte de la canasta básica en muchos países donde se produce (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2018).

Sin embargo, la importancia del cultivo de plátano en las regiones tropicales y subtropicales no solo se debe a la garantía que ofrece en la seguridad alimentaria de las familias y zonas donde se produce, sino a la ventaja que ofrece la exportación de esta musácea a países desarrollados, generando una enorme cantidad de ingresos económicos y divisas debido a su comercialización, motivo por el cual, se ha posicionado como el cultivo de mayor relevancia en algunos países de Centro y Sudamérica (Ministerio de Agricultura y Riego, 2014).

### **1.1.2 Producción de plátano en Ecuador**

En Ecuador según los datos obtenidos de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC realizada por el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo (INEC, 2022) existen más de 145 mil hectáreas establecidas con esta musácea en todas las etapas de desarrollo, sin embargo, menos 128 mil ha se encuentran en edad de cosecha, con una producción de 722 mil toneladas en todo el territorio nacional; la provincia de mayor participación en la actividad productiva del plátano es Manabí con una superficie de 57 111 ha establecidas y una producción de 276 mil t al año.

La producción de plátano (*Musa* AAB) es una de las agroindustrias de mayor importancia dentro del Ecuador, con una producción anual de aproximadamente 560 mil t (Álvarez *et al.*, 2020); Por lo tanto, la industria del plátano produce anualmente un total de 7 millones de toneladas de residuos, los cuales están compuestos principalmente por tallos y cáscaras que contienen una variedad de componentes como celulosa, lignina, almidón, hemicelulosa y pectina. Aunque actualmente estos residuos se utilizan principalmente como fertilizante, carecen de cualquier uso que les otorgue un valor agregado y les permita ingresar al mercado como producto de mayor valor (Zhiminaicela *et al.*, 2020).

### **1.1.3 Características del plátano**

Esta variedad de plátano puede tardar en producir ocho meses desde que se da el nacimiento de su primera hoja hasta que se puede realizar la primera cosecha, cuando el fruto

está en desarrollo según el peso del fruto se dobla geográficamente, determinando la forma final del racimo, toma una forma oblonga alargada algo curvada (D'Alessandro, 2017). Cuando la piel de la cáscara del plátano es verde o amarillenta, la pulpa posee una textura almidonada con un sabor insípido, esto cambia a medida que la fruta se vuelve de un tono negro o café, su sabor se vuelve más dulce parecido al banano, a diferencia que el plátano mantiene una textura más firme al ser preparado o cocinado para el consumo (Silva *et al.*, 2021).

La proporción de proteínas y lípidos en el plátano es muy baja, representando solo el 1,2% y 0,3% respectivamente, aunque su contenido de estos componentes es superior al de otras frutas. Por otro lado, el plátano es rico en hidratos de carbono, con un contenido del 20%. Durante la etapa inmadura del plátano, el componente mayoritario de hidratos de carbono es el almidón, el cual se transforma gradualmente en azúcares simples, tales como la sacarosa, la glucosa y la fructosa, a medida que el fruto madura (García *et al.*, 2021).

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP, 2007) el plátano verde presenta las características:

Tabla 1.

Característica	Plátano verde
Humedad	62,60%
Energía	132 kcal.
Proteína	1,20 g
Grasa total	0,10 g
Carbohidratos	35,30 g
Fibra dietética total	0,50 g
Ceniza	0,80 g

\*Composición de alimentos en 100 (g) de porción comestible.

## 1.2 Harina de plátano

Es un producto obtenido mediante el secado y trituración de plátanos enteros. Dependiendo del producto a elaborar se puede mezclar con otras harinas como son las de trigo y maíz. El índice glucémico de harina de plátano proporciona una reducción en la presión arterial sistólica, en la circunferencia de la cadera y en la glicemia en las mujeres con síndrome, la harina de plátano no maduro reduce la respuesta glucémica postprandial. Por

estas bondades nutricionales se puede realizar sustitución en totalidad la harina de trigo por harina de plátano verde en productos tales como el pan y la pasta fresca (Montoya, 2020).

Para el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2006) la harina se obtiene del proceso de molturación de los cereales, o en su defecto frutas debidamente deshidratadas o incluido las leguminosas las cuales se les puede o no agregar aditivos, según la información del INCAP, (2007) la harina de plátano verde concentra las siguientes características bromatológicas:

Tabla 2.

<b>Característica</b>	<b>Harina plátano verde</b>
Energía	337 kcal.
Proteína	3,00 g
Grasa total	0,60 g
Carbohidratos	80,00 g

\*Composición de alimentos en 100 g de porción comestible

### **1.2.1 Proceso de obtención de la harina**

Según Encarnación y Salinas, (2017), para obtener harina de plátano verde se debe cumplir con el siguiente proceso:

### **1.2.2 Proceso de selección de la materia prima**

- Seleccionar los plátanos, entendiéndose por selección al conjunto de muestras que concuerdan con especificaciones determinadas.
- El proceso de lavado se realiza para higienizar la materia prima, descontaminar eliminando la flora acompañante de la cáscara que recubre al plátano y de esta manera disminuir las posibilidades de tener contaminación.
- El pelado es el tratamiento que se realiza para retirar la cáscara del plátano verde, para posteriormente deshidratarlo.

### **1.3 Proceso de deshidratación en la obtención de la harina de plátano.**

El proceso de deshidratación del plátano implica reducir su contenido de agua del 62% a un 10%, como requisito de humedad fundamental para la elaboración de harinas. Este proceso se realiza con el fin de preservar las propiedades nutricionales del plátano, como las

vitaminas, proteínas y sales minerales, mientras se retira el agua. Para lograr esto, se controla cuidadosamente la temperatura para evitar dañar la estructura del plátano verde, manteniéndola en torno a los 65°C. Como resultado de este proceso, se logra una reducción de peso del plátano de hasta un tercio, lo cual facilita su transporte y almacenamiento, y proporciona una alternativa de consumo durante todo el año (Flores, 2018).

#### **1.4 Parámetros importantes para la elaboración de harina de plátano**

En la actualidad en los mercados hay una gran diversidad de empresas y marcas que se enfatizan en la producción y comercialización de la harina de trigo, sin embargo, el consumo de harina de plátano frente a las otras harinas ha sido uniforme gracias a sus propiedades (Ramírez, 2018).

Encarnación y Salinas (2017). Mencionan los parámetros que se deben considerar al momento de la elaboración de la harina de plátano:

- El secado de la pulpa de plátano para harina debe contar con condiciones promedios de 90°C en un lapso de 4 horas.
- El porcentaje de fibra dietética de la haría a base de plátano determina que esta se clasifica como integral ya que posee el 16,70%.

## CAPÍTULO II

### 2 INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones realizadas en la producción de harina de plátano se enfocan en distintas variedades de esta musácea como en el caso de la investigación de Flores, (2018) en la que se planteó obtener harina de plátano de la variedad hartón (*Musa* AAB) de manera precocida y además con fortificación; para lo cual se agregaron fumarato ferroso y pirofosfato férrico en proporciones de 20, 40 y 50% obteniendo el siguiente resumen en los resultados de la investigación:

Se demostró que la concentración de hierro no incide en el sabor de la muestra, pero si en el color de los productos elaborados de harina, teniendo la harina fortificada con fumarato férrico un color oscuro que proporcional a la concentración, mientras que la harina fortificada con pirofosfato ferroso mantuvo colores similares a la muestra de harina sin fortificar; por lo cual se decidió fortificar a la harina de plátano verde con pirofosfato férrico a una concentración del 20% del valor diario recomendado VDR. Al producto final se realizó análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensorial además de utilizarlos para la elaboración de colada y masa de harina (p. 12).

En otra investigación realizada por Encarnación y Salinas, (2017) en Honduras con la finalidad de producir harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) destinadas como ingredientes para la elaboración de pasta fresca y pan como alternativa a la harina tradicional, para el estudio se establecieron tres tratamientos que consistieron en la forma utilizada para el secado de la pulpa, obteniendo el siguiente resumen de investigación:

Se realizaron pruebas preliminares para determinar el porcentaje de sustitución en pan molde y pasta fresca. Se utilizó la metodología de Superficie de Respuesta para la optimización de pan molde definiendo como variables independientes el porcentaje de harina de plátano verde y el porcentaje de levadura. Las variables dependientes fueron: dureza, elasticidad, masticabilidad, densidad y área de alveolos. Se caracterizó mediante un análisis proximal completo el pan óptimo y se evaluó sensorialmente contra un pan integral control. Con un secado a 90 °C por 4 horas se obtuvo un porcentaje de humedad de 10.40% y un porcentaje para fibra dietética de 16,70% en la harina. El porcentaje óptimo de sustitución de harina de plátano verde fue 29,70% y 1,16% de levadura. Las variables independientes tuvieron efectos lineales y

cuadráticos sobre las variables dependientes. El aporte nutricional de fibra dietética del pan óptimo fue de 7,95%. Los panelistas no detectaron diferencias respecto a la preferencia del pan control y el óptimo. Se recomienda determinar la factibilidad económica de la sustitución de harina de trigo por plátano verde (p. 3).

Por otra parte Ramírez, (2018) desarrolló una investigación titulada “Formulación de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) fortificada con zinc y hierro” la cual desarrolló bajo la siguiente metodología y obteniendo los resultados que se detallan a continuación:

Se realizó fortificación de tres tipos para ser evaluadas por un panel de expertos e identificar la fortificación más aceptable. Se continuó el estudio con la harina de plátano que fue fortificada con hierro y zinc. Se realizó una caracterización de consumo con la finalidad de encontrar el consumo frecuente de harinas. La aceptabilidad de la harina de plátano fortificada se llevó a cabo mediante una prueba hedónica con 100 mujeres de Escuintla. Se realizó un análisis bromatológico y microbiológico para evaluar la vida de anaquel. Se determinó que no hubo diferencia significativa entre las distintas fortificaciones utilizadas en la harina de plátano, pudo observarse que la harina fue aceptada por más de un 80% de las consumidoras y que la harina cumplió con el tiempo de vida de anaquel esperado (p. 1).

En otra investigación desarrollada por Valencia, (2012). Se evaluó el funcionamiento de un túnel de secado para la elaboración de harina con el orito (*Musa acuminata* AA), la base de esta investigación fue el uso de varios inactivadores de enzimas y diferentes temperaturas de secado, obteniendo el siguiente resumen de investigación:

Se desarrolló una tecnología de obtención de harina de orito (*Musa acuminata* AA) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales, para lo cual se plantea varias formulaciones, utilizando diferentes inactivadores enzimáticos y temperaturas de secado, de estas el mejor tratamiento obtenido es a 0,25% de ácido cítrico y temperatura de 60° C, resultado obtenido a través del diseño experimental AXB y corroborado en el análisis sensorial, ya que los oritos conservan sus características propias. El modelo matemático de la velocidad de secado para la obtención de harina  $y = 1E - 05e^{-0,388 X}$  de orito es , dado que a mayor temperatura existe un menor tiempo de secado. El rendimiento de la harina es del 20,5% con costo de producción de 0,70 USD por kilogramo de producto. El análisis proximal de harina determina: humedad 12,5%, sólidos totales 75%, cenizas 1,8% y pH 5,52. El análisis

nutricional de la harina de orito reporta valores de proteína 3,89%, grasa 0,31%, cenizas 1,8%, carbohidratos 86,97%. El análisis microbiológico reporta coliformes totales 230UFC/g, E-coli <10 UFC/g, mohos y levaduras 20 UFC/g, aerobios totales 2200 UFC/g, estando dentro de los límites adecuados para el consumo (p. 15).

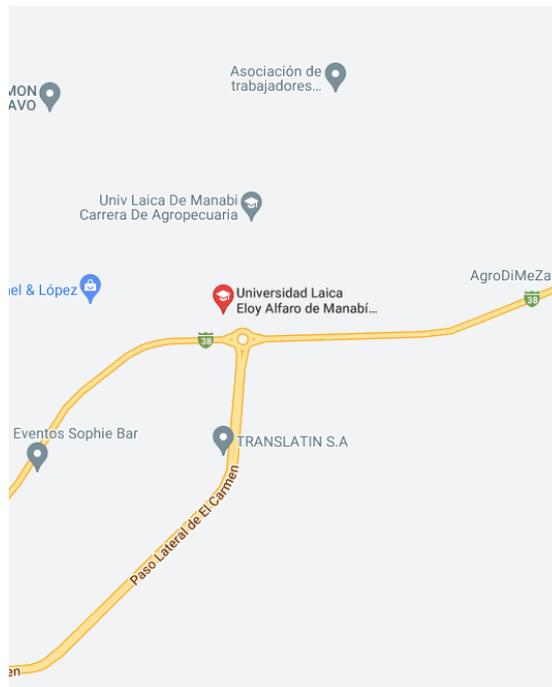
## CAPÍTULO III

### 3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

#### 3.1 Ubicación del ensayo.

El trabajo experimental se realizó en la granja experimental “Río Suma” perteneciente a la carrera de Ingeniería Agropecuaria, en el laboratorio de procesos de alimentos, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión en El Carmen ubicada en las coordenadas 0°15' S y 79°26' O a 260 msnm de altitud.

Figura 1. Ubicación del área de trabajo



#### 3.2 Características agroecológicas de la zona.

Tabla 1. Características meteorológicas presentadas en el ensayo.

Características	El Carmen
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año <sup>-1</sup> )	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	260

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2018).

### 3.3 Variables en estudio

#### 3.3.1 Variables independientes

##### Edad de cosecha posterior a la floración.

- 9 semanas
- 10 semanas
- 11 semanas
- 12 semanas
- 13 semanas
- Rechazo

#### 3.3.2 Variables dependientes

- Rendimiento
- Porcentaje de materia seca

##### Análisis de laboratorio

- Humedad
- Proteína
- Grasa
- Ceniza
- Fibra

### 3.4 Tratamientos

**Tabla 2.** Disposición de los tratamientos.

Tratamientos	Edad de cosecha
1	9 semanas
2	10 semanas
3	11 semanas
4	12 semanas
5	13 semanas
6	Rechazo

### 3.5 Diseño experimental

Para la investigación se planteó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos consisten en la edad de cosecha de los plátanos verdes, la media obtenida fue comparada con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

**Tabla 3.** Esquema del ADEVA

<b>F.V.</b>		<b>gL</b>
Total	$(t*r) - 1$	17
Tratamientos	$t - 1$	5
Repetición	$r - 1$	2
Error Experimental	$(t - 1)(r - 1)$	10

### 3.6 Materiales e instrumentos

Horno

Charolas

Cuchillo

Balanza

Molino

Tamiz

### 3.7 Manejo del Ensayo

#### 3.7.1 Selección de material

Se cosecharon los racimos acordes a la edad establecida en los tratamientos y se escogieron los dedos del centro de la segunda mano, se establecieron 1000 g por cada tratamiento y se tomaron los pesos de la pulpa y cáscara por separado.

### **3.7.2 Preparación de la pulpa**

Luego de la cosecha, la selección, lavado y separado de la pulpa con la cáscara, se tomó la pulpa y se tomó el peso en fresco, para después ser cortada en rodajas no mayor a 3 cm de grosor, estas rodajas fueron colocadas en charolas de aluminio.

### **3.7.3 Deshidratación**

Con las rodajas de la pulpa de plátano verde se colocaron en el horno para la deshidratación, a una temperatura de 90 °C durante 30 minutos, las charolas junto a las rodajas fueron removidas y volteadas cada 2 minutos para mejorar la deshidratación.

### **3.7.4 Tamizado**

Al finalizar la deshidratación se sacaron las rodajas de plátano del horno y se dejaron enfriar para tomar el peso deshidratado de la pulpa, luego esta fue molida para obtener la pulpa granulada, para finalizar se utilizó el tamiz número 18 y 65 para filtrar las partículas de harina, de la cual se enviaron muestras al laboratorio para el respectivo análisis bromatológico.

## CAPÍTULO IV

### 4 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

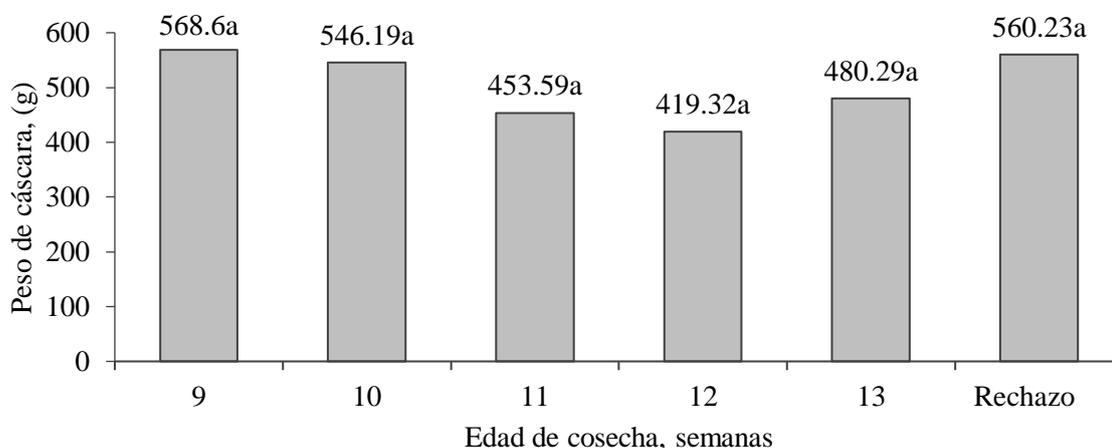
De los tratamientos aplicados en la investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

#### 4.1 Peso de cáscara

Según los resultados obtenidos y el análisis estadístico realizado en la investigación, se determinó que no existe diferencias significativa ( $p < 0,05$ ) entre la media de los tratamientos planteados, por lo que se puede expresar que las edades de cosecha de los racimos de plátanos verdes no influyen estadísticamente en el peso de la cáscara (figura 1), el coeficiente de variación para esta variable fue de 11,44%, sin embargo, el análisis de comparación de medias Tukey estableció la misma categoría de letra (a) para todos los tratamientos.

Los datos más altos en el peso de la cáscara se obtuvieron a las 9 semanas de cosecha después del enfunde, seguido de los plátanos denominados rechazo (no cumplen con el estándar para la exportación), mientras que los dedos de la semana 12 fueron los menor peso en la cáscara de plátano verde; en un estudio realizado por Arrieta *et al.*, (2006) en la que evaluó las características de la fruta del plátano papocho (*Musa* ABB Simmonds) en diferentes periodos de maduración encontró diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ) en cuanto al peso fresco de la cáscara con la coloración verde oscuro, mientras que al momento de la coloración verde claro se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) donde a las 11 semana de corte se determinaron los pesos más elevados.

**Figura 2.** Peso de la cáscara de plátano verde en distintas edades de cosecha para la producción de harina de plátano.



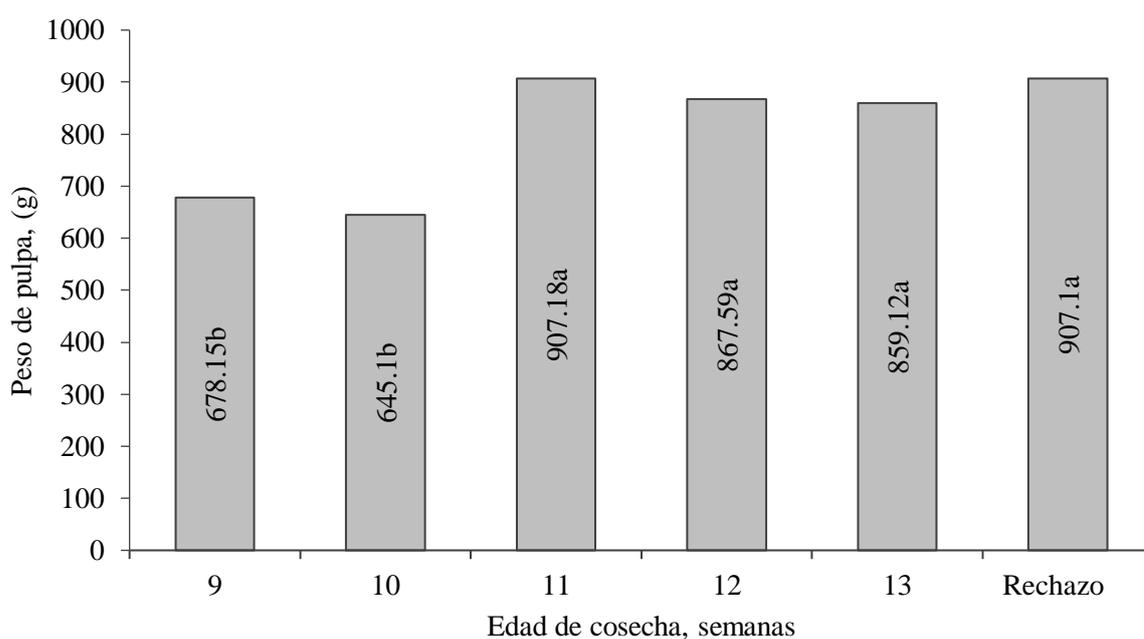
## 4.2 Peso de la pulpa

En lo relacionado al peso de la pulpa de plátano verde se establecieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los promedios de los tratamientos aplicados en el estudio; esto indica que la edad de cosecha del racimo después del enfunde incide en el peso final de la pulpa de plátano verde, el coeficiente de variación para esta variable fue del 6,78%.

En cuanto a la comparación de media de los tratamientos las edades a partir de las 11 semanas a la cosecha después del enfunde junto al rechazo, mantienen los promedios más altos en relación al peso de la pulpa del plátano verde (figura 2); mientras que las edades de cosecha de 9 y 10 tuvieron los valores más bajos en el peso de la pulpa; en la investigación de Mindiolaza, (2020) se utilizaron muestras similares de 500 g en la pulpa de banano para determinar el nivel de cambio después de la deshidratación.

En la investigación de Arrieta et al., (2006) realizada en el plátano papocho (*Musa* ABB Simmonds) encontró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los periodos de coloración verde de la cáscara de la fruta, en este se determinó que a las 11 semanas de corte se encuentran los pesos frescos más elevados en el plátano, de la misma manera en el peso seco, durante esta semana la pulpa alcanza los valores más altos en el peso

**Figura 3.** Peso de la pulpa de plátano verde en distintas edades de cosecha para la producción de harina de plátano.



### 4.3 Peso seco y materia seca

En los resultados correspondiente al peso seco y materia seca de la pulpa de plátano verde se encontró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la media de los tratamientos, mientras que para el porcentaje de materia seca no se encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) entre los promedios obtenidos en la investigación (tabla 3), el coeficiente de variación para estas variables fue de 13,33% y 13,76% respectivamente.

Las semanas a la cosecha de mayor peso seco en la pulpa fueron las de 12 y 13 después del enfunde junto con el rechazo, con un promedio de 589,18 g, mientras que en la semana 9 se alcanzó el valor más bajo en esta variable; para el porcentaje de materia seca de los tratamientos el promedio obtenido fue de 62,06% dejando en diferencia una deshidratación de la pulpa del 40% aproximadamente, valor dentro del rango recomendado en la obtención de la harina realizada por Flores (2018).

En el estudio de Mindiolaza, (2020) en el que se sometió la pulpa a 40 °C durante 7 horas la deshidratación de 2000 g de pulpa fresca pasó a 449 g al finalizar el proceso, con una diferencia de 1551 g; llegando a un porcentaje de 22,45% de materia seca.

**Tabla 4.** Peso y materia secos de la pulpa de plátano verde en distintas edades de cosecha para la producción de harina de plátano.

Semanas	Materia seca (%)
9	47,57 a
10	66,40 a
11	56,36 a
12	64,53 a
13	70,32 a
Rechazo	67,20 a

### 4.4 Producción de harina

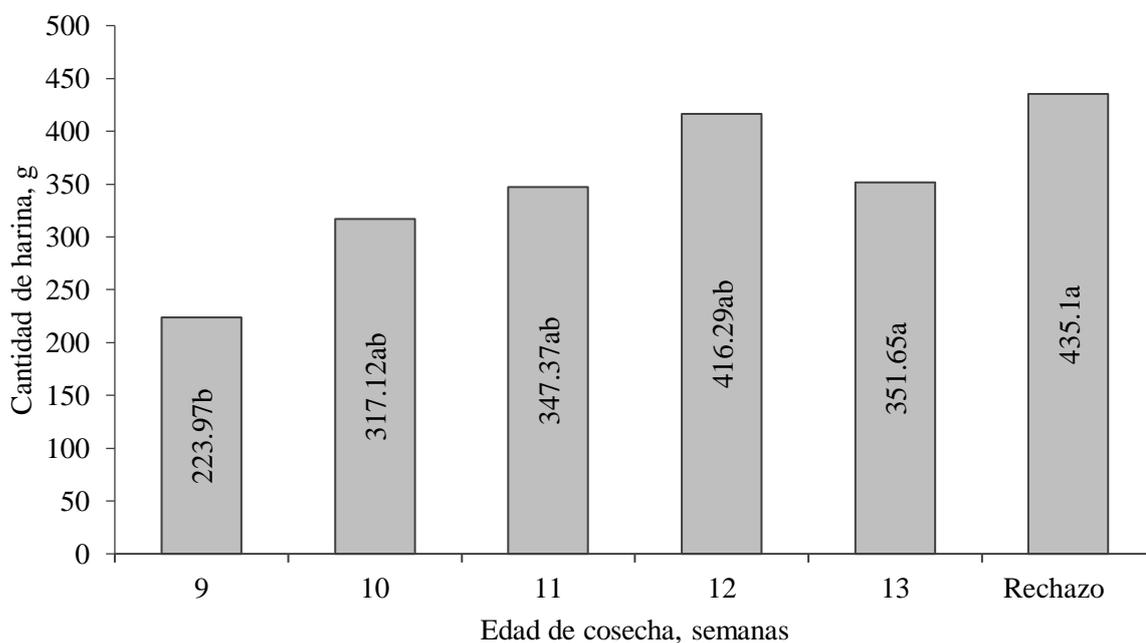
Los resultados para esta variable el análisis de la varianza determinó que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la media de los tratamientos establecidos para la investigación, esto indica que las semanas a la cosecha de los racimos después del enfunde influyen

estadísticamente entre los promedios obtenidos en la cantidad de harina producida del plátano verde, el coeficiente de variación para esta variable fue de 16,61%.

En la figura 3 se observa los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos, a las 12 semanas de cosecha y los dedos rechazados del racimo de plátano verde son los de mayor producción de harina a base de la pulpa, con un promedio de 425,7 g de harina, mientras que a las 9 semanas a la cosecha después del enfunde se obtiene el valor más bajo en la obtención de la harina.

Según la investigación de Espinosa *et al.*, (2018) la producción y calidad de la harina a base de banano de tres cultivares diferentes presenta diferencias significativa ( $p < 0,05$ ) en cuanto al rendimiento de cada cultivar, los resultados determinaron que el cultivar Pisang Awak tuvo el mayor rendimiento con un 35,73% mientras que la variedad Yangambi km 5 apenas alcanzó el 26,96%.

**Figura 4.** Producción de harina de plátano verde a partir de la pulpa en distintas edades de cosecha.



#### 4.5 Análisis de laboratorio

En los resultados del análisis químico de las harinas de plátano verde (*Musa* AAB) en diferentes edades de cosecha las cuales indican en referencia a la humedad, proteína y grasa en la semana 9 el porcentaje tiene los valores más elevados con 15,58% 6,08% y 3,16% respectivamente (tabla 5); por otra parte los plátanos verdes provenientes del rechazo tuvieron

los porcentajes más bajos en cuanto a la humedad y grasa con 9,33% y 1,24% respectivamente, mientras que en la proteína la semana 12 presentó apenas un 3,63%.

**Tabla 5.** Resultados del análisis químico de la harina de plátano verde (*Musa* AAB) en diferentes edades de corte.

<b>Semanas</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>Rechazo</b>
<b>Humedad (%)</b>	15,58	9,73	11,89	9,24	10,76	9,33
<b>Proteína (%)</b>	6,08	3,77	5,95	3,63	4,33	5,08
<b>Fibra (%)</b>	1,60	1,61	1,94	1,64	1,44	2,36
<b>Grasa (%)</b>	3,16	2,92	3,05	2,25	2,76	1,24
<b>Ceniza (%)</b>	2,14	1,84	1,63	3,12	1,72	2,53

Para el contenido de fibra y ceniza los dedos provenientes del rechazo del racimo de plátano verde tuvieron los porcentajes más altos con 2,36% y 2,53% respectivamente, en la semana 13 se encontró el valor más bajo en cuanto a la fibra con 1,44% y en la semana 11 la ceniza tuvo el menor porcentaje con 1,63%.

Los resultados obtenidos en cuanto a la humedad y proteína coinciden con los reportados por Flores, (2018) en su investigación el cual muestra un 12,04% y 6,54 respectivamente, sin embargo, en lo relacionado a la grasa, ceniza y fibra los valores de esta investigación son superiores ya que los reportados por este autor llegan a 0,75% en la grasa, 1,41% para la ceniza y 0,79% para la fibra.

En cuanto a los requisitos de la harina de trigo establecidos por el INEN, (2006) la humedad máxima de la harina debe estar en 14,5% para todo uso y de 15% para ser integral, mientras que la proteína entre 7 a 11% como mínimo, y la materia seca de 0,8% a 3,5% y por último la grasa no debe superar del 2 al 3%.

#### **4.6 Análisis de costo**

En el análisis de costo las diferencias son mínimas y son variables de acuerdo al precio de la materia prima, en el caso de las semanas 9 y 10 en el cual los racimos se comercializan para la exportación, el kilogramo de plátano se vende a \$ 0,30 mientras que los racimos cosechados desde las 11 hasta las 13 semanas se venden a \$ 0,23 dólares el kg y por último la fruta de rechazo se vende a \$ 0,15 dólares el kg; en este sentido los tratamientos con dedos de exportación tienen un costo más elevado (tabla 6).

**Tabla 6.** Análisis de costos de 1000 g de plátano verde para la elaboración de harina.

<b>Semanas</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>Rechazo</b>
<b>Agua</b>	\$ 0,25	\$ 0,25	\$ 0,25	\$ 0,25	\$ 0,25	\$ 0,25
<b>Materia Prima</b>	\$ 0,30	\$ 0,30	\$ 0,23	\$ 0,23	\$ 0,23	\$ 0,15
<b>Total</b>	\$ 0,55	\$ 0,55	\$ 0,48	\$ 0,48	\$ 0,48	\$ 0,40

\*Costo por depreciación (tiempo útil 2 meses)

\*\*Cálculo para 1000 g de harina de plátano

Los costos por tratamiento no presentan una incidencia significativa en la elaboración de harina de plátano verde, sin embargo, los costos por materia prima (fruta) varían de acuerdo con el mercado para el cual se comercializan, los racimos de hasta 10 semanas se venden como fruta de exportación, mientras que pasado de estas semanas la venta se realiza para mercados locales o países vecinos denominada como hecha o Colombia y los dedos rechazados por problemas de tamaño y peso se venden como cochinillas o rechazo.

## CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en cuanto la deshidratación de la pulpa del plátano se concluye que a mayor semana de cosechas se obtiene mayor materia para la elaboración de harina, principalmente en la semana 12 y los frutos de rechazo, en donde se obtiene la mayor cantidad de harina en g.

En cuanto al análisis químico en laboratorio se concluye que a menor semana de cosecha del racimo se alcanza una mayor humedad, proteína y grasa, mientras que los plátanos rechazados presentaron mayor cantidad de fibra; para la ceniza. Las pulpas cosechadas a las 12 semanas tuvieron los porcentajes más altos.

Para el análisis de costos directos se concluye que la incidencia de las edades de cosecha en el costo final de producción de harina se debe al precio de venta de la materia prima, ya que el precio de los dedos de plátano está directamente relacionados a la edad de cosecha.

## RECOMENDACIONES

Para la producción de harina de plátano verde y el rendimiento final de la pulpa se recomienda el uso de racimos con 12 semanas de cosecha después del enfunde y provenientes de racimos rechazados, ya que mantienen la mayor producción de harina.

Por las características químicas de los tratamientos analizados en el laboratorio se recomienda la elaboración de harina de plátano con racimos cosechados a las 9 semanas ya que tienen una cantidad alta de proteína.

En cuanto al costo de producción de la harina de plátano verde se recomienda el uso de los dedos provenientes de racimos rechazados, ya que por su bajo costo de compra y sumado al alto rendimiento de harina al final del proceso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, L. (2022, febrero 7). Ecuador: Exportaciones de banano generan USD 3.181 millones en 11 meses del 2021. *PortalPortuario*. <https://portalportuario.cl/ecuador-exportaciones-de-banano-generan-usd-3-181-millones-en-11-meses-del-2021/>
- Álvarez, E. L., León, S. A., Sánchez, M. L., y Cusme, B. L. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Arrieta, A. J., Baquero, U. M., y Barrera, J. L. (2006). *Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano 'papocho' (musa abb simmonds)*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33144>
- D'Alessandro, M. (2017, mayo 24). *Plátano | Descripción, características, distribución, hábitat | Planta y fruta*. Flores. <https://www.flores.ninja/platano/>
- 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* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2017.]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6056>
- Espinosa, J., Centurión, D., Mayo, A., García, C., Martínez, A., García, P., y Lagunes, L. M. (2018). Calidad de harina de tres cultivares de banano (*Musa* spp.) resistentes a la enfermedad Sigatoka negra en Tabasco. *Agrociencia*, 52(2), 217–229.
- Flores, D. S. (2018). *Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (Musa AAB) precocida y fortificada* [BachelorThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16340>
- García, J., Sánchez, G., y González, S. (2021). *Harina de plátano (Musa paradisiaca): Su uso potencial como ingrediente para la elaboración de frituras*. XXIV, 7–15.

- Gaviria, N. (2022, marzo 16). *La harina de plátano, la nueva forma de comercializar este producto agrícola en el país*. Agronegocios. <https://www.agronegocios.co/agricultura/la-harina-de-platano-la-nueva-forma-de-comercializar-este-producto-agricola-en-el-pais-3323506>
- Guilcapi, M. I., y Salazar, 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* [BachelorThesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29310>
- Haro, A. J., Borja, A. E., y Triviño, S. Y. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 506–525.
- IICA. (2018). *Manual 5: El mercado y la comercialización* (Primera). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7088>
- INCAP. (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (Segunda). Menchú, MT. <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- INEC. (2022). *Estadísticas Agropecuarias* (Estadístico Núm. 2021). Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INEN. (2006). *Harina de Trigo. Requisitos—NTE INEN 616:2006*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/616.pdf>
- Macías, Y. G. (2020). *Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina del banano morado (Musa acuminata) Red Dacca, producidos en los cantones Mocache, el Empalme y la Maná* [BachelorThesis, Quevedo:UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6579>
- Martínez, A. (2010). La nutrición vegetal del cultivo del plátano (Musa AAB, Simmonds). *Ultimos avances en la tecnología del cultivo del plátano en Colombia.*, 46–54.

- Mejía, G. (2018). *Guía Técnica Cultivo de Plátano*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-platano/>
- Mindiolaza, G. (2020). *Obtención de harina de banano como componente en el desarrollo de un suplemento alimenticio*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *El Banano Peruano, Producto Estrella de Exportación, Tendencias de la Producción, el Comercio del Banano en el Mercado Internacional y Nacional*. MINAGRI. <http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/20.500.13036/70>
- Montoya, J. (2020). *Formulación de una matriz alimentaria a base de harina de plátano Dominic Hartón (Musa paradisiaca L.) para el diseño de alimentos funcionales libres de gluten* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78569>
- Ramírez, M. P. (2018). *FORMULACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO VERDE (MUSSA PARADISSIACA) FORTIFICADA CON ZINC Y HIERRO*. Universidad Radael Landívar.
- Romero, R. (2017). *Estrategia conjunta para mejorar los procesos de emprendimiento y manejo agronómico del cultivo de plátano (Musa paradisiaca) variedad hartón en el municipio de Mesetas—Meta* [Grado, Universidad La Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria\\_agronomica/69](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/69)
- Silva, P. M., Sablón, N., y Bravo, M. A. (2021). Estudio de la cadena agroalimentaria del plátano en la provincia de Manabí. *ECA Sinergia*, 12(3), 155–174.
- Valencia, G. A. (2012). *Desarrollo de una tecnología de harina de orito (Musa acuminata aa) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales* [BachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/3119>

Zhiminaicela, J. B., Quevedo, J. N., y García, R. M. (2020). La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), Article 3.

## ANEXOS

### *Anexo 1. ADEVA del peso de la cáscara de plátano verde.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	9921,47	2	4960,74	1,49	0,2716 ns
Tratamiento	58161,61	5	11632,32	3,49	0,0438 *
Error	33317,26	10	3331,73		
Total	101400,34	17			
CV	11,44				

### *Anexo 2. ADEVA del peso de la pulpa de plátano verde.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	9505,51	2	4752,75	1,57	0,2545 ns
Tratamiento	207528,37	5	41505,67	13,75	0,0003 **
Error	30194,95	10	3019,5		
Total	247228,83	17			
CV	6,78				

### *Anexo 3. ADEVA del peso deshidratado de la pulpa de plátano verde.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	7441,21	2	3720,61	0,82	0,4669 ns
Tratamiento	184923,28	5	36984,66	8,18	0,0026 **
Error	45221,5	10	4522,15		
Total	237585,99	17			
CV	13,33				

### *Anexo 4. ADEVA de la materia seca de la pulpa de plátano verde.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	397,73	2	198,87	2,73	0,1133 ns
Tratamiento	1086,42	5	217,28	2,98	0,0666 ns
Error	728,81	10	72,88		
Total	2212,97	17			
CV	13,76				

### *Anexo 5. ADEVA de la producción de harina a base del plátano verde.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	3586,54	2	1793,27	0,53	0,6016 ns
Tratamiento	85797,89	5	17159,58	5,12	0,0138 **
Error	33526,25	10	3352,62		
Total	122910,67	17			
CV	16,61				

### *Anexo 8. Foto 1*



Ilustración 1: Materiales de trabajo



Ilustración 2: Deshidratación de rodajas de plátano.



Ilustración 3: Resultado de tamiz con maya #18



Ilustración 4: Resultado de tamiz con malla #65