



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y NUTRICIÓN  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Deshidratación de plátano verde (*Musa paradisiaca* Linneaus), variedad Curare, para la  
obtención de harinas sin gluten y elaboración de productos terminados

Por:

Milka Iveth Castillo Vigil

Cédula 4-724-190

Opción de grado para obtener el título de  
Licenciada en Tecnología de Ciencias  
de los Alimentos.

Profesor asesor

Francisco Alvarado

David, Chiriquí, República de Panamá 2023

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a mi hija Alexandra Fuentes que es mi motivación en la culminación de mis estudios.

A mi esposo Edgar Fuentes, por su apoyo y comprensión en cada momento.

A mis padres Wilberto Castillo, Hilda Vigil y mis hermanos, que son el apoyo en nuestras vidas para fijarnos a cumplir metas y por respaldo incondicional.

## **Agradecimiento**

Le doy gracias a Dios por las fuerzas y la oportunidad que me brindó de lograr una etapa de mi vida en el plano profesional.

Agradezco al profesor Francisco Alvarado, asesor principal de tesis, por su gran ayuda; gracias por sus recomendaciones; por su tiempo y motivación que contribuyeron a la realización y culminación de esta investigación.

A los miembros del comité asesor de tesis, profesores José Pérez, profesora Carmen Samudio, por colaborar en la revisión y corrección del manuscrito.

Agradezco al Dr. Rogelio A. Santanach, por brindarme la orientación y recomendaciones en la realización de las pruebas microbiológicas.

Al Señor Jorge Serrano por facilitarme el permiso en su finca para la recolección de la materia prima.

A todos los profesores de esta Escuela de Ciencias y Tecnología de Alimentos y Nutrición quienes con sus valiosos aportes contribuyeron a nuestra formación profesional.

## Hoja de aprobación

Según los requerimientos de la Facultad de Ciencias naturales y Exactas de la Universidad Autónoma de Chiriquí, esta tesis fue aprobada por la respectiva Comisión de Tesis de la Escuela de Ciencias y Tecnología de Alimentos y Nutrición.

Prof. Francisco Alvarado

---

Director de tesis

Prof. José Pérez

---

Miembro del comité asesor

Prof. Carmen Samudio

---

Miembro del comité asesor

Milka I. Castillo V.

---

Candidata

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Hoja de aprobación .....	iv
Índice de fotografías del procedimiento .....	vi
Resumen .....	1
Capítulo I. Marco introductorio .....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Tema de Investigación.....	5
1.3 Definición del problema que se estudió .....	5
1.4 Justificación e importancia de la investigación.....	6
1.5 Objetivos de la investigación: .....	8
1.5.1 Objetivo general: .....	8
1.5.2 Objetivos específicos: .....	8
1.6 Cobertura: .....	8
1.7 Limitaciones:.....	8
Capítulo II. Marco teórico .....	10
2.1 Antecedentes .....	10
2.2 Clasificación Taxonómica del plátano ( <i>Musa paradisiaca L.</i> ).....	15
2.3 Descripción del fruto .....	16
2.4 Clases de harinas .....	18
2.4.1 Harina de arroz.....	18
2.4.2 Harina de arroz integral .....	19
2.4.3 Harina de almidón de maíz o maicena .....	19
2.5 Harina de plátanos .....	19
Capítulo III Materiales y método.....	23
3.1 Tipo de investigación:.....	23
3.3 Manejo específico del experimento .....	26
3.3.1 Utillaje .....	26
3.3 Proceso.....	26
3.3.1 La deshidratación .....	26

<b>3.3.2 Proceso Tecnológico de la harina de plátano .....</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>39</b>
<b>4-1 Resultado y discusión .....</b>	<b>46</b>
<b>Referencia.....</b>	<b>52</b>
<b>Anexo 1. Imágenes experimentales .....</b>	<b>59</b>
<b>Anexo 2. Imágenes de pruebas microbiológicas .....</b>	<b>65</b>

### Índice de gráficas

<b>Gráfica 1. Almidones en el Plátano.....</b>	<b>20</b>
<b>Gráfica 2. Deshidratación, muestra de 5 plátanos .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfica 3. Deshidratación, muestra de 1 plátano.....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfica 4. Secado de la muestra de 3 plátanos medianos.....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfica 5. Secado de la muestra de plátano 4.....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfica 6. Secado de la muestra de plátano.....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfica 7. Secado de plátano (4 plátanos).....</b>	<b>48</b>

### Índice de fotografías del procedimiento

<b>Fotografía 1. Materia prima (criterio de venta).....</b>	<b>29</b>
<b>Fotografía 2. Materia prima (criterio de descarte) .....</b>	<b>30</b>
<b>Fotografía 3. Pesado (criterio de descarte).....</b>	<b>30</b>
<b>Fotografía 4. Pesado (criterio de venta) .....</b>	<b>31</b>
<b>Fotografía 5. Lavado y desinfección .....</b>	<b>31</b>
<b>Fotografía 6. Pelado .....</b>	<b>32</b>
<b>Fotografía 7. Inmersión .....</b>	<b>32</b>
<b>Fotografía 8. Cortado .....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografía 9. Cortado .....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografía 10. Tratamiento térmico .....</b>	<b>34</b>
<b>Fotografía 11. Molienda.....</b>	<b>34</b>
<b>Fotografía 12. Cernido .....</b>	<b>35</b>
<b>Fotografía 13. Cernido .....</b>	<b>35</b>
<b>Fotografía 14. Sellado .....</b>	<b>36</b>
<b>Fotografía 15. Empacado .....</b>	<b>36</b>
<b>Fotografía 16. Producto procesado.....</b>	<b>37</b>
<b>Fotografía 17. Producto terminado. tortillas .....</b>	<b>37</b>

### Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Los principales productores de plátano del mundo .....	10
<b>Cuadro 2.</b> Países importadores de harina y plátano congelado .....	11
<b>Cuadro 3.</b> Tendencias de ingredientes y alimentación .....	12
<b>Cuadro 4.</b> Exportaciones mundiales de plátano en fresco y producto procesado .....	12
<b>Cuadro 5.</b> Variedades de plátanos en panamá.....	17
<b>Cuadro 6.</b> Propiedades químicas .....	18
<b>Cuadro 7.</b> Propiedades nutritivas .....	18

### Índice de tabla de resultados

<b>Tabla 1.</b> Resultados microbiológicos de muestras de harina de plátano deshidratada .....	44
--	----

### Índice de figuras de posicionamiento global

<b>Figura GPS 1.</b> Ubicación de finca El Guacal.....	39
--	----

## Resumen

Esta investigación está impulsada por el deseo de dar una respuesta alternativa de alimentación para la población celiaca de Panamá. Se tienen dos puntas de lanza. La primera es la obtención de la harina; y, la segunda, la preparación de subproductos (tortillas y galletas). La población panameña que padece de esta patología intestinal no tiene la oferta de la harina de plátano. Tanto como materia prima ni en productos procesados. Según datos proporcionados por FUCEPA (fundación de celíacos de Panamá), hay casi 40,000 celíacos en nuestro país. El objetivo de esta investigación es proporcionarle la harina de plátano sin gluten, altamente nutricional y que beneficia el tránsito intestinal gracias a su almidón resistente. Además, ayuda a controlar la diabetes y la obesidad.

La harina de plátano contiene grandes propiedades: nutritivas y químicas. Las propiedades nutritivas comprenden fibras, vitaminas, niacinas y proteínas. Las propiedades químicas comprenden la presencia de hierro, fósforo, potasio, zinc, calcio, magnesio, selenio, sodio y carbohidratos. La presencia de estos componentes nutritivos y químicos potencian la producción y procesamiento del plátano para la obtención de harina y subproductos.

Toda la materia prima necesaria en esta investigación fue cosechada, según los criterios de fruta para la venta y fruta de descarte, utilizada para alimentar las vacas. La finca es propiedad del señor Jorge Serrano, localizada en Altos de Aguacatal. En estos predios, se produce plátano de la variedad Curare para distribuirlo a los mercados de la Concepción, David y Panamá.

El proceso de deshidratación fue desarrollado a través de un deshidratador eléctrico (Homdox). Este equipo operó a una temperatura constante de 62 °C (135 °F), durante seis horas en el que se obtuvo un  $A_w$  apropiado para asegurar la vida útil del producto. Luego se pasó a la

molienda primera con una cernida de 0.5 mm. Y, posteriormente, segunda molida para optimizar el rendimiento de la harina. Se obtuvo un producto, empacado en bolsas entre 50 y 100 gramos. Las cuales fueron sometidas pruebas microbiológicas -coliformes totales y fecales, mohos y levaduras-.

El subproducto -tortilla- fue procesado a partir del 100% de harina de plátano. Además, sal (5 gramos), agua o leche (15 mL), 1 huevo en cantidad por cada 75 gramos de harina de plátano.

La elaboración de galletas de plátanos para 100g de harina (1 huevo, 5 g de levadura, 1 g de mantequilla, 45 ml de leche, 2.5 g de azúcar, 2.5 g de chocolate de cacao y 28.35 g de pasitas. Se horneó a 180 °C por 20 minutos.

De seguro, esta harina de plátano es una respuesta efectiva para los celíacos. Además de poseer una gran viabilidad de desarrollo en el sector agro-industrial; y, también con un potencial para responder al mercado internacional en sus preferencias de ingredientes y alimentos artesanales. La harina y subproductos responden a la nueva tendencia de consumidores que gustan de alimentos sanos sin preservantes y de fácil mercadeo, pues la comercialización digital alcanza diferentes clientes alrededor del mundo.

## Capítulo I. Marco introductorio

### 1.1 Introducción

Esta investigación respondió a la culminación del plan de estudios en la curricula de Ciencias y Tecnología de Alimentos: el procesamiento del plátano para la producción de harina de plátano. El desarrollo de este tema brinda una solución para la inseguridad alimentaria con la desnutrición que acarrea en algunos niños panameños; también, una respuesta al sector agro-industrial al incrementar la producción de plátano y asegurar la materia prima en este proceso. Además, la producción de harina de plátano también respondió a las nuevas tendencias de “ingredientes y alimentos” que están en boga en el mundo. Y, también, respondió a una necesidad de la población celiaca -casi el 1% de la población panameña la padece- según datos FUCEPA (Fundación de celíacos de Panamá).

La producción de harina de plátano, gracias a su cadena de procesamiento, resulta propicia para salvaguardar la seguridad alimentaria de miles de personas. De igual forma, se protegería la producción de -3.6 millones de quintales de plátano (MIDA 2020-2024)- de este rubro en los mercados locales; y, a esta tasa de producción le sumamos la materia prima, requerida para procesar la harina para que se aumente la producción de esta fruta.

Actualmente, hay una tendencia por consumir productos artesanales. En esta gama de productos las galletas, panes y pasteles entre otros se requiere materia prima que responda a ese estilo de vida. La producción de harina representa esa materia prima que servirá para el procesamiento -artesanal e industrial- de estos productos hacia mercados locales e internacionales. Además, por ser un alimento que aporta grandes beneficios nutricionales tiende

a eliminar la desnutrición en Panamá. Y, también, respondería al 1% de la población panameña que no es tolerante a productos elaborados con harinas que contienen gluten. El gluten es causante de alergias y a problemas intestinales. Esta patología es conocida como enfermedad celiaca. Stacy Simon. Traducción por Contextglobal.

Esta investigación representa la novedad de procesar productos, preparados con harina de plátano. El desarrollo de este producto resulta de gran interés para el sector agro-industrial y los pacientes celíacos que, si bien pueden adquirir productos sin gluten, nadie está brindando una oferta con harina de plátano.

La explotación del plátano impulsada hacia áreas no tradicionales, llámese huertos caseros, escolares potencia el aumento de este rubro. Ante el aumento de producción de esta materia prima: el plátano. Evidentemente, surge la necesidad de procesarlo para sustituir las harinas tradicionales por la del plátano para obtener productos con todas sus bondades.

En esta investigación se optimizó el proceso de deshidratación. Al extraer la humedad al plátano, se obtuvo una materia prima ideal para pasar a la fase de molienda; y, en su efecto la harina. La cual habrá que cernir -primera molienda- para obtener la calidad requerida. Sin olvidar que los gránulos productos de la cernida pasan nuevamente por una segunda fase de molienda.

Muy importante destacar que con la reducción de la humedad se obtiene un rango de  $A_w$  (actividad del agua) tan bajo que neutraliza la actividad microbiana.

La elaboración de una tortilla a partir de la harina de plátano puso de manifiesto la maleabilidad de la reciente harina. También se caracterizará microbiológicamente la harina de plátano. La ausencia o presencia de microorganismos es directamente proporcional a la vida útil de los alimentos. Parámetro de gran importancia, ya que representa un indicador de calidad.

Esta investigación contiene cuatro capítulos. Capítulo primero abarca la posición del autor, a través de la exposición de argumentos para sustentar la iniciativa -obtención de la harina- con argumentos viables.

Capítulo segundo esboza el marco teórico con todo lo referente a las apreciaciones de institutos, universidades y autores acerca del plátano y el procesamiento de rubro no tradicionales: harina de plátano.

Capítulo tercero abarca los materiales y métodos desde utillaje, equipos de cocina y de laboratorios para obtener la harina, evaluarla; y, su posterior, procesamiento en tortillas.

Capítulo cuarto contiene los resultados de la investigación; y, en su efecto, da un punto de apoyo para las conclusiones y recomendaciones que generaron esta investigación.

## **1.2 Tema de Investigación**

Deshidratación de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.), variedad Curare, para la obtención de harina sin gluten y elaboración de productos terminados.

## **1.3 Definición del problema que se estudió**

El plátano es un alimento alternativo en la alimentación de la dieta del panameño y contribuye a la seguridad alimentaria de miles de personas. Además, es un alimento que aporta beneficios nutricionales. Posee una estable comercialización en mercados locales; y, en su efecto, proporciona ingresos y empleos en poblaciones rurales.

El plátano (*Musa paradisiaca*. L.) es un rubro que “En términos generales, su producción tiene un comportamiento favorable (...), donde la producción se ha mantenido en 3.6 millones de quintales para contribuir a satisfacer la demanda nacional”. MIDA, 2020-2024

Existe una parte de la población que no es tolerante a productos elaborados con ciertas harinas por su alto contenido de gluten. El gluten es una proteína que brinda la elasticidad y consistencia a la masa. Esta proteína es causante de alergias y problemas intestinales. Esta patología es conocida como la enfermedad celiaca. Stacy Simon. Traducción por context global.

La producción de harina de plátano suple la materia prima sin gluten para el procesamiento en nivel industrial y artesanal de una amplia gama de productos para diferentes mercados. Los clientes se pueden abastecer de diferentes productos, tales como, galletas, pasteles, entre otros. En consecuencia, a los celíacos se le brindará un producto elaborado con una harina extraída del plátano verde con un alto contenido nutricional, digerible al intestino y saludable.

La harina de plátano es el producto obtenido del secado y molienda del plátano verde. La harina como tal y sus productos procesados tienen un mercado cautivo en nuestra región. Según antecedentes en la elaboración de productos terminados, Irene (2018) nos dice que las personas han manifestado muy buena aceptación, al consumo de la harina de plátano verde: por la harina y sus productos procesados. Constantemente asisten a restaurantes y pastelerías a consumir productos como: colada, bizcocho, pan de harina de plátano, torta, ches-cake de plátano, galletas, panqueque, budín de plátano, brownies de plátano y licuados.

#### **1.4 Justificación e importancia de la investigación**

La presente investigación tiene como finalidad suplir una harina sin gluten para un determinado grupo de personas con problemas celíacos. La producción de un alimento procesado con harina, obtenida a partir de la pulpa de plátano verde representa una alternativa para obtener un producto sin gluten y con un alto contenido de almidón resistente. Esta harina

ha sido obtenida con técnicas de deshidratación. Paralelamente, a la producción hay que fortalecer el sector agrícola para proveer esta materia prima.

Aparte de la ausencia de gluten, la presencia de almidón resistente potencia esta harina.

Según Hernández Rodríguez (2022), “El almidón resistente se define como la cantidad total de almidón y los productos de la degradación del almidón que resisten la digestión en el intestino delgado de que contiene un grado nutricional alto y alta cantidad de fibra”. p. 127

En otro aspecto, el índice glucémico bajo del plátano va de la mano con el contenido de fibras.

La degradación del almidón ubica “El índice glucémico de harina de plátano verde en un rango bajo: IG 62” (Grillpazer, 209, p. 22.).

Además, “El plátano contiene un alto contenido de fibra dietética como celulosa, hemicelulosa, alfa glucanos y pectinas”. Revista Iberoamericana de Ciencias 2018, p.42. Esta fibra puede promover la salud intestinal y prevenir la diarrea infecciosa. Rivera-Quixchanl, 2018

La harina de plátano se ha constituido en la materia prima de muchos productos, respondiendo a las nuevas tendencias de alimentación. Tendencias que demandan nuevos ingredientes y productos sin conservantes. En una de las posibles variables de esta tendencia, Irene nos dice que la harina de plátano posee un precio cómodo. Paralelamente a ello, también como materia prima puede ser usada en restaurantes y panaderías por las ventajas que ofrece. Además, por las virtudes que posee la harina es solicitada por consumidores que demandan beneficios. Irene, 2018

## **1.5 Objetivos de la investigación:**

### **1.5.1 Objetivo general:**

Deshidratar el plátano verde (*Musa paradisiaca* Linneaus), variedad Curare.

### **1.5.2 Objetivos específicos:**

- ✓ Obtener la harina de plátano.
- ✓ Elaborar productos a base de harina de plátano.
- ✓ Caracterizar microbiológicamente el producto intermedio harina.
- ✓ Proponer la harina como sustituto para una alimentación alternativa.

## **1.6 Cobertura:**

Esta investigación parte de la materia prima plátano verde variedad Curare que se distribuyen en el mercado de la Concepción, David y Panamá. Este rubro es producido en la finca del señor Jorge Serrano en Altos de Aguacatal.

A partir de la obtención de la materia prima inicia una trazabilidad que inicia desde el tratamiento de la fruta hasta los procedimientos necesarios para la deshidratación y molienda: harina; y, posterior, procesamiento de diferentes productos.

Se incluirán análisis microbiológicos al producto final.

## **1.7 Limitaciones:**

- 1- La literatura fue limitada; y, en Panamá no hay referencia ni estatal ni privada.
- 2- El equipo necesario no fue proporcionado por la universidad.
- 3- Los protocolos fueron una limitante, pues los procedimientos fueron ajustados de lo que se encontró en algunos vídeos.

- 4- Las formulaciones también se presentaron como limitantes, pues en literatura no había formulación para las galletas y tortillas.
- 5- Las condiciones climáticas también impusieron limitaciones, pues si el plátano tenía un grado de maduración; la harina se ponía negra.

## Capítulo II. Marco teórico

### 2.1 Antecedentes

El plátano es considerado el cuarto cultivo más importante del mundo y se ha adaptado perfectamente en regiones con climas cálidos y húmedos de Centroamérica y Sudamérica.

El plátano tiene sus orígenes en Asia Meridional. Alejandro Magno al arribar a esas tierras se sorprende por el buen sabor que posee el plátano. A partir de ese momento, inicia su difusión.

Primeramente, es llevado a Grecia y, luego, los navegantes lo llevan a África Oriental.

Así, luego los portugueses en el año 1402, distribuyen la semilla en las Islas Canarias y son llevadas a América en 1516 vía Santo Domingo.

Actualmente, este rubro ha sido explotado en muchos países. Esta producción, nos lleva a tener bien claro los países exportadores, la descripción de plátano procesado; y, los países que importan estos productos. Cada una de estas características están plasmadas en los cuadros que a continuación se presentan:

**Cuadro 1.** Los principales productores de plátano del mundo

Rango	País	Producción de plátano (millones/toneladas)
1	Camerún	4.31
2	Ghana	3.95
3	Uganda	3.71
4	Colombia	3.54
5	Nigeria	3.09
6	Filipinas	3.07
7	Perú	2.07
8	Cote del voire	1.59
9	Birmania	1.11
10	República Democrática del Congo	1.11

Fuente: Lowe, 2023

**Cuadro 2. Países importadores de harina y plátano congelado**

Producto	Países importadores	Valor (miles US)	Volumen
Plátano congelado	Alemania	287.584	192.926
	Francia	175.071	86.548
	Países Bajos	135.391	84.960
	China	129.981	36.037
	Francia	45.376	6.932
	República de Corea	36.834	2.831
Harina de plátano	Alemania	30.118	5.860
	Estados Unidos	16.333	4.160
	Canadá	13.405	1.860

Fuente: Carvajal García, Marcela y otros. (2019).

La producción mundial está respondiendo a nuevas tendencias alimentarias, tanto en el uso de ingredientes como de materia prima en el procesamiento de los alimentos. La alergia o intolerancia alimentaria en Panamá y en el mundo requiere esta iniciativa para responder a esta patología; y, promover esta investigación: la producción de harina de plátano.

Son interesantes, la coincidencia de diferentes consultores en una misma “tendencia”. Alexander Kasriel en Euromonitor (2016), Innova Market Insight (2015) Mintel Group Ltd. (2017, 2018), que avalan con sus estudios el retorno a “La tradición: los consumidores buscan nuevos productos adaptados de fórmulas, sabores y formatos ancestrales, demandan productos más naturales y menos procesados que obligan a eliminar el uso de ingredientes artificiales”.

El siguiente cuadro deja manifiesto la importancia que la harina de plátano tiene en la economía mundial.

**Cuadro 3.** Tendencias de ingredientes y alimentación

Ítems	Porcentaje de encuestados por Nielsen (2016)				
	Norte América	América Latina	Europa	Asia-Pacífico	África
Alergia o intolerancia a la lactosa	31 %	34 %	22 %	42 %	50 %
Dieta especial					
Baja en grasa	19 %	39 %	20 %	37 %	36 %
Baja en sodio	21 %	24 %	8 %	22 %	13 %
Baja en carbohidratos	15 %	20 %	11 %	23 %	17 %
Vegetariana	6 %	8 %	5 %	19 %	18 %
Sin trigo o sin gluten	8 %	10 %	4 %	10 %	8 %

Fuente: Nielsen (2016), citado por Carvajal García 2019. p. s/n

**Cuadro 4.** Exportaciones mundiales de plátano en fresco y producto procesado  
(volumen y valor en miles de dólares)

Descripción producto	Volumen MTn					Valor miles US				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Plátano fresco	961	899	1.11	1.16	1.278	493	488	578	643	686
Chips de plátano	1.33	1.37	1.46	1.55	1.630	2.74	2.97	2.86	2.94	3.34
Plátano congelado	1.02	1.08	1.19	1.19	1.272	2.220	2.283	2.30	2.27	2.44
Harina de plátano	100	98	119	96	89	293	309	355	350	342

Fuente: Trademap (2018), citado por Carvajal García 2019. p. s/n

La búsqueda de salud y bienestar en el mejoramiento global de la salud física y mental, traducida en bienestar personal que incluye elementos como dietas especiales. Dietas en la que entra en juego la harina de plátano. (Williams, 2017, p. 23, citado por

Hay productores de la región que no han potenciado el rubro plátano en la producción de harina, ya que poseen la materia prima para dicho procesamiento. Al respecto, Barrios Pineda (2017) nos dice que

Actualmente, Guatemala se encuentra entre los ocho mayores exportadores de esta fruta en nivel mundial. Es necesario que el plátano cumpla con varios requisitos, como el tamaño del fruto (longitud y grosor), estado de maduración (condición climatérica), manchas en su cáscara, etc. Por esta razón, gran cantidad de plátano no es posible exportarlo, denominándole producto de rechazo. El plátano de rechazo, que se cultiva en las fincas productoras del país, es utilizado como abono orgánico y en piensos para ganado vacuno, lo demás es desperdiciado ya que, el plátano verde no es consumido habitualmente por la población guatemalteca y menos el aprovechamiento de la cáscara para elaborar un alimento nutritivo de consumo humano: la harina de plátano. p. 5

Según Betancourth (2021), el plátano en Colombia se considera un alimento básico, ya que ocupa un lugar destacado en nuestra canasta familiar; además ha sido un sector tradicional de la economía campesina. Por tal razón, Colombia está en la posición número cinco entre los diez principales países productores del mundo de plátano. p. 8

En México, vislumbran el potencial de la explotación de plátano:

el proceso de elaboración de harina de plátano es una tecnología importante de explorar, ya que actualmente se desperdicia alrededor del 10 % de los frutos de plátano en la región Costa sur de Jalisco, esto de acuerdo con la Asociación de Productores de Plátanos S.A. de C.V., de Tomatlán, Jalisco. El desperdicio de este plátano es por varias razones, a veces por daños físicos y no se puede

comercializar entero en esa presentación, y en otras ocasiones por falta de oportunidades en el mercado (García Estrada. 2021. p. 8).

En Panamá, no existe una referencia estatal e industrial en cuanto a la producción de harina de plátano. Pero, existe la oferta de esta harina por parte de la Sunny Mills -harina de plátano- en los supermercados de la cadena Riba Smith. Ofrecen pulpa de plátano deshidratada y molida, natural, sin conservantes, ni aditivos, a un precio 3.01 libra/dólar.

Además. Se consultó una lista de 20 restaurantes (con opciones libres de gluten) de ciudad capital, generamos la siguiente información: solo 2 de los 20 restaurantes, ofrecen la alternativa del plátano.

- 1- Restaurante Azahar: Mousse de plátano.
- 2- Pizzería La Botánica: Pizza de berenjena y plátano.

La tienda PriceSmart ofrece plátano en su zona de productos sin gluten, pero no lo ofrece en presentación de harina, sino en snacks.

En la ciudad de David, una panadería ofrece pan sin gluten, pero no aclara de qué harina está preparado.

En otros supermercados y restaurantes se tomó el siguiente pulso, a través de la navegación digital; se consultó la oferta de productos sin gluten en tiendas panameñas; y, se generó la siguiente información:

Oferta: Productos sin gluten en Panamá. (Hay 13 tiendas, todas ofrecen productos extranjeros. Ningún producto está preparado con harina de plátano. También hay dulces sin gluten en

Panamá. Ofertan 7 tiendas de pastelería sin gluten. Ninguna ofrece productos preparados con harina de plátano.

La realidad de la oferta y la demanda en Panamá, abre el panorama para prestarle atención a la producción y procesamiento de la harina de plátano.

En cuanto al criterio microbiológico, se puede decir que la caracterización microbiológica representa el status y grado de contaminación biológica que puedan portar los colaboradores, materia prima, protocolos y productos finales. Esta inspección nos da un instrumento operativo para controlar este parámetro en las plantas procesadoras de alimentos. Alonzo L. y Poveda J. 2008

La identificación o ausencia de la flora bacteriana avala los procesos, según las normas establecidas hasta llegar al producto final. Realidad que garantiza la calidad del producto y permite garantizar los protocolos de calidad; y, en su efecto lograr la aceptación del cliente.

Las materias predisponen la calidad del producto final. La materia prima es directamente proporcional a la calidad del producto final. Es decir, la huella de control de calidad es una pista indeleble de higiene en los procesos y productos. Esta higiene para asegurar su efectividad y calidad inocua se vale de la determinación de microorganismos de la familia Enterobacteriácea -capaces de fermentar la lactosa (a 35 °C.). Estas bacterias viven en agua, suelo y también en el tracto intestinal de hombres y animales de sangre caliente. De esa familia, los coliformes fecales (CF) que provienen del tracto intestinal y, por lo tanto, mejores indicadores de calidad. Perdomo et al, 200, citado por Madigan et al., 2004

## **2.2 Clasificación Taxonómica del plátano (Musa paradisiaca L.).**

La taxonomía del plátano según Marcelino (2012

Familia: Musáceas.

Nombre común: Curare enano.

Taxonomía: Eumusa AAB Plátano.

Especie: *Musa paradisiaca* L.

Nombre científico: (*Musa paradisiaca* Linneaus),

Descripción: produce entre 40 y 50 unidades por racimo y permite un buen manejo de la plantación para las diferentes prácticas.

El plátano variedad curare enano de porte bajo altura del pseudo tallo (m) 2.1 a 2.5. tolerante a las fuertes brisas, generalidades del plátano (*Musa paradisiaca*) Según el libro Producción de plátano (2013).

### 2.3 Cuadro 4. Descripción del fruto

Descripción	Valor
Posición del fruto	Curvado hacia arriba (oblicuo, a un ángulo de 45°)
Altura de la planta	3.25 – 4.00
Largo del fruto (cm.)	21-31 cm.
Forma del fruto	Forma Curvada
Sección transversal del fruto	Rígidas pronunciadas
Peso del racimo	12.8 kg
Número de manos	9 media
Número de frutos	45 a 54
Largo del fruto	25 cm
Diámetro del fruto	4.4 a 5.0 mm

Fuente: Gensa, s.f.

### Cuadro 5. Variedades de plátanos en Panamá

Variedades	TIPO
Variedad dominica	AAB
Variedad cuerno	AAB
Variedad curare	AAB
Híbridos fhia	AABB Y AAAB

Fuente: Belálcazar 1991, citado por Marcelino, Leonardo, González, Vilma y Ríos Domingo. IIDIAP, 2012.

p.3

Como se muestra en el cuadro existen muchas variedades en Panamá. Hay muchas personas que se dedican a este rubro para su subsistencia. Se cultivan en todo el territorio nacional, pero se divide en dos zonas comerciales como la provincia de Chiriquí y la provincia de Darién. La mayoría de la producción se cosecha en la provincia de Chiriquí con un 58%, 18% en Darién, 15% en Bocas del Toro y el resto (9%) en Colón, Herrera, Los Santos, Panamá Oeste y Coclé. En la provincia de Chiriquí la zona de mayor producción es el distrito de Barú en los corregimientos de Progreso y Puerto Armuelles y abarca un total de 41 comunidades. Marcelino, 2012

Hasta el 2017, El producto es solo para consumo nacional y los precios varían entre 20 dólares el ciento y 35 a 40 centésimos la unidad al consumidor. El Siglo, martes 2 de mayo de 2017

Nos dice Lardizabal (2007) que el Curare Enano tiene las siguientes ventajas:

- Produce mayor cantidad de dedos para exportación después del desmane.
- Es de porte bajo (resiste al acame en comparación con otras variedades)
- El tamaño y grosor del dedo es aceptable
- Ya desmanado, el cual se deja 4 a 5 manos - para que el racimo quede con un mínimo de 35 dedos - se obtienen dedos que pesen por lo menos 340 g (0.75 Lb.), con un largo mínimo 25 cm (10 pulgadas) y un calibre mínimo de 52 (Dole) o 26 (Chiquita). p

### Cuadro 6. Propiedades químicas

Composición del plátano por cada 100 gr.	
Hierro	0.75 mg.
Fosforo	20.00 mg.
Potasio	390. mg.
Zinc	0.16 mg.
Calcio	6.0 mg.
Magnesio	29. mg.
Selenio	1.1 mg-
Hidratos de carbono	23.43 mg.
Sodio	1.0 mg.

Fuente: Fuente: Huanca y Quispe. 2019. p. 17

### Cuadro 7. Propiedades nutritivas

Composición del plátano por cada 100 gr.	
Energía	92 kcal.
Agua	74.2 gr.
Grasa	0.48 gr.
Proteína	1.03 gr.
Fibra	2.4 gr.
Vitamina C	9.1 mg.
Vit. B (tiamina)	0.045 mg.
Vit. B2 (riboflavina)	0.10 mg.
Vitamina E	0.27 mg.
Niacina	0,54 g.

Fuente: Huanca y Quispe. 2019. p. 17

## 2.4 Clases de harinas

Diferentes harinas:

La lista, que a continuación se mencionan, se presenta en función de no poseer gluten. Junto a la harina de plátano. Además, muy importante, representan posibles variables en la presentación de diferentes formulaciones que ayuden a los celíacos; y, por otro lado, a diversificar los usos de la materia prima que representa la harina de plátano.

### 2.4.1 Harina de arroz

Ofrece vitaminas A y B, aminoácidos y minerales. Muy utilizada en la cocina asiática.

### **2.4.2 Harina de arroz integral**

Mayormente nutricional que la harina de arroz blanco.

### **2.4.3 Harina de avena**

Contiene una gran cantidad de fibra, que ayuda a reducir el colesterol malo (LDL). Los hidratos de carbono de absorción lenta ayudan a prolongar la sensación de saciedad durante más horas y tienen muchas opciones en la cocina. Salas Salvadó, 2019

### **2.4.3 Harina de almidón de maíz o maicena**

Proporciona una gran capacidad de dar aire en los horneados y que nuestros platos adquieran volumen y sean esponjosos. Además, sirve para espesar salsas. Además, cuenta con una gran cantidad de calcio, magnesio, yodo, sodio, potasio. Así como vitamina del grupo B, como B2, B3, B6, B9 y B12, por lo que es un alimento muy nutritivo, pero recomendable para dietas de adelgazamiento, pues una sola taza tiene 500 calorías. Salas Salvadó, 2019, p.212

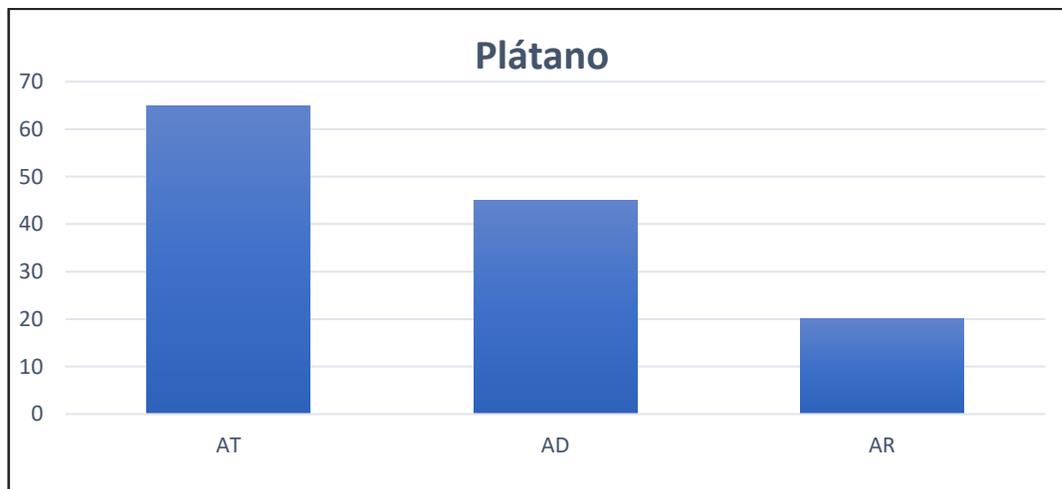
## **2.5 Harina de plátanos**

La harina de plátano puede ser un alimento nutritivo y energético en la alimentación y, también, puede ser aprovechada mundialmente por su alta concentración de almidón (MIDA, 2020-2024). El uso de esta harina en productos de la panificación entre otros, ya que por investigaciones se ha demostrado que el almidón del plátano es poco digerible por el estómago por su alto contenido de almidón resistente y también contienen inulina, además de oligosacáridos no digeribles por las enzimas intestinales, lo que puede tener efectos beneficiosos porque puede ayudar en reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, obesidades, osteoporosis y diabetes tipo II. MIDA, 2020-2024

Hay referencia de que el almidón resistente se opone a la degradación, la propia estructura compacta de la estructura granular impide la accesibilidad de las enzimas digestivas.

En la siguiente gráfica podemos observar la cantidad de almidón resistente

Gráfica 1. Almidones en el plátano



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Porcentaje de almidón total (AT), almidón disponible (AD) y almidón resistente (AR) en harina de plátano

Fuente: Soto Azurduy, 2010. p.96

La harina de plátano es un producto orgánico, totalmente natural, elaborado de la deshidratación del plátano, transformado en un polvo blanco parduzco. Las características de almacenamiento, por su eliminación de la mayor parte del agua del plátano, permite su conservación a una temperatura ambiente en empaques adecuados contra la humedad. Esta harina es de fácil cocción.

Al abrir el radio de observación, se puede conocer en qué términos marcha este producto en otras latitudes.

En Ecuador, la producción de harina de plátano ha tenido un incremento para uso animal y para consumo humano. La primera, por su costo bajo y en la segunda, por los beneficios que tiene para los enfermos celíacos.

Santiago Martínez afirmó que “la harina de plátano es un producto que en nivel global está tomando importancia debido a sus diferentes usos y como reemplazo de la harina tradicional”.

En Colombia están promoviendo la producción de harina de plátano. Bethancourt (2021) nos dice que

Primero, tenemos las fincas productoras. Después, los plátanos tienen 2 opciones: Ser vendidos en fresco o ser utilizados en la agroindustria como materia prima para la fabricación de plátanos deshidratados o congelados, snacks salados o dulces denominados patacones, harina de plátano o alimentos concentrados para animales. p.11

En Bolivia, actualmente, existen distintas marcas de harina de trigo, pero no encontramos harina de plátano en la ciudad de La Paz. Por lo cual, hay una iniciativa para ofrecer harina de plátano al mercado. Esta harina es un producto alimenticio y nutricional que proporciona los siguientes beneficios:

- Ayuda a perder peso.
- Disminuye la absorción de la glucosa mejorando el tratamiento de la diabetes.
- Promueve la saciedad y disminuye el hambre.
- Previene los calambres musculares y acelera el metabolismo.
- Previene el cáncer de próstata.
- Ayuda a combatir la depresión.

- Los plátanos son ricos en fibra, por lo que su consumo regular puede restaurar la función normal del intestino (combate el estreñimiento).
- Al contener altos niveles de potasio y bajo nivel de sal, esta fruta ayuda a tratar naturalmente la hipertensión arterial.
- El plátano tiene un efecto calmante en el estómago, y cuando se combina con un poco de miel te puede ayudar a equilibrar el nivel de azúcar en la sangre y ayuda a hidratar tu organismo.
- Los plátanos tienen un efecto anti ácido en el cuerpo.
- Los plátanos son ricos en vitamina B, esencial para el sistema nervioso.
- El plátano, al ser rico en hierro (esencial para la estimulación de hemoglobina en la sangre), es una ayuda natural en los tratamientos de la anemia.

(Huanca Choque y Quispe Cori, 2019. p.11)

La harina de plátano es uno de alimentos más equilibrados por su alto contenido en vitaminas y nutrientes, que contribuyen al funcionamiento del sistema inmunitario.

Su contenido de almidones, un tipo de fibra altamente fermentable, es muy beneficioso para las bacterias buenas que ayudan a la función del colon, ya que proporciona un efecto regulador y prebiótico.

## Capítulo III Materiales y método

### 3.1 Tipo de investigación:

Esta investigación se realizó en La Concepción, distrito de Bugaba en la propiedad del señor José Serrano ubicado en Altos de Aguacatal. El estudio tuvo una duración de nueve meses - abril a diciembre de 2022'- durante parte de la estación seca y lluviosa. La recolección de la materia prima y ensayos se realizaron los meses de agosto y septiembre, y tomando como referencia -los plátanos clasificados y los de descarte- en las fincas dedicadas a la producción de este rubro en la provincia de Chiriquí. En esta investigación se aprovechará el cultivo de esta planta de plátano variedad curare, que es muy gustada por todos los panameños y brindando una alternativa para aquellas personas con problemas celíacos.

Esta investigación tuvo como objetivo presentar una alternativa para aquellos que presentan un grado de intolerancia en la digestión del gluten y una solución viable como alternativa en nivel industrial como un producto de fácil exportación.

El plátano variedad curare es una planta muy conocida en Panamá y otros países, por ser un plátano de buen sabor, textura suave al paladar, su siembra se promueve por ser un plátano bajo en estatura lo que permite que sea más difícil su caída por los vientos

La carrera de Ciencias y Tecnología de Alimentos impone una investigación para terminar la currícula, según esta disposición se ha desarrollado esta investigación. Investigación que se clasifica en los siguientes términos:

#### **Por el objetivo logrado:**

Está en la categoría de investigación aplicada, pues desarrolló una alternativa nutricional para los celíacos.

Por definición, estas investigaciones aplicadas tratan de “encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto”.

**Por el nivel de profundización en el objeto de estudio:**

Es una investigación descriptiva, pues nos da una descripción de las dos variables que se conjugan en esta investigación: 1- la producción de harina de plátano y 2- La celiacía. Aquí se amalgaman las características y se configuran para responder al fenómeno, más allá de valorar una afección positiva o negativa.

En teoría, la investigación descriptiva, “establece una descripción lo más completa posible de un fenómeno y ni siquiera se pregunta por qué ocurre lo que se observa”. Al final, nos da una aclaración del estado de la situación que fue el acicate o problema de la investigación.

**Por el tipo de datos empleados:**

Es una investigación cuantitativa. Los procesos de producción que se involucraron en esta investigación requerían de una tabulación -inicial y final- de los datos de la materia prima. Esta tabla infirió la efectividad de los procedimientos, a través de una trazabilidad, a lo largo de todo el proceso para obtener la harina. Además, hay tabulaciones en otras variables en diferentes procedimientos (humedad, microbiología, temperatura y otros.) que se realizaron en el proceso. La teoría nos dice que “la investigación cuantitativa se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición”.

**Por el grado de manipulación de las variables:**

Es una investigación experimental por las “condiciones de las variables, altamente controladas”. Durante el desarrollo de la investigación, las variables que incidían en la deshidratación fueron controladas (tiempo y temperatura). Esta trazabilidad nos permitió establecer patrones operativos para replicar siempre el mismo producto. También se

estandarizaron las condiciones en BPM (buenas prácticas de manufactura). A saber, los principios básicos:

- Monitoreo microbiológico
- Análisis de agua de proceso
- Identificación de materia prima
- Saneamiento de área de trabajo y utillaje
- Documentación de planes
- Involucrar todos los entes operativos

**Por el tipo de inferencia:**

Esta investigación es deductiva, puesto que “hace referencia a la extracción de consecuencias -conclusiones- de los objetivos o proposiciones”.

Los objetivos de esta investigación generaron paralelamente estas conclusiones:

- Deshidratar ... Reducción de peso/control de temperatura/control de tiempo
- Producir...Harina de plátano.
- Elaborar ...Tortillas de plátano.
- Caracterizar...humedad, microbiología
- Proponer...Una harina alternativa para enfrentar la intolerancia del gluten.

**Por el periodo en que se realiza:**

Esta investigación es longitudinal, “por realizar seguimiento al mismo proceso a lo largo de un período concreto”. Esta condición longitudinal se desarrolló en la producción de harina. El rango de obtención de este producto se dio entre abril 2022 y diciembre 2022.

### 3.3 Manejo específico del experimento

#### 3.3.1 Utillaje

El objeto de estudio de esta investigación es el plátano de la familia Musacea, variedad curare enano. La recolección de la materia prima se realizó de la finca del señor José Serrano en la Concepción Bugaba provincia de Chiriquí. A continuación, se detallan los insumos, equipos y utensilios para tales efectos:

Insumos	Equipo	Utensilios
Plátano	Deshidratador eléctrico	Bolsas de empaçar
Harina de plátano	Balanza digital	Cernidor
Sal	Selladora manual	Cucharas
Aceite	Máquina de moler	Envases plásticos
Huevo	Estufa	

Los materiales y equipos utilizados para realizar las pruebas y ensayos de esta investigación fueron gestionados por mi persona.

### 3.3 Proceso

La técnica de deshidratación mediante calor se usó para obtener la harina de plátano con la variedad de plátano curare. Posteriormente, se procesaron los subproductos -tortillas y galletas- mediante la técnica de horneado.

#### 3.3.1 La deshidratación

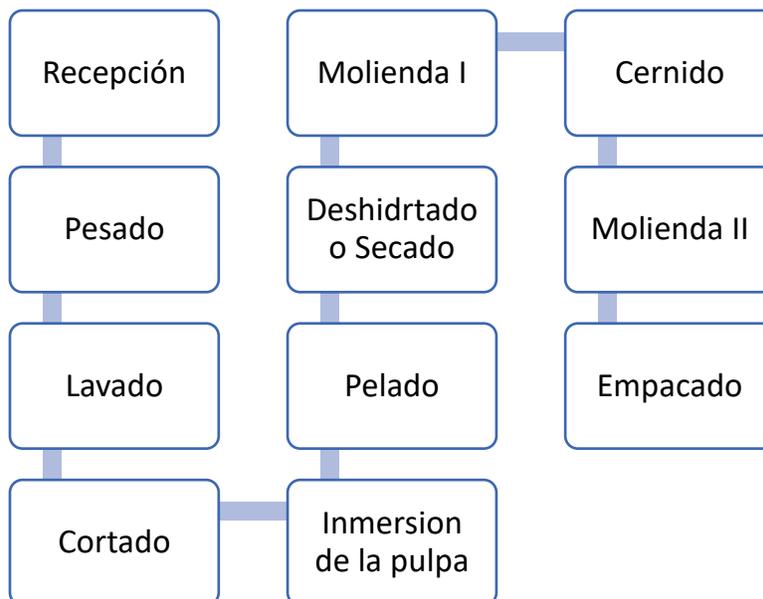
Nos dice Mateo (s.f.), en pocas palabras, que la deshidratación es el proceso de conservación basado en la disminución de agua en los tejidos celulares, específicamente en su  $A_w$ . Los hongos y levaduras no pueden prosperar en  $A_w > 0.62$  y los microorganismos patógenos, en  $A_w > 0.86$ .

En este proceso se logra eliminar, prácticamente, la totalidad del agua de un alimento mediante el calor, en consecuencia, se concentra su sabor. Sáenz, 2006. p.36

La deshidratación al sol es el método más sencillo y antiguo. Actualmente, ha sido desplazado por el calor artificial. En la aplicación de este proceso de conservación, en condiciones controladas, hay poco efecto en la mayoría de los nutrientes. La materia prima debe ser sometida a un escaldado o blanqueamiento que resulta ser el primer paso de la deshidratación. El calor aplicado destruye la oxidasa y se producen pérdidas de tiamina, ácido fólico, vitamina C y otras vitaminas hidrosolubles y minerales. Las cantidades que se desprenden de la materia prima son siempre inferiores que las pérdidas en los tejidos vegetales durante el almacenamiento. Vásquez, Cos y López. 2005

La deshidratación incide en el color y olor. La aplicación de un microclima durante el proceso provoca la circulación del agua, evaporándola y extendiendo la vida útil del producto en los anaqueles. Los cambios que se producen en la deshidratación favorecen la absorción de ácido ascórbico y caroteno. El producto final depende del secado: su costo y calidad.

### 3.3.2 Proceso Tecnológico de la harina de plátano



La obtención de la harina se apegó a los siguientes procedimientos:

- Recepción: Se obtuvo la materia prima, evaluando que estuvieran en buenas condiciones.
- Periodo climatérico: Los plátanos que no estuvieran maduros. Solo, verdes para responder a la trazabilidad del proceso.
- Pesado: Se peso el plátano (Curare) de manera individual en una balanza digital.
- Lavado y desinfección: Se procedió a lavar el plátano verde de manera manual: inmersión en una solución clorada 2.2% de Hipoclorito de sodio (NaOCl) por 5 minutos para desinfección de la cascara.
- Pelado: Se le desprendió la cáscara al plátano verde de forma manual haciendo cortes en tres secciones: en ambos extremos y una fisura longitudinalmente.
- Inmersión de la pulpa: Se sumergió el plátano verde en una solución de jugo de limón al 10%, por 3 minutos para evitar el pardeamiento enzimático (oxidación): causante del cambio de color en la pulpa.
- Cortado: Se seccionó el plátano en rebanadas largas entre 8 a 10 cm y entre 3 a 4 mm de grosor para hacer más fácil y más rápido el proceso de deshidratación.
- Tratamiento térmico (deshidratado- secado): Se coloca las rebanadas de plátanos de manera uniforme que tengan espacio de ventilación entre una y la otra. Esta disposición se repite en cada bandeja de cada sección. La circulación del aire entre las bandejas facilita la extracción de la humedad; y, en su efecto, la deshidratación del producto. El deshidratador se mantuvo a una temperatura constante de 62° C (135°F), durante un rango de seis horas.

- Molienda: Se utilizó un molidor manual (máquina de moler). En esta máquina se colocaron las rebanadas de la pulpa de plátano deshidratadas para su trituración y transformación en la harina.
- Cernido: La harina que se obtuvo de la molienda se pasó por un tamizado para separar las partículas más finas de las más grandes. Se utilizó un tamizado de 0.5 mm.
- Molienda: Se realizó una segunda molienda para aprovechar y utilizar la mayor cantidad de materia -cernida- para incrementar la producción de harina.
- Empaque y envío de muestras al laboratorio: Una vez empacada la harina en bolsas y selladas en cantidades de 50, 55 y 100 gramos identificadas, se llevaron a pruebas microbiológicas de coliformes totales y fecales, mohos y levaduras.

A continuación, la referencia través de imágenes del procedimiento:

Fotografías del procedimiento:

**Fotografía 1.** Materia prima (criterio de venta)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 2.** Materia prima (criterio de descarte)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 3.** Pesado (criterio de descarte)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 4.** Pesado (criterio de venta)



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 5.** Lavado y desinfección



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 6. Pelado**



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 7. Inmersión**



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 8.** Cortado



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

Nota: 615 gr. de la bandeja; 745 gr. de los plátanos. Total 1360 g.

**Fotografía 9.** Cortado



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 10.** Tratamiento térmico



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 11.** Molienda



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 12.** Cernido



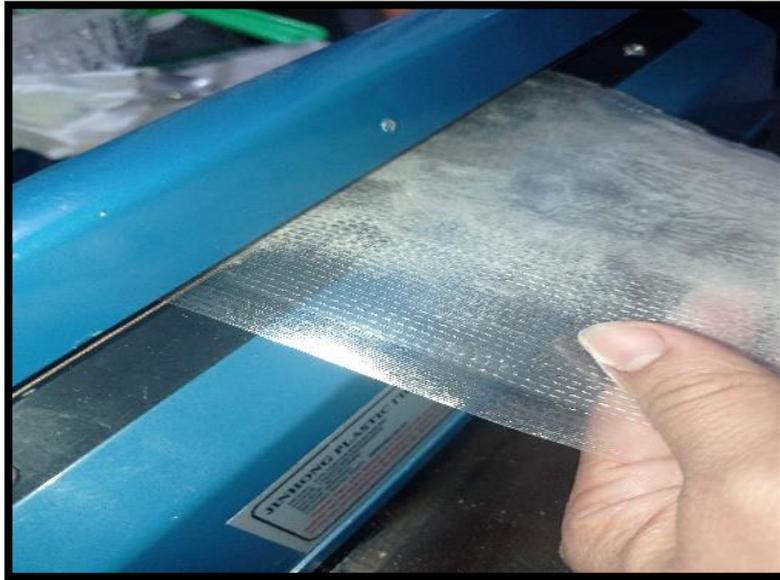
Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 13.** Cernido



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 14.** Sellado



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 15.** Empacado



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 16.** Producto procesado



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Fotografía 17.** Producto terminado. Tortillas



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Características de las muestras:

Primera muestra: conformada por tres plátanos grandes, cantidad obtenida de harina 510 g.

Segunda muestra: conformada por tres plátanos medianos, cantidad obtenida de harina 365 g.

Tercera muestra: conformada por cinco plátanos pequeños, cantidad obtenida de harina 280 g.

Cuarta muestra: conformada por un plátano mediano, cantidad obtenida de harina 55 g.

Quinta muestra: conformada por cuatro plátanos medianos, cantidad obtenida de harina 440 g.

Sexta muestra: conformada por cuatro plátanos pequeños, cantidad obtenida de harina 280 g.

## Capítulo IV

### Resultado y discusiones

- Descripción del área de estudio (muestreo, proceso y análisis):

1. Descripción de la finca donde se tomaron las muestras.

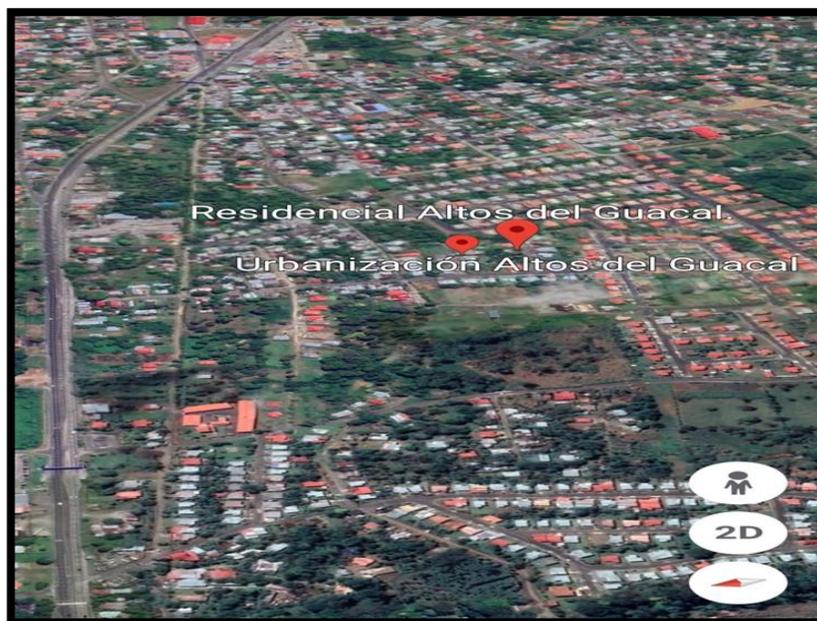
Área de producción agrícola en escala pequeña, puesto que suplente mercados locales.

2. Ubicación.

Finca el guacal, promotor Agro Export Asjova S.A.

G988+3G La Concepción

**Figura GPS 1.** Ubicación de finca El Guacal



Fuente: Google Earth

3. Descripción del área de proceso de la harina de plátano.

El área cuenta con un espacio acondicionado de la siguiente manera una estructura con medidas de 2.5 X 2.5 metros y una mesa de acero inoxidable de un 1x 2 pies; con tina de acero inoxidable, una mesa de vidrio de 3 x 3 pies, piso con losa y luz y agua potable.

4. El área de trabajo está ubicada; En la Concepción Bugaba, cerca de la Escuela Belén ave 5ª Sur, la vivienda cuenta con un área acondicionada de la siguiente manera una estructura con medidas de un Dos metros y medio una mesa de acero inoxidable de un 1x 2 pies; con tina de acero inoxidable, una mesa de vidrio de 36 x 36, piso con losa y luz y agua potable.

5. Descripción del área de análisis microbiológico.

Después de procesadas las materias primas (plátanos con criterio de venta y de descarte), se obtuvo la harina de plátano. Transcurridas 2 semanas se llevaron a los laboratorios de microbiología de la UNACHI para su análisis microbiológico.

6. Ubicación de la UNACHI: está situada en El Cabrero, ciudad de David en las coordenadas 8°25'59"N 82°27'04"O / 8.433, -82.451. Específicamente, el laboratorio de microbiología está en la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Cuenta con todos los equipos necesarios para realizar el análisis microbiológico. Equipos que ya han sido mencionados en este documento.

- Materiales y resultados:

Número de muestras: Se utilizaron 3 muestras para análisis microbiológicos de la harina como producto terminado de la deshidratación del plátano.

Las muestras de harinas de plátanos utilizadas para el análisis microbiológico de dos semanas de empaçado, no presentaron presencia de coliformes totales ni fecales, ni crecimiento de mohos ni levaduras.

Medios de cultivo: Se utilizaron agar MB y Mac Conkey como medios (selectivos) que permiten el crecimiento de un tipo de microorganismos determinado sin llegar a inhibir totalmente el crecimiento de los demás.

Como medios diferenciales que ponen de manifiesto propiedades que un determinado tipo de microorganismo posee. 0 coliformes totales y fecales; además medios diferenciales como agar sangre y agar recuento en placa para mohos y levaduras.

#### Recuento en placa:

Método:

Diluciones: Se realizaron diluciones seriadas en 1/10;1/100; 1/1000

En una bolsa ziploc, se pesó 5 gramos de la muestra de harina de plátano y se le agregó 25 mL de solución de dextro salina (cloruro de sodio 0.9% más glucosa 0.5%).

Se deja en reposo por 10 minutos hasta que sedimentara.

En nueve (9) tubos de ensayo, se le vertió 9 mL de solución dextro salina.

Se rotuló tres tubos de ensayos para la primera muestra, tres tubos de ensayo para la segunda muestra y tres tubos de ensayo para la tercera muestra.

De la primera muestra de la bolsa de ziploc se transfiere 1ml de solución y se vertió al primer tubo de ensayo y, luego, se homogeniza en una Vortex.

Se transfiere 1ml de la muestra diluida del primer tubo de ensayo y se transfiere 1ml al centro del plato Petri y se vierte el agar, realizando giros suavemente a las manecillas del reloj y en sentido contrario para distribuir la muestra.

Se transfiere 1ml del primer tubo de ensayo y se agrega al segundo tubo como dilución 10-2 y se homogeniza en la Vortex.

Del segundo tubo de ensayo de la muestra diluida se transfiere 1ml al centro del plato Petri y se vierte el agar, se realizan giros a la izquierda y la derecha suavemente para distribuir el agar con 1 ml de la muestra.

Del segundo tubo de ensayo se transfiere 1ml de la solución y se agrega 1ml al tercer tubo de ensayo como dilución 10-3.

Se homogeniza en la centrifuga Vortex y se toma 1ml para agregar al centro del plato Petri y verter el agar.

Se repite el mismo procedimiento de la muestra dos y muestra tres realizando las diluciones 10-1; 10-2;10-3 en los tubos de ensayos y vertido en el plato Petri. Se incubo a 37 °C de 24 a 48 horas.

#### Agar sangre:

##### Método:

En tres platos Petri se rotularon como muestra 1, muestra 2, muestra 3.

De la muestra 1 se toma de la superficie de la solución con un hisopo, ya humedecido se realiza el rayado en el plato Petri.

La muestra 2 se toma de la superficie de la solución con un hisopo y se humedece y se realiza el rayado en el plato Petri.

Así se realiza con la muestra 3.

Llevando a una cámara de incubación por 24 a 48 horas a 37° C.

#### Agar EMB:

Método:

Se vertió en tres platos Petri rotulados como muestra 1, 2 y 3 se vertió el agar y se dejó solidificar.

Se tomo de la muestra 1 del tubo de ensayo humedeciendo con un hisopo para realizar el rayado en el plato Petri.

Se repite el procedimiento con la muestra 2 y la muestra 3.

Otro procedimiento, fue agregar una cantidad que cubriera la superficie del plato; y, esperar que solidifique para realizar el rayado con un hisopo en el orden de las muestras de las bolsas ziploc y de las muestras respectivamente rotuladas.

#### Agar MacConkey

Método:

En tres platos Petri rotulados como muestra 1, 2 y 3 se vertió el agar MacConkey y se dejó solidificar.

Se tomo de la muestra 1, humedeciendo con un hisopo para realizar el rayado en el plato Petri.

Se repite el mismo procedimiento con la muestra 2 y la muestra 3.

**Tabla 1.** *Resultados microbiológicos de muestras de harina de plátano deshidratada*

Medios de cultivos	Resultados	Identificación de microorganismos
Recuento en placa	Ausencia	Bacteria, Mohos y levaduras
Agar sangre	Ausencia	Coliformes Fecales
Agar EMB	Ausencia	Enterobacterias - (E. Coli)
Agar MacConkey	Ausencia	Enterobacter -Coliformes Fecales

Fuente: Castillo Vigil, 2022

- Caracterización microbiológica de la harina de plátano:

El medio de cultivo es el soporte sobre el cual crece la colonia a partir de una célula o de una muestra celular. Obviamente, una serie de requisitos deben ser cumplidos por el medio de cultivo para ser útiles en el laboratorio de análisis microbiológico. Los requisitos son: debe ser relativamente reproducible (aunque los medios naturales pueden variar de un lote a otro, por lo que se incluye el término de relatividad en el concepto), deben ser accesibles de acuerdo con el trabajo que se realizará, deben ser regulares en su constitución, no deben ser tóxicos por encima de un nivel de seguridad aceptable.

En esta investigación se usó los medios EMB y McConkey que poseen las siguientes características, al respecto, Koneman (2006) nos dice que

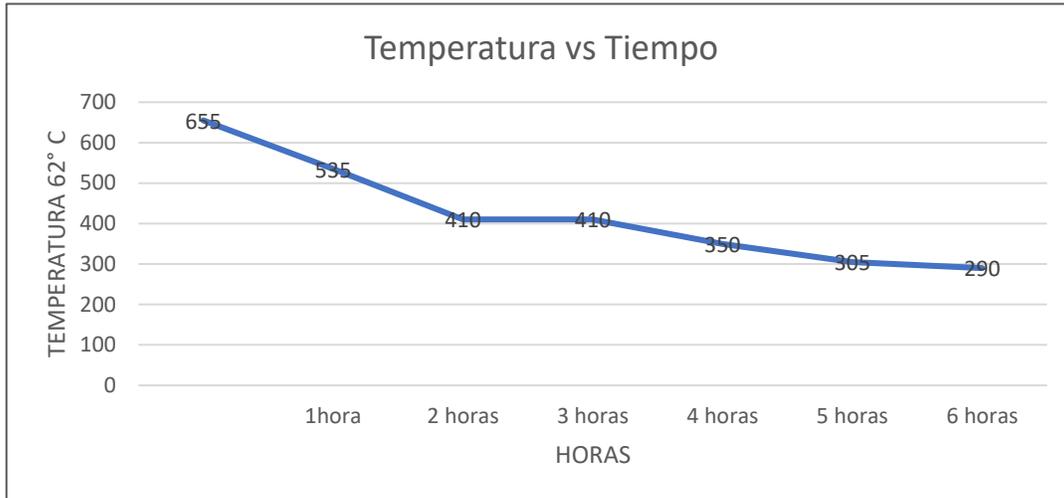
el EMB (Eosine – Metilene Blue): Es un medio de siembra diferencial que se puede usar en lugar del agar de MacConkey para el aislamiento o la detección de Enterobacteriaceae o bacilos coliformes relacionados a partir de muestras con bacterias mixtas. Los colorantes anilínicos (eosina y azul de metileno) inhiben a las bacterias grampositivas y gramnegativas con requerimientos nutricionales especiales. Cuando el EMB solo tiene

lactosa, da reacciones más en paralelo con el agar de MacConkey, y también detecta fermentadores de lactosa. Este medio inhibe el desarrollo de Gram positivos por la presencia de altas concentraciones de violeta cristal. (en el cual E. coli crece desarrollando un color magenta marcado mientras que Enterobacter produce colonias blancas rosáceas). p.112

#### 4-1 Tablas de datos

##### Características físico-químicas del secado

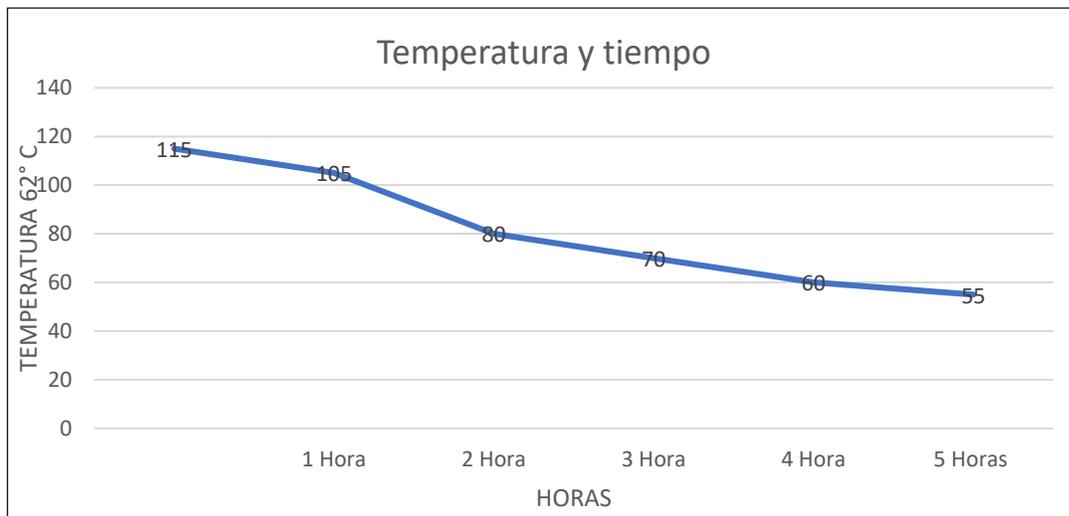
Gráfica 2. Deshidratación, muestra de 5 plátanos



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Comportamiento de secado de cinco plátanos pequeños.

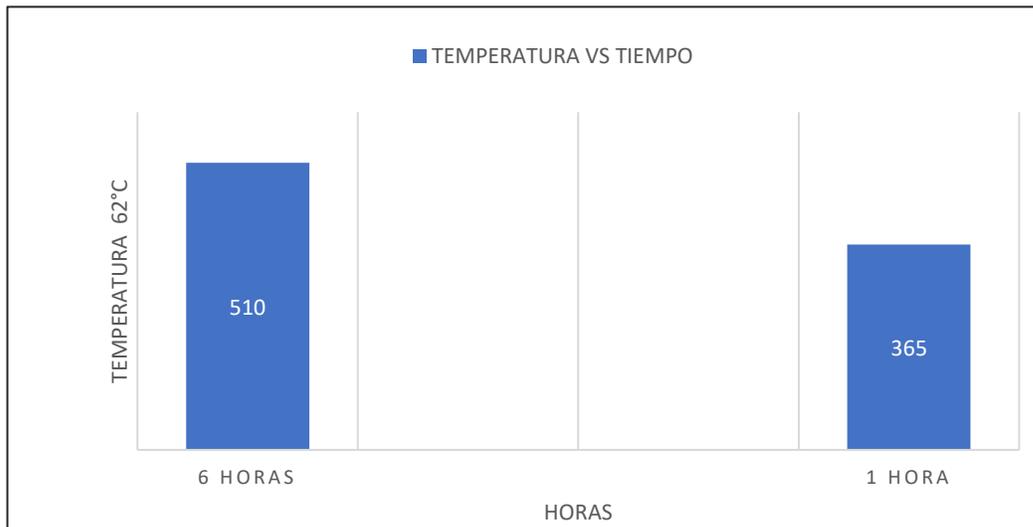
Gráfica 3. Deshidratación, muestra de 1 plátano



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Comportamiento de secado de un plátano mediano

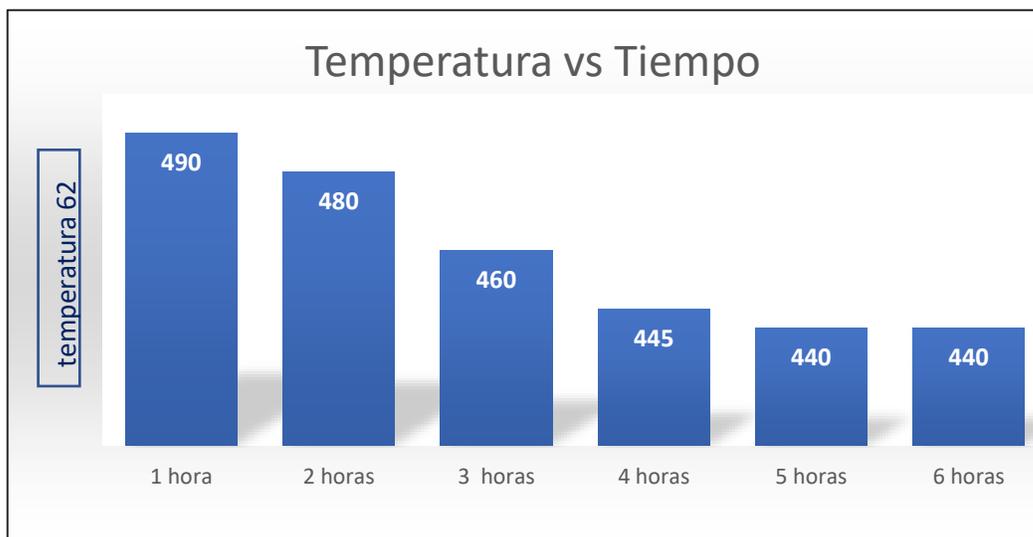
Gráfica 4. Secado de la muestra de 3 plátanos medianos



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Comportamiento de secado de inicio y final.

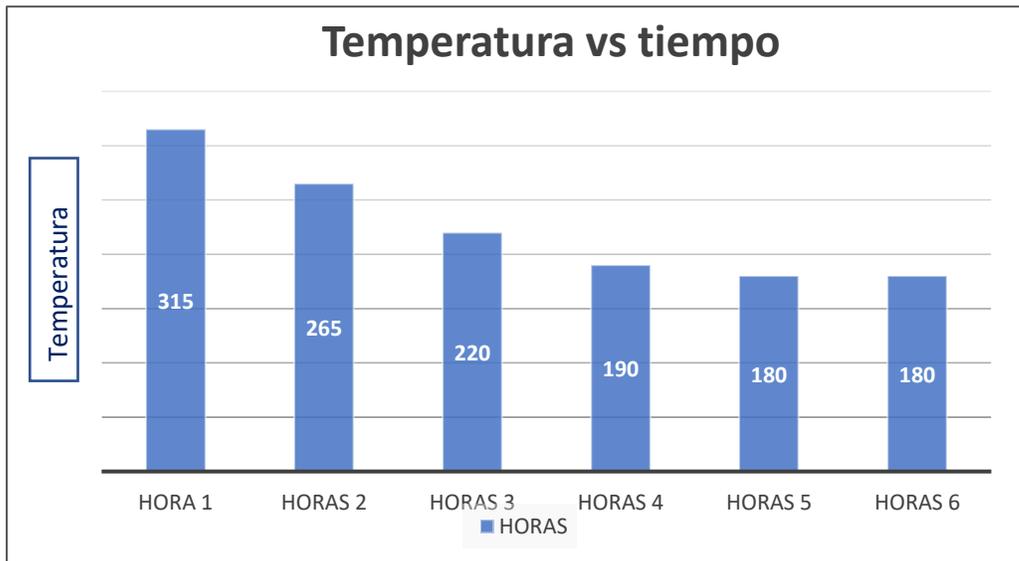
Gráfica 5. Secado de la muestra de plátano 4



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Muestra de escala del secado del plátano

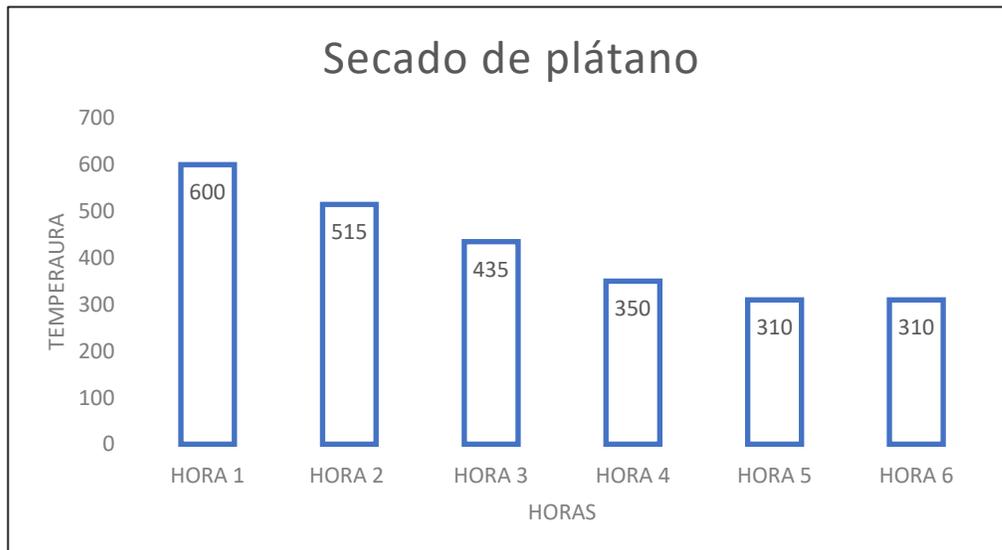
Gráfica 6. Secado de la muestra de plátano



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Comportamiento de perdida de humedad de 3 muestras de plátanos

Gráfica 7. Secado de plátano (4 plátanos)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Disminución del porcentaje en proporcionalidad a las horas de secado.

## Conclusiones:

- 1- Se logró obtener harina a partir de plátano. La deshidratación del plátano se llevó a cabo a través de un tratamiento térmico, tratamiento ininterrumpido por seis horas. La temperatura fue constante a 62 °C (135 °F). Las muestras tenían un grosor de 3 a 4mm. Las muestras estuvieron ventiladas entre una y otra. Sin olvidar la circulación de aire que facilitó la extracción de la humedad. Transcurridas las seis horas, se procedió a molerla con un molidor manual. Por último, se realizó un cernido a 0.5 mm. Esta fase de cernido se hizo dos veces para incrementar la producción de harina.
- 2- Se elaboraron tortillas y galletas con harina de plátano. Estos productos responden a una alternativa para la población celiaca. Población que según FUCEPA alcanza los 40 000 celíacos. La materia prima de estos productos (tortillas y galletas) no contiene gluten, pero es altamente nutritiva, además beneficia el tránsito intestinal gracias a su almidón resistente; también, ayuda a controlar la diabetes y la obesidad.  
  
La harina de plátano y estos dos subproductos responden a la nueva tendencia de consumidores que gustan de alimentos sanos sin preservantes y de fácil mercadeo. Este mercado se potencia con la comercialización digital que alcanza diferentes clientes alrededor del mundo
- 3- La propuesta de la harina de plátano vislumbra escenarios agro-industriales: un sustituto para personas intolerantes al gluten, y, también responde a las tendencias mundiales en cuanto al abastecimiento de ingredientes y alimentos que están en boga.
- 4- La cartera de exportación aumenta con la revolución de la comercialización -compras por internet- que resultan ser una vitrina para la harina de plátano. Ya que, la producción de

harina de plátano es garante de la seguridad alimentaria. Es una respuesta contra la desnutrición; por sus propiedades: nutritivas. Las propiedades nutritivas comprenden fibras, vitaminas, niacinas y proteínas. También tiene propiedades químicas que comprenden la presencia de hierro, fosforo, potasio, zinc, calcio, magnesio, selenio, sodio y carbohidratos. La presencia de estos componentes nutritivos y químicos despiertan el interés por la producción y procesamiento del plátano para la obtención de harina y subproductos.

- 5- El almidón resistente por ser difícilmente hidrolizado se convierte en fibra; además, este almidón favorece la flora intestinal. Esa calidad de prebiótico de seguro que será muy valorada por el mercado local e internacional.
- 6- La harina de plátano por el Aw que posee no necesita sustancias conservantes, ubicándolo como un alimento orgánico. Estos niveles bajos en la actividad del agua no van a permitir el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras.

#### Recomendaciones:

- 1- Para aumentar la variedad de productos y el valor nutricional, se podría combinar la harina de plátano con otras harinas sin gluten, ya mencionadas.
- 2- Uno de cada seis niños en Panamá es alcanzado por la desnutrición grave. La harina de plátano impone la elaboración de una fórmula para responder a esta inseguridad alimentaria.
- 3- Fomentar programas para establecer en más áreas rurales y en huertos caseros el cultivo del plátano en virtud de su estable comercialización; y, el evidente potencial de la harina de plátano en el aspecto nutricional, en la agroindustrial y como alimento alternativo para los celíacos.

- 4- En virtud de las tendencias internacionales, ha crecido el gusto por productos artesanales. Estos productos demandan ciertos ingredientes que potencian la producción de harina de plátano para su procesamiento. Realidad que sugiere un estudio de factibilidad para fomentar la producción hacia nuevos mercados.
  
- 5- La UNACHI, a través de la VIEX debiera dar a conocer a la fundación de celíacos de Panamá (FUCEPA) los alcances acerca de esta investigación. Pues, según las estadísticas mundiales, la población celíaca de un país es de alrededor del 1% de la población general. Por lo tanto, en Panamá deben de haber alrededor de 40,000 celíacos.

## Referencia

Becerra Campiño, Julio Jairo y otros (2019). Manual técnico para la producción de semilla de plátano Hartón Llanero en los Llanos Orientales. Colombia:

<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/40/36/519-2>.

Vásquez, Clotilde; Cos Blanco, Ana Isabel y López Nomdedeu, Consuelo. (2019). Manual técnico para la producción de semilla de plátano Hartón llanero en Los Llanos Orientales.

Colombia:

[Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico - Google Libros](#)

[Almidón resistente: qué es, alimentos y cómo convertirlo en prebiótico \(marca.com\)](#)

Barrios Pineda, Luis Felipe Obdulio. 2017. Tesis: Determinación cuantitativa del contenido energético y de macro nutrientes de dos harinas elaboradas con pulpa y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), en Mazatenango, Suchitepéquez. Universidad San Carlos Guatemala.

Bethancourt, Cristhian Fernando. 2021. Guía educativa, producción de harina de plátano. DT Global. Putumayo.

Borbolla, C. (2017). Logos Boletín Científico de la escuela preparatoria No. 2. En A.

Lámbarri,

Buenas prácticas de manufactura

C. Vásquez; A.I. de Cos; C. López Nomdedeu. 2005. Alimentación y nutrición. 2<sup>da</sup> edición.

Buenos Aires: Diaz de Santos.

Cantillo, V. (11 de Diciembre de 2010). [https://idoc.pub/documents/origen-e-historia-del-](https://idoc.pub/documents/origen-e-historia-del-platano-musa-dvlrrdoo5j1z)

[platano-musa-dvlrrdoo5j1z](https://idoc.pub/documents/origen-e-historia-del-platano-musa-dvlrrdoo5j1z).

Obtenido

de

<https://www.bing.com/search?q=origen+historia+del+platano+verde&qs=n&form=QB>

[RE&msbrank=6\\_6\\_\\_0&sp=-1&pq=origen+historia+del+platano+verde&sc=6-3:](https://www.bing.com/search?q=origen+historia+del+platano+verde&sc=6-3:RE&msbrank=6_6__0&sp=-1&pq=origen+historia+del+platano+verde&sc=6-3:)

<https://idoc.pub/documents/origen-e-historia-del-platano-musa-dvlrrdoo5jlz>

Carrillo-Carrillo, M. C.-A.-J. (2019). Deshidratación de plátano (*Musa paradisiaca*) por medio de radiación solar en un secador directo. *Revista de Sistemas Experimentales*, 19-23.

Carvajal García Marcela; Arango Zuluaga, Paula; Ocampo López, Olga; Ocampo López, Olga y Duque Gómez, Daniela. 2019. Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. *Apuntes del Cenes*, vol. 38, núm. 68, pp. 113-148, 2019.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Recepción: 05 septiembre

2018. Aprobación: 30 abril 2019. <https://www.redalyc.org/journal/4795/479563309005/html/>

Catalina Ortiza, R. V. (3 de jun de 2017). Enfermedad celíaca, sensibilidad no celíaca al gluten y alergia al trigo: comparación de patologías diferentes gatilladas por un mismo alimento. Obtenido de *Revista chilena de pediatría*:

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062017000300017](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062017000300017)

[Crecimiento microbiano \(usal.es\)](https://www.usal.es)

Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa Cavendish*) y banana verde (*Musa Paradisiaca*). Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Bioquímica y Farmacia, Cochabamba – Bolivia

Dergal, B. (2006). *Bioquímica de los Alimentos*. México: Addison Wesley.

DOI: <https://doi.org/10.19053/01203053.v38.n68.2019.8383>

El Siglo, martes 2 de mayo de 2017 Emilia Zeballos ([ezeballos@elsiglo.com.pa](mailto:ezeballos@elsiglo.com.pa))

<file:///C:/Users/salom/Downloads/ArticuloPlatano.pdf>

Fitia. (s.f.). <https://fitia.app/calorias-informacion-nutricional/platano-verde-11491/>. Obtenido de <https://www.bing.com/search?q=tablas+de+valor+nutricional+del+platano+verde&qs=n&form=QBRE&sp=-1&pq=tablas+de+valor+nutricional+del+platano+verde&sc=6-45&sk=&cvid=3140A7AB620F4B6ABC9ADDDB046FF07F4&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=&ntref=1>: <https://fitia.app/calorias-informacion-nutricional/platano-verde-11491/>

Fuente: Cuídate. Almidón resistente: qué es, alimentos y cómo convertirlo en prebiótico.

García Estrada, Juan; Sánchez Zaragoza, Gabriel y González Palomares, Salvador. (2021). Harina de plátano (*Musa Paradisiaca*): Su uso potencial como ingrediente para la elaboración de frituras. ISSN: 2007-7550. Año 8, Núm. 3, 2021. Reaxión, Ciencia y Tecnología Universitaria XXIV. <file:///C:/Users/salom/Downloads/ArticuloPlatano.pdf>

Grillpazer Marion. 2009. Tabla de índice glucémico de los alimentos. Barcelona: Hispano Europea

Hernández Rodríguez, Manuel · 2022. Tratado de Nutrición. Madrid: Diaz Santos.

García-Manzo. (mayo de 2011). Elaboración de un plan haccp para el proceso de deshidratacion de frutas para exportacion en la organizacion alimentos campestres s.a. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2881.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2881.pdf).

Gensa. S.f. Descripción varietal plátano Curare Enano, Gensa.

[Honduras manual-de-produccion-de-platano\\_05\\_07-copia.pdf](#)

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/7891/1/TESIS%20%20%20-20%20%20%20LUIS%20BARRIOS.pdf>

<https://doi.org/10.19053/01203053.v38.n68.2019.8383>

<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/40/36/519-2>.

<https://vdocuments.site/descripcion-varietal-platano-curare-enano-gensacomsvpdfcurare-enanopdf.html?page=2>. (31 de mayo de 2018). Obtenido de [es.scribd.com/document/380685837/Curare-Enano-pdf](https://es.scribd.com/document/380685837/Curare-Enano-pdf)

<https://www.blogger.com/profile/05928127228526635115>. (octubre de 2010). obtenido de [https://www.bing.com/search?q=origen+historia+del+platano+verde+en+panama&qsn&form=qbre&msbsrank=6\\_6\\_\\_0&sp=-1&pq=origen+historia+del+platano+verde+en+panama&sc=6-43&sk=&cvid=14c68cfe98ac46ce87ac8bc1d9b429a3&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=&ntrf=1](https://www.bing.com/search?q=origen+historia+del+platano+verde+en+panama&qsn&form=qbre&msbsrank=6_6__0&sp=-1&pq=origen+historia+del+platano+verde+en+panama&sc=6-43&sk=&cvid=14c68cfe98ac46ce87ac8bc1d9b429a3&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=&ntrf=1): <https://ecuaplatano.blogspot.com/p/historia-del-platano.html>

[https://www.fondoeuropeoparalapaz.eu/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/05/cartilla-de-platano\\_compressed.pdf](https://www.fondoeuropeoparalapaz.eu/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2021/05/cartilla-de-platano_compressed.pdf)

<https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/frutos-climatericos-y-no-climatericos> - Información propiedad intelectual de **INTAGRI S.C.**, Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial

<https://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html>

<https://www.redalyc.org/journal/4795/479563309005/html/>

<https://www.redalyc.org/journal/4795/479563309005/html/>

<https://www.redalyc.org/journal/4795/479563309005/html/>

Huanca Choque, Romelia Silvia y Quispe Cori Irma Herminia. 2019. Proyecto de grado: Producto Harina de plátano. Universidad Mayor de San Andrés- La Paz, Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21467/proyecto%20harina%20de%20platano%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Icfes-Colciencias. (8 de JUNIO de 1981).

[https://books.google.com.pa/books?id=qwgqaaaayaaj&pg=pa32&dq=deshidratacion+en+alimentos&hl=es-](https://books.google.com.pa/books?id=qwgqaaaayaaj&pg=pa32&dq=deshidratacion+en+alimentos&hl=es-419&sa=x&ved=2ahukewim_pov0q37ahu0ztabhsn0ddcq6af6bagheai)

419&sa=x&ved=2ahukewim\_pov0q37ahu0ztabhsn0ddcq6af6bagheai. obtenido de <https://www.iica.int/es>:

[https://books.google.com.pa/books?id=qwgqaaaayaaj&pg=pa32&dq=deshidratacion+en+alimentos&hl=es-](https://books.google.com.pa/books?id=qwgqaaaayaaj&pg=pa32&dq=deshidratacion+en+alimentos&hl=es-419&sa=x&ved=2ahukewim_pov0q37ahu0ztabhsn0ddcq6af6bagheai#v=onepage&q=deshidratacion%20en%20alimentos&f=false)

419&sa=x&ved=2ahukewim\_pov0q37ahu0ztabhsn0ddcq6af6bagheai#v=onepage&q=deshidratacion%20en%20alimentos&f=false

Informe-Especial-Cifras-del-Comercio-Exterior-Boliviano-1er-Semestre-2022.pdf.

Irene, G. G. (2018). : Plan de negocios para la producción y comercialización de harina de plátano. Quito:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29310/1/Tesis%20Harina%20de%20Pl%20C3%A1tano%20Guilcapi%26Salazar.pdf>.

Koneman, Elmer w. Allen Stephen. 2006. Diagnóstico microbiológico. Sexta edición. Buenos Aires: Editorial Panamericana

Lardizabal, Ricardo. (2007). Manual de producción de plátano de alta densidad. MCA-Honduras/EDA. Mayo 2007.

Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<https://www.redalyc.org/journal/4795/479563309005/html/>

Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. Apuntes del Cenec, vol. 38, núm. 68, pp. 113-148, 2019. Universidad Pedagógica y

Tecnológica de Colombia (UPTC). Recepción: 05 septiembre 2018.

Aprobación: 30 abril 2019

Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. 2017.

Economía Regional. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Logos Boletín Científico de la escuela preparatoria No.2. Campo de Tiro, Pachuca de Soto, Hidalgo.

[Los Principales Productores De Plátano Del Mundo | 2023 \(ripleybelieves.com\)](https://www.ripleybelieves.com)

Lowe, Karen. 2023. Los Principales Productores De Plátano Del Mundo.

Marcelino, L. (2012). Iddiap. Obtenido de Manual técnico, El cultivo de Platano (Musa paradisiaca L.) en Panamá: <https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/05B386D2-5BCD-A52D-6097-F853803CC619/attachments/205364/Cultivo%20de%20platano%20musa%20paradisiaca.pdf>

Marcelino, Leonardo, González, Vilma y Ríos Domingo. IIDIAP, 2012, Manual técnico, el cultivo del plátano -Musa paradisiaca L.- en Panamá.

Mateo, Pedro F. s.f. Crecimiento Microbiano. Departamento de microbiología y genética. Facultad de Farmacia. Universidad Salamanca

Michelis, O. (s.f.). Deshidratación y Desecado de frutas, Hortalizas y Hongos. . Comahue: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cartilla\\_secado.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf).

MIDA. (2020-2024). proyección de la oferta exportable . [https://intelcom.gob.pa/doc/otros/informe\\_oferta\\_exportable\\_mida.pdf](https://intelcom.gob.pa/doc/otros/informe_oferta_exportable_mida.pdf): informe\_oferta\_exportable\_mida.

Navarro, M.H.-C. (Marzo-de-2007).

<https://storage.googleapis.com/portalfruticola/2017/07/Manual-de-Procesamiento-de-furtas-y-vegetales-deshidratados.pdf>. Obtenido de Manual de Procesamiento de frutas.

nova, A. (2022). Cultivo de Platano ( I parte). Panamá: infoAgro.com.

Plátano, una de las frutas que más se produce y se consume en el país - El Siglo

Revista REAXXION, Ciencia y tecnología universitaria, XXIV, ISSN: 2007-7750, Año 8, Número 3, 2021

Reyes, G. (junio de 2013). Proyecto de Inversion para la deshidratacion de Platano. Obtenido de

<https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/784/proyecto%20de%20inversion%20para%20la%20deshidratacion%20de%20platanol.pdf?>

Rivera-Quixchan1, J. M. (2018). Componentes prebióticos del plátano: fibra dietética y almidón resistente. Revista Iberoamericana de Ciencias, 1-11.

Rodríguez Álvarez. (2022). biotecnología. Bolivia:

<https://ibce.org.bo/images/publicaciones/ie-1->

Sáenz, Carmen. 2006. Utilización agroindustrial del Nopal. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Roma.

Salas Salvadó, Jodi. 2019. Nutrición y dietética clínica, cuarta edición. Barcelona: Elsevier.

Soto Azurduy, Vania Soraya. 5-12-2010. Revista Boliviana de Química, volumen 27, No. 2010.

Stacy Simon. Traducción por Contextglobal. (s,f.). ¿Debe evitar el gluten? American Cancer Society. Instituto Nacional de la Salud.

Utilización agroindustrial del nopal - Carmen Sáenz, Horst Berger - Google Libros

[www.gensa.com.sv](http://www.gensa.com.sv)

## Anexo 1. Imágenes experimentales

**Imagen 1.** Peso inicial de la muestra 745 gramos



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Imagen 2.** Primera fase de secado (600 gramos / 1 horas)



**Fuente:** Castillo Vigil, 2022

**Imagen 3.** Segunda fase de secado (515 gramos / 2 horas)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 4.** Fase de secado (435 gramos / 3 horas)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 5.** Fase de secado (350 gramos/ 4 horas)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 6.** Fase de secado (310 gramos/ 5 horas)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 7.** Fase de secado (310 gramos / 6 horas)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 7.1.** Harina obtenida de la deshidratación del plátano



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 8.** Tamaño de la muestra de una rebanada de plátano para secado



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 8.** Tamaño de grosor utilizada para el secado(0.3mm)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 10.** Elaboración de galletas de harina de plátano



Fuente: Castillo Vigil, 2022

## Anexo 2. Imágenes de pruebas microbiológicas

**Imagen 11.** Preparación de las muestras para los cultivos.



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 12.** Muestra de Agar para cultivo



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 13.** Sembrado de Agar MacConkey y Agar Sangre



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 14.** Calentado del Agar MacConkey



Fuente: Castillo Vigil, 2022

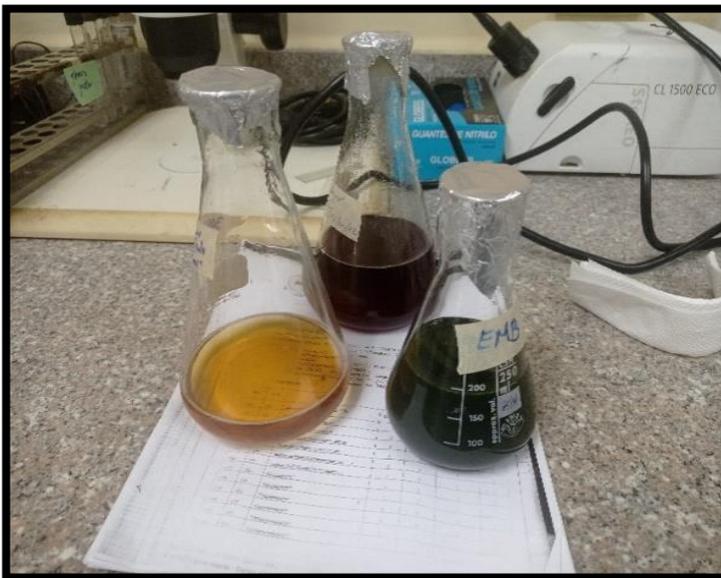
Nota: el agar se calienta en la plancha para diluir y luego verter en los platos Petri para el respectivo sembrado.

**Imagen 15.** Pesado de 5 gramos de muestra de harina de plátano



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 16.** Agares utilizados para siembra de cultivos



Fuente: Castillo Vigil, 2022

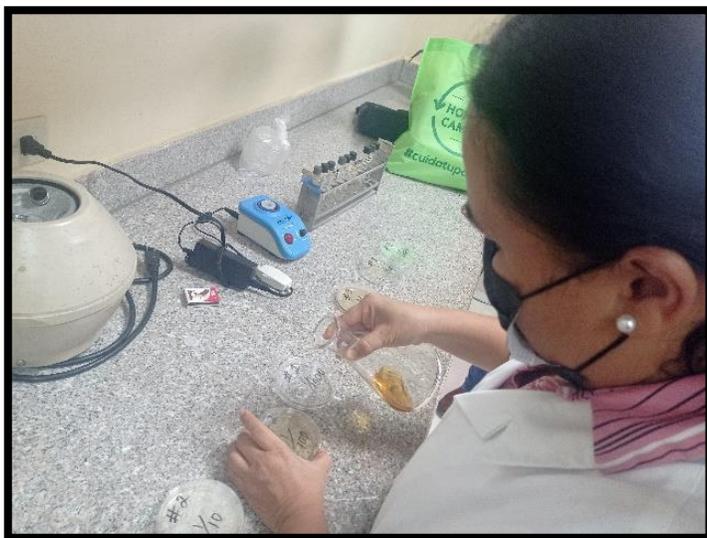
**Imagen 17.** Preparación de las diluciones en tubos de ensayos



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: en las gradillas se prepararon las diluciones 1/10 ;1 /100; 1 / 1000.

**Imagen 18.** Se vertió el agar para recuento en 1ml de la muestra de la dilución del plátano, para identificación de Enterobacteriácea (E. Coli).



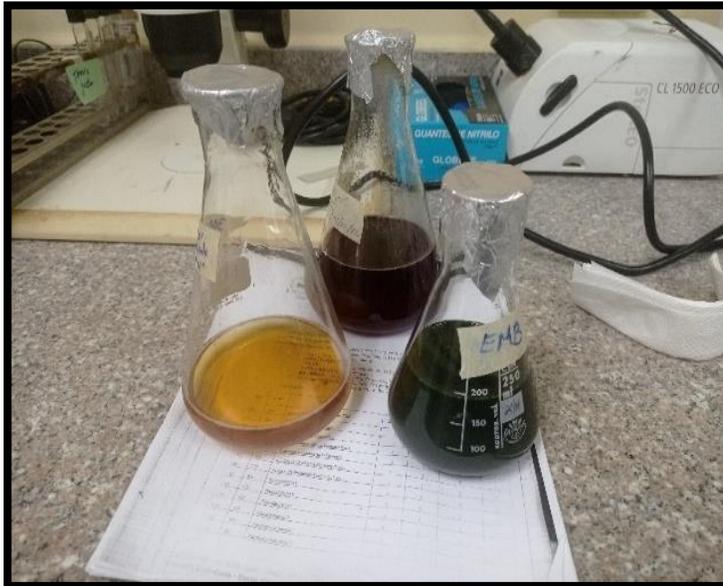
Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 19.** Mezclado de la dilución de la muestra para sembrar



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 20.** Agar de recuento, agar EMB, Agar MacConkey



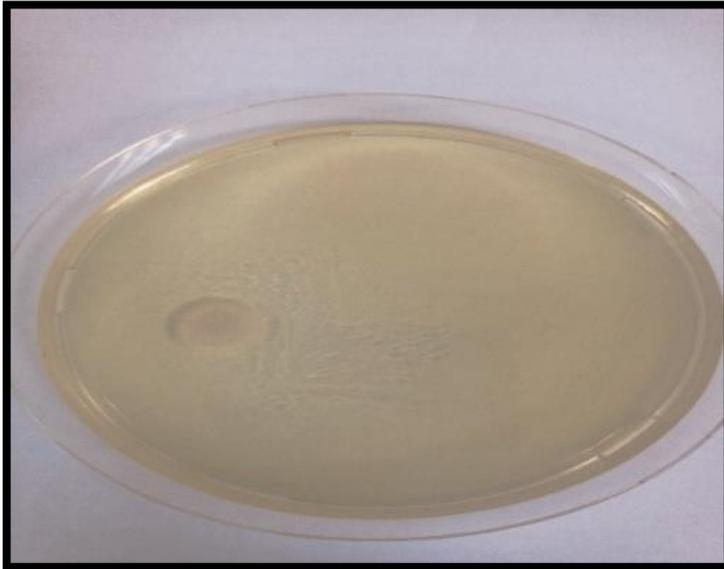
Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 21.** Verter el agar de recuento hasta cubrir la superficie y la muestra



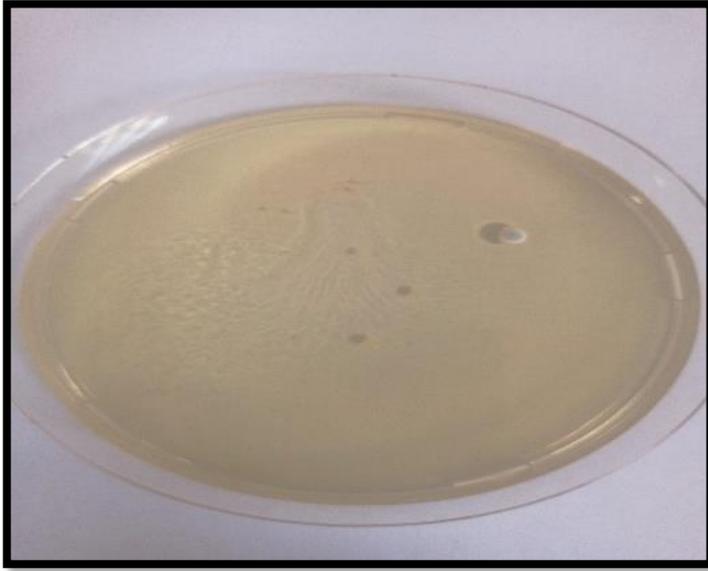
Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 22.** Cultivo negativo en dilución 1/10 Enterobacteriácea (E. Coli)



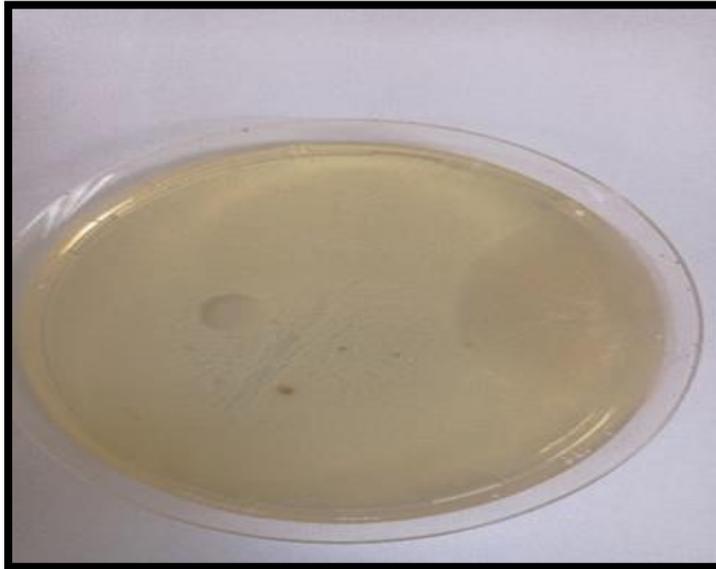
Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 23.** Cultivo negativo en dilución 1/100 Enterobacteriácea (E. Coli)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

**Imagen 24.** Cultivo negativo en dilución 1/1000 Enterobacteriácea (E. Coli)



Fuente: Castillo Vigil, 2022

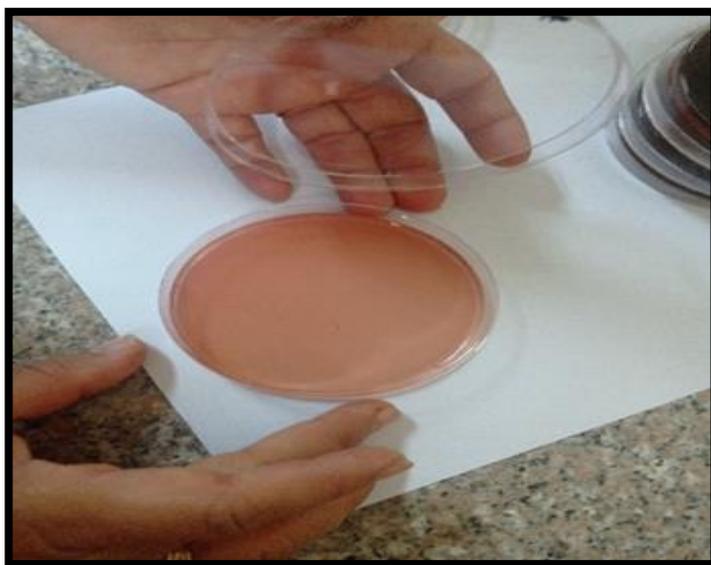
**Imagen 25.** Resultados negativos para Coliformes fecales en Agar MacConkey



Fuente: Castillo Vigil, 2022

Nota: Hubo crecimiento de MO aerobios, pero no crecieron dentro del rayado de la muestra, sino por contaminación durante la manipulación.

**Imagen 26.** No se presentó crecimiento de Coliformes Fecales en Agar Sangre.



Fuente: Castillo Vigil, 2022