

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DESARROLLO DE UNA TORTA PARA HAMBURGUESA A BASE DE CÁSCARA DE
BANANO COMO ALTERNATIVA PROTEICA**

POR:

ZAIDA DALILA RODRIGUEZ MORALES

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

**DESARROLLO DE UNA TORTA PARA HAMBURGUESA A BASE DE CÁSCARA DE
BANANO COMO ALTERNATIVA PROTEICA**

POR:

ZAIDA DALILA RODRIGUEZ MORALES

LIDIA MAGDALENA DIAZ PINEDA M.Sc.

Asesor Principal

ANTEPROYECTO DE TESIS

**ANTEPROYECTO DE TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A
LA REALIZACION DE TESIS**

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
3.1. Pregunta problema	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Proteínas Alternativas	5
4.2. Proteínas de Origen animal y vegetal	5
4.2.1. Características generales de las proteínas	6
4.3. Problemática de los residuos agroindustriales.....	7
4.3.1. Cultivos generadores de residuos	7
4.4. Banano (<i>Mussa cavendish</i>).....	9
4.5. Cáscara de banano	10
4.5.1. Composición nutricional de la cáscara banano	10
4.6. Harina de cáscara de banano	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1. Ubicación y descripción del área de estudio	12
5.2. Materiales y Equipo	12
5.3. Método.....	13

5.4.	Diseño experimental	13
5.5.	Metodología.....	14
5.5.1.	Etapa I: Procesamiento de la cáscara de banano	14
5.5.2.	Etapa II: Análisis bromatológicas, fisicoquímicas y tecnológicas de la harina de cascara de banano.....	17
5.5.3.	Etapa III: Formulación de la torta para hamburguesa.....	20
5.5.4.	Etapa IV: Análisis de la composición proximal, fisicoquímica y tecnológica de las tortas de hamburguesas (Tradicional / Alternativa).....	21
5.5.5.	Etapa V: Aceptabilidad de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano.....	21
5.5.6.	Variables respuesta.....	23
5.6.	Análisis Estadístico.....	24
VI.	PRESUPUESTO	25
VII.	CRONOGRAMA	26
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	28
IX.	ANEXOS'	31

I. INTRODUCCIÓN

El banano (*Mussa cavendish*) se destaca como uno de los cultivos más producidos y consumidos a nivel mundial, jugando un papel crucial tanto en la seguridad alimentaria como en la economía en muchos países. Sin embargo, la producción masiva de banano genera grandes cantidades de residuos, especialmente la cáscara, que representa entre 35% y el 50% del peso total del fruto (Gomes et al. 2022). Tradicionalmente, la cáscara de banano se considera un desecho sin valor, contribuyendo significativamente a los problemas ambientales debido a la eliminación ineficiente de estos residuos en vertederos. En un contexto de creciente preocupación por la sostenibilidad y la gestión de residuos agroindustriales, la reutilización de la cáscara de banano ha captado la atención de investigadores por su contenido nutritivo y funcional. Rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados, compuestos antioxidantes y potasio, la cáscara de banano presenta una oportunidad viable para transformar este subproducto en ingredientes alimentarios de valor agregado (Bishnoi et al. 2023). Esto no solo ayuda a mitigar el problema del desperdicio, sino que también puede contribuir a la creación de alternativas alimenticias innovadoras y nutritivas.

El interés en las proteínas vegetales ha aumentado significativamente debido a sus beneficios para la salud y el medio ambiente. Las proteínas de origen vegetal no solo son una fuente importante de aminoácidos esenciales, sino que también se asocian con un menor impacto ambiental en comparación con las proteínas de origen animal. Según (Jenny 2019), se recomienda que al menos el 50% del total diario de proteína en la dieta proceda de fuentes vegetales, promoviendo así una dieta equilibrada y sostenible. En este contexto, la investigación actual se enfoca en desarrollar una torta para hamburguesa a base de cáscara de banano como una alternativa proteica viable. Este enfoque busca no solo reducir el

desperdicio alimentario, sino también ofrecer una solución nutritiva que aproveche los beneficios de la cáscara de banano. El estudio evaluará tanto el potencial nutricional como las propiedades fisicoquímicas de la cáscara de banano, determinando su viabilidad como un ingrediente funcional en la formulación de productos alimenticios.

Además, se explorará cómo la incorporación de harina de cáscara de banano en la formulación de la torta puede afectar las propiedades sensoriales, la aceptación del consumidor, y la funcionalidad del producto final. Esta investigación pretende aportar una solución práctica y ecológica para la reutilización de subproductos agrícolas, con el objetivo de contribuir a un sistema alimentario más sostenible y equilibrado.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Desarrollar una torta para hamburguesa a base de cáscara de banano como alternativa proteica.

2.2.Objetivos específicos

Elaborar harina de cáscara de banano para desarrollar una torta para hamburguesas.

Desarrollar tortas para hamburguesas con diferentes concentraciones de harina de cascara de banano.

Determinar la composición proximal, fisicoquímica y tecnológica de las tortas de hamburguesas (Tradicional / Alternativa).

Evaluar la aceptabilidad de la torta para hamburguesas de cáscara de banano por medio de evaluación sensorial.

III. HIPÓTESIS

3.1.Pregunta problema

¿Es posible desarrollar una torta de hamburguesa a base de cáscara de banano que sea viable desde el punto de vista nutricional, como alternativa proteica sostenible a las hamburguesas tradicionales de carne?

Hipótesis nula (H_0): La cáscara de banano no podrá ser utilizada como base para una torta para hamburguesa como alternativa proteica.

Hipótesis alternativa (H_a): La cáscara de banano podrá ser utilizada como base para una torta para hamburguesa como alternativa proteica.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Proteínas Alternativas

La seguridad alimentaria es un asunto de suma importancia y de alerta internacional ante el incremento en la población mundial y los riesgos de no poder producir los alimentos (Bernal et al. 2020).

La creciente demanda de nuevas fuentes proteicas más sostenibles y que puedan satisfacer las necesidades de una población mundial en crecimiento -así como la existencia de grupos poblacionales que siguen dietas especiales, adaptadas a patologías, creencias sociales, creencias religiosas o consideraciones éticas- requieren del desarrollo de nuevos alimentos nutricionalmente adecuados.

La producción sostenible de alimentos proteicos representa uno de los retos más importantes para el sector agroindustrial. La tendencia de transición de la proteína de origen animal a proteínas alternativas genera nuevos retos tecnológicos y de seguridad alimentaria. La ponencia valora las diferentes fuentes de ingredientes proteicos alternativos, los retos industriales con las proteínas alternativas, y como se abordan (Gamero et al. 2021).

4.2. Proteínas de Origen animal y vegetal

La ingesta adecuada de proteínas resulta crucial para el óptimo funcionamiento del organismo. Según su fuente, las proteínas pueden ser de origen animal o vegetal. Las primeras son una excelente fuente de zinc, vitaminas del complejo B y aminoácidos

esenciales, se digieren con más facilidad y aportan todos los aminoácidos esenciales. Sin embargo, un alto consumo de proteínas de origen animal se asocia a un mayor riesgo de mortalidad y desarrollo de complicaciones para la salud cardiovascular. Aunque las proteínas de origen vegetal suelen percibirse como una fuente de proteína incompleta al contener una menor o nula cantidad de alguno de los aminoácidos limitante, es posible obtener proteínas de alta calidad mediante la combinación de fuentes vegetales. Tanto la proteína de origen animal como vegetal son ricas en péptidos funcionales que pueden actuar como factores inmunomoduladores, antitrombóticos, e hipocolesterolémicos, entre otros. La producción de proteínas vegetales implica un impacto ambiental considerablemente menor, en comparación con la producción de proteínas de origen animal. Por consiguiente, es necesario avanzar en la producción y la promoción de alternativas de alimentos, fuente de proteína vegetal, que suplan las necesidades nutricionales de la población y disminuyan el coste para el medio ambiente asociado a la producción y consumo de proteínas de origen animal (Quesada y Gómez 2019).

4.2.1. Características generales de las proteínas

Las proteínas son las macromoléculas orgánicas más abundantes en las células vivas, y en el ser humano. Se desempeñan como componentes estructurales, enzimas, hormonas, mensajeros, transportadores y componentes del sistema inmune, entre otras. Están construidas a partir un mismo conjunto de 20 aminoácidos, de los cuales nueve no pueden ser sintetizados en el organismo, por lo que se les considera aminoácidos esenciales.

Diversos estudios, incluyendo aquellos realizados en modelos animales, han demostrado que las proteínas tienen la capacidad de complementarse entre sí, por lo que en la actualidad, los complementos de proteínas vegetales son consideradas una opción saludable que permite alcanzar las recomendaciones de ingesta establecidas para este macronutriente (Richter et al. 2015).

4.3.Problemática de los residuos agroindustriales

Según (Quevedo 2013), la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define a la agroindustria como el conjunto de actividades manufactureras a través, de las cuales se generan diversos productos a partir materias primas provenientes de la actividad agropecuaria. Es decir, la agroindustria consiste en transformar materias primas de origen animal o vegetal en artículos con valor agregado mediante una serie de procesos industriales.

Según (Aguiar et al. 2022), las industrias que procesan frutas generan residuos como hojas, semillas, cáscaras, estopa, vástago, que, al no darles un adecuado tratamiento, se convierten en fuente de contaminación ambiental y en un problema económico por los costos para realizar la disposición final.

4.3.1. Cultivos generadores de residuos

Los desechos sólidos son los residuos que se generan debido a las actividades humanas, los que generalmente se desechan como inútiles. Se obtienen como un subproducto de las actividades comerciales, industriales o agrícolas, y por lo general son una gran fuente de contaminación, por lo que actualmente se buscan alternativas de usos de estos residuos (Kadirvelu et, al., 2003).

Las generaciones de residuos en los procesos de producción agrícola son notorias, algunas plantaciones aportan más, otras menos, pero en este caso en específico nos referiremos a las bananeras. Al comentar sobre residuos sólidos, nos referimos, a todo producto residual generado por determinada actividad, ya sea por la intervención directa del hombre o por las actividades desarrolladas por otros organismos vivos. Los residuos han existido siempre, pero desde el mismo momento en que comienzan a acumularse en el medio ambiente ya sea por la velocidad con la que se generan, como por la naturaleza química de estos, hace que se

dificulte su descomposición e incorporación a los ciclos naturales, comenzando a ser un problema ambiental (García Batista et al. 2020).

Cada año se producen más de 114 millones de toneladas métricas de banano. La cáscara, que representa aproximadamente un tercio del peso de la fruta, se desecha comúnmente como desperdicio en la industria alimentaria. Durante siglos, la cáscara ha sido apreciada por su potencial para curar una gran cantidad de dolencias. Este subproducto contiene una gran concentración de compuestos con potentes antioxidantes vinculados a varios beneficios para la salud (Putra et al. 2022).

La producción mundial de alimentos debe aumentar en un 60 % para 2050 para satisfacer las necesidades de la población; sin embargo, si se continúa con el tipo de producción actual (lineal) en lugar de una economía circular, se generará una mayor cantidad de residuos agroindustriales (RAI). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 1,300 millones de toneladas de los alimentos producidos son desechados anualmente a nivel mundial, lo que significa pérdidas del 30%, por lo que tales alimentos se convierten entonces en materia prima subutilizada y que podrían ser consumidos. Cuando no reciben un segundo uso, los residuos agroindustriales se convierten en problemas ambientales, económicos, de seguridad alimentaria y sostenibilidad, que comprometen la alimentación y salud de las poblaciones más vulnerables, debido a que estos restos generalmente terminan en vertederos.

Las evidencias indican que los residuos agroindustriales son, en general, fuentes de nutrientes y compuestos fenólicos, con porcentajes de recuperación superiores al 50%, como en el caso de las fibras. Esto sugiere su potencial para ser aplicados en la producción de alimentos, debido también a sus características tecnofuncionales, entre las que destacan su capacidad gelificante, emulsificante, estabilizante y espesante, así como su utilización como biomasa para la producción de proteína (Salazar-López et al. 2023).

Muchos de estos subproductos, provenientes del arroz, café, trigo, banano, caña de azúcar, cítricos, piña y yuca, son contaminantes, debido a que no se le está dando un buen uso a través de técnicas adecuadas de manejo. Por mucho tiempo, en la explotación industrial del banano, la mayoría de los residuos de frutas no aprovechables han sido lanzados a las vías, laderas y ríos (Castro Ramírez 1974).

Los residuos de cáscara de banano son una fuente rica en fibra, potasio y otros nutrientes, por lo que tienen un gran potencial para ser valorizados y utilizados en diversas aplicaciones, como la producción de biocombustibles, biomateriales, alimentos funcionales y piensos para animales (Serna-Jiménez et al. 2021).

4.4. Banano (*Musa cavendish*)

El banano es la segunda fruta más producida en el mundo, representando el 16 por ciento de la producción total de fruta en todo el mundo (Pathak et al. 2017). Existen más de 1 000 variedades de bananos en el mundo, que proporcionan nutrientes vitales a las poblaciones de los países productores e importadores. La variedad más comercializada es el banano Cavendish, que representa poco menos de la mitad de la producción mundial, con un volumen de producción anual estimado en 50 millones de toneladas. El banano es especialmente importante en algunos de los países menos desarrollados y de renta baja con déficit alimentario, donde puede contribuir no sólo a la seguridad alimentaria de los hogares como alimento básico, sino también a la generación de renta como cultivo comercial (FAO, 2023).

Existen variedades de bananos de acuerdo a su forma, color y sabor. Según la FAO, el banano más cultivado y consumido es el Cavendish, un banano dulce y sin semillas. Es un alimento rico en potasio, vitamina B6 y ácido fólico. Su consumo es ideal para quienes realizan actividades físicas, además puede ayudar a quienes sufren de colesterol alto o problemas de digestión, gracias a su alto contenido de fibra y proteínas

4.5.Cáscara de banano

Cerca del 95 por ciento de los residuos que se generan del plátano no son aprovechados eficientemente por el cultivador, ya que su producción la enfoca en la comercialización o como opción alimenticia para el hogar, por lo que después de usar el fruto destina lo restante a abono para la cosecha. Según (Cardona 2009).

La cáscara de plátano tiene potencial para ser incorporada como un ingrediente funcional debido a su alto contenido de fibra dietética y proteínas con una variación de 20 a 50% según sea la variedad, material y proceso de obtención. El procesamiento o consumo de la fruta de banano generó alrededor del 30-40 % de la cáscara (El Barnossi et al. 2021)

En los últimos años se ha estudiado la composición de la cáscara de plátano y la harina a partir de ella, para el aprovechamiento de sus principales componentes como lo es la fibra dietética y las proteínas. Se han realizado investigaciones para incorporar la harina de cáscara de plátano en productos de consumo humano como arepas, pan y pastas. La comercialización de banano podría ser doblemente aprovechada: económicamente para el consumo con fines nutricionales e industriales, aprovechando la disponibilidad potencial de varios compuestos naturales incorporados en los subproductos de la fruta (por ejemplo de la cáscara) y a los cuales se generan en la etapa del cultivo (hojas, tronco, brácteas, raíces) (Pilco et al. 2018).

4.5.1. Composición nutricional de la cáscara banano

La cáscara del plátano posee gran cantidad de fibra dietética, aminoácidos esenciales, proteínas, potasio y ácidos grasos poliinsaturados, de igual forma se han obtenido de estos elementos como proteínas, etanol, metanol, enzimas, pectinas y carbón vegetal. Se examina que la cáscara del plátano es una fuente de sustancias antioxidantes, antimicrobianas y fitoquímicos con capacidad de reaccionar en contra de radicales libres (Blasco & Gómez, 2014).

Tabla 1: Composición química de la cáscara de banano

Componentes	Cáscara de banano
% Humedad	95.66
% Proteína cruda	4.77
% Fibra cruda	11.95
Energía bruta, Kcal	4,592
% Calcio	0,36
%Fosforo	0,23
% Ceniza	14.58

La cáscara de banano como ingrediente puede aportar una alta cantidad de energía bruta, que se puede atribuir a la cantidad de biomoléculas presentes en la cáscara (C, H, O, N, P, S) (Meza et al. 2020).

4.6.Harina de cáscara de banano

La cáscara de banano es considerada como producto de desecho agroindustrial, posee una mayor cantidad de minerales, proteína y fibra más que la pulpa, debido a su alta cantidad de almidón, tiene la posibilidad de que pueda ser procesada para la elaboración de productos comestibles cómo es la harina. (Valverde, 2016)

La harina de banano tiene gran beneficio en la salud de los consumidores debido a que el hierro es un oligoelemento indispensable para la vida, dado que constituye parte de la hemoglobina, además que no contiene gluten, por lo que es un alimento disponible para pacientes con enfermedades celiacas, que son aquellas personas que no consumen glúten, (Flores, 2018).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio se llevará a cabo en la planta de procesamiento hortofrutícola (Figura 1), ubicada en el campus central de la Universidad de Agricultura, localizada en el Barrio, El Espino, kilómetro 6 carretera a Dulce Nombre de Culmí, con coordenadas $14^{\circ}49'47''\text{N}$ $85^{\circ}50'40''\text{O}$, a una altura de 350 m.s.n.m, Catacamas, Olancho, Honduras.



Figura 1: Planta de procesamiento hortofrutícola, campus central UNAG.

5.2.Materiales y Equipo

Para el desarrollo de la investigación se hará uso de cáscara de banano como materia de estudio; en esta investigación se utilizarán materiales como: Dispensadores de recolección de residuos, bolsa biodegradables, probetas (100ml), Matraz Erlenmeyer (250 ml), Beaker (250 ml), guantes, mascarilla, gabacha, calculadora científica; así mismo, se utilizarán equipos específicos para los análisis requeridos para el estudio como ser: Balanza analítica, termómetros, pHmetro,

Espectrofotómetro, Molino, Soxhelt, Kjeldahl, Desecador, Estufa, Centrifuga, Incubadora, Deshidratador industrial.

5.3.Método

La investigación-tiene un enfoque descriptivo-cuantitativo con un diseño transversal a escala de laboratorio, implementando el método de evaluación proximal, físicoquímico, en tres diferentes formulaciones, evaluando el potencial de la cáscara de banano como ingrediente para el desarrollo de una torta para hamburguesa nutritiva y sostenible.

5.4.Diseño experimental

La investigación será de tipo experimental, el cual se empleará un diseño experimental AxB completamente al azar con dos factores y tres niveles cada uno, con un total de nueve tratamientos. Esta metodología permitirá evaluar el efecto individual y conjunto de los factores sobre las características físicoquímicas, nutricionales y tecnológicas de las tortas para hamburguesas. Las nueve combinaciones de niveles de los dos factores se asignaron aleatoriamente a las unidades experimentales (tortas de hamburguesa). Esta aleatorización permite controlar la variabilidad experimental y garantizar la validez interna del estudio

Tabla 2: Diseño experimental AxB

Factor A			Factor B		
Harina de cáscara de banano	Niveles		Soya texturizada	Niveles	
	A1	60%		B1	40%
	A2	80%		B2	20%

En la tabla 3 se describe el diseño experimental, donde A es el factor de estudio del porcentaje de harina de cáscara de banano y B es el factor de estudio del porcentaje de soya texturizada, cada factor especificando el nivel de porcentaje de estudio. La determinación de porcentajes del diseño experimental es un proceso complejo que requiere investigación, experimentación y análisis rigurosos, proceso el cual (T. Agroin B. UEA, 2110, 2020), determino en su investigación “Elaboración de hamburguesa respectivamente a base de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L) y dos tipos de pescado: Tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) y Sábalo (*Brycon amazonicus*)”

Tabla 3: Combinación de tratamientos a investigar

Factores		Niveles	Combinación
Tratamientos	T1	A1B1	60% cáscara de banano, 40% soya texturizada
	T2	A1B2	60% cáscara de banano, 20% soya texturizada
	T3	A1B3	80% cáscara de banano, 40% soya texturizada
	T4	A2B1	80% cáscara de banano, 20% soya texturizada

5.5. Metodología

El trabajo de investigación se desarrollará en 5 etapas:

5.5.1. Etapa I: Procesamiento de la cáscara de banano

En esta etapa se comenzará con la recolección de residuos (Cáscara de banano). Se identificarán áreas estratégicas en el campus universitario con alto flujo de consumo de banano, como cafeterías y comedor. En cada punto de recolección, se colocarán contenedores específicos para residuos de banano, debidamente señalizados y diferenciados de los contenedores de basura general.

Las cáscaras de banano se separarán de otros desechos para evitar su contaminación. Se utilizarán bolsas biodegradables o compostables para el transporte de los residuos de banano. Los residuos de banano recolectados serán transportados a la Planta de Procesamiento hortofrutícola en vehículos designados para este fin. Durante el transporte, se asegurarán condiciones adecuadas de higiene y manejo para evitar la proliferación de vectores y malos olores.

Al llegar a la Planta de Procesamiento hortofrutícola, las cáscaras de banano serán recepcionadas y procesadas.

Procedimiento

Lavado y desinfección: Lavar las cáscaras de banano con agua corriente para eliminar la suciedad y los residuos. Desinfectar las cáscaras sumergiéndolas en una solución de agua con hipoclorito de sodio al 1% durante 10 minutos. Enjuagar las cáscaras con abundante agua destilada para eliminar cualquier residuo de hipoclorito de sodio.

Escaldado: Se escaldarán las cáscaras de banano en agua a 70°C durante 1-2 minutos para inactivar enzimas que podrían causar oscurecimiento y deterioro durante el secado.

Deshidratación: Las cáscaras de banano se colocarán en las bandejas del deshidratador, asegurándose de que no se superpongan. Estableciendo una temperatura de 40°C, por un tiempo de 8 horas.

Monitoreo del secado: Monitorear el proceso de secado periódicamente, registrando el tiempo y la temperatura. El tiempo de secado dependerá del tamaño de los trozos, la humedad del ambiente y la temperatura del deshidratador. Las cáscaras de banano se consideran secas cuando estén crujientes y quebradizas al tacto.

Molienda y tamizado: Una vez secas, moler las cáscaras de banano en un molino fino hasta obtener un polvo. Tamizar el polvo para eliminar cualquier partícula gruesa.

Almacenamiento: Almacenar el polvo de cáscara de banano en bolsas al vacío, en un lugar fresco, seco y oscuro para evitar la reabsorción de humedad y el deterioro.

A continuación, se describe el proceso general de obtención y procesamiento de la harina de cáscara de banano (Figura 2). La autenticidad de la harina de cáscara de banano depende de la calidad de la materia prima y del proceso de obtención y procesamiento. Por consiguiente, es importante realizar controles de calidad para garantizar la seguridad y la calidad de la harina.

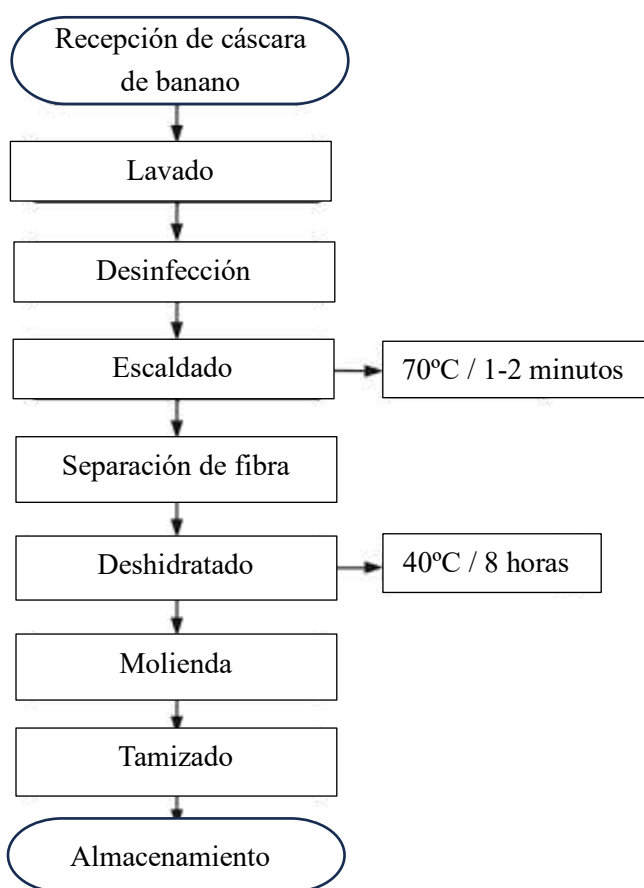


Figura 2: Diagrama de proceso de obtención de harina de cáscara de banano

5.5.2. Etapa II: Análisis bromatológicas, fisicoquímicas y tecnológicas de la harina de cascara de banano.

Los análisis serán realizados en el Laboratorio de CDE MIPYME, Región Lempa, localizada en el Barrio Eramani Av. Espana, La Esperanza, Intibucá.

- **Análisis bromatológicos**

Proteínas

En este proceso se utilizará un equipo de Kjeldahl. Es un método preciso y exacto para la determinación de proteínas en una amplia variedad de muestras orgánicas. La harina se digiere con ácido sulfúrico y catalizadores para convertir el nitrógeno orgánico en amonio. El amonio se libera y se titula con ácido bórico. El contenido de proteínas se calcula a partir de la cantidad de amonio determinada con un factor de conversión (6.25 / verduras). De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con este dato se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Para calcular el porcentaje de proteína se multiplica por un factor de conversión el porcentaje de nitrógeno calculado.

Humedad

El porcentaje de humedad se determinará mediante el método de secado por estufa. El principio operacional de este método consiste en usar una balanza analítica y una estufa para la preparación de una muestra y posteriormente realizar el secado, pesado, enfriado. Finalmente se vuelve a pesar la muestra y se calcula el porcentaje de humedad mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial} * 100.$$

Grasas

En este proceso se utilizará un equipo Soxhlet, se extraerá la grasa de una muestra de harina con un disolvente orgánico en un equipo Soxhlet. Se evaporará el disolvente para recuperar la grasa extraída y calcular el porcentaje de grasa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa (\%)} = \text{Peso grasa extraída} / \text{Peso inicial} * 100$$

Fibra

En este proceso se utilizará un kit de determinación de fibra dietética (método AOAC 991.43). Se seguirán las instrucciones del kit de determinación de fibra dietética para separar y cuantificar la fibra insoluble y soluble en la harina. Calcular el contenido total de fibra dietética como la suma de fibra insoluble y soluble.

Cenizas

Se tomará una muestra de harina en un horno a alta temperatura (500 °C-550°C) hasta obtener cenizas blancas o grises. Pesar las cenizas y calcular el porcentaje de cenizas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas (\%)} = \text{Peso cenizas} / \text{Peso inicial} * 100$$

- **Análisis fisicoquímicos**

Color

Se utilizará un espectrofotómetro midiendo el color de la harina de cáscara de banano reportando los valores en coordenadas CIE Lab*.

pH

Se utilizará un instrumento electrónico que mide el pH de una solución de forma rápida y precisa. El pHmetro funciona midiendo el potencial eléctrico generado por un electrodo de vidrio sensible a los iones hidrógeno

- **Análisis tecnológicos**

Capacidad de retención de agua - CRA

Este proceso se realizará por el método de gravimetría o Método de Prensa de Papel de Filtro. Se toman aproximadamente 0.3 g de muestra, exactamente pesados (m_1). La muestra se coloca entre dos papeles de filtro previamente desecados. A continuación, la muestra con el papel se pone entre las dos placas acrílicas sobre las que se aplica una presión de 10 kg durante 15 min. Transcurrido este tiempo, se retira el peso y se separa la muestra del papel, procurando eliminar cualquier resto de tejido que pudiera quedar adherido. El papel de filtro se pesa (m_2) y a continuación, se lleva a una estufa a 60 °C donde se seca durante 24 h. Tras este periodo de secado, el papel de filtro se pesa de nuevo (m_3). A partir estos datos y del valor de humedad del alimento se calcula la CRA de la muestra empleando la ecuación.

$$CRA \left(\frac{gH_2O \text{ retenida}}{100gH_2O} \right) = \frac{(m_1 * H) - (m_2 - m_3)}{m_1 * H} * 100$$

donde:

m1 = masa de la muestra (g).

m2 = masa del papel de filtro húmedo (g).

m3 = masa del papel de filtro seco (g).

H = contenido en humedad de la muestra (g de H2O /g de muestra).

El valor obtenido vendrá expresado como g de agua retenida por 100 g de agua en la muestra.

5.5.3. Etapa III: Formulación de la torta para hamburguesa

El desarrollo de formulaciones para la torta para hamburguesa implica un proceso sistemático que considera diversos factores para obtener un producto final con las características deseadas. Diseñando un plan de experimentación que incluya diferentes combinaciones de ingredientes y niveles de cada ingrediente.

Tabla 4: Formulación de torta para hamburguesa.

Torta para hamburguesas tradicional			
Carne de cerdo/ Magro y grasa		Soya texturizada	Complementos / Condimentos
80%		20%	20%
Formulación	Ingredientes		Complementos
	Harina de cáscara de banano	Soya Texturizada	Ingredientes
1	60%	40%	20%
2	60%	20%	
3	80%	40%	
4	80%	20%	

En el marco de la elaboración de la hamburguesa de cáscara de banano, se utilizarán los siguientes ingredientes: 10% de agua, 2.5% aceite, 2% de cebolla en polvo, 2% de sal, 2% de ajo en polvo, 0.5% de perejil en polvo, 0.5% de glutamato monosódico y 0.5% de fosfato.

5.5.4. Etapa IV: Análisis de la composición proximal, fisicoquímica y tecnológica de las tortas de hamburguesas (Tradicional / Alternativa).

Se analizará la composición proximal de la torta de hamburguesa final, incluyendo contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa y fibra, determinando sus propiedades y calidad.

5.5.5. Etapa V: Aceptabilidad de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano.

Las propiedades organolépticas, como sabor, aroma, textura y apariencia, son aspectos cruciales que determinan la aceptabilidad sensorial del producto alimenticio. En el caso de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano, evaluar estas propiedades es fundamental para comprender su aceptación por parte de los consumidores.

Se reclutará un grupo de consumidores no entrenados (80 penalistas) en análisis sensorial, que representen el público objetivo del producto, considerando aspectos como edad, sexo y hábitos alimenticios para obtener un panel diverso, informando a los panelistas sobre el objetivo de la evaluación y las características generales del producto.

Se evaluarán las propiedades organolépticas de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano, utilizando la evaluación hedónica, donde los panelistas calificarán cada criterio en una escala de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta, para que, se facilite la contabilización de las respuestas y así, poder obtener resultados más exactos. La evaluación se llevará a cabo en dos etapas:

- Primera etapa: Optimización de la formulación de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano.
- Segunda etapa: Determinación de la preferencia entre la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano y la torta tradicional.

Procedimiento

Primera Etapa: Optimización de la formulación

Se preparan las 9 diferentes formulaciones de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano, luego se cocinarán las tortas a 170°C de 4-5 minutos por lado, se cortarán las tortas en porciones iguales, procediendo a presentar las porciones de las tortas a los panelistas de forma aleatoria y codificada, solicitando a los consumidores que evalúen las tortas de acuerdo a los siguientes criterios: Apariencia, aroma, sabor y textura

Se recopilarán y analizarán los datos de las evaluaciones para identificar la formulación óptima de la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano.

Segunda Etapa: Determinación de preferencia

Se preparara la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano utilizando la formulación óptima identificada en la primera etapa y se preparar una torta tradicional de hamburguesa, luego se cocinaron las tortas según las instrucciones., se cortarán las tortas en porciones iguales, procediendo a presentar las porciones de las tortas a los panelistas de forma aleatoria y codificada, solicitando a los panelistas que indiquen cuál de las dos tortas prefieren y que expliquen las razones de su preferencia, para luego, recopilar y analizar los datos de las preferencias para determinar si existe una diferencia significativa en la preferencia entre la torta para hamburguesas a base de cáscara de banano y la torta tradicional.

Se analizarán los datos utilizando técnicas estadísticas adecuadas, como análisis de varianza (ANOVA), mediante el programa estadístico InfoStat. Identificando las diferencias significativas entre las muestras en términos de las propiedades organolépticas evaluadas.

5.5.6. Variables respuesta

Variable Independiente: Cáscara de banano

Valor nutricional de la torta de hamburguesa a base de cáscara de banano. Esta variable respuesta se centra en determinar el valor proximal de la torta de hamburguesa, incluyendo las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas.

Valor proximal

- % Proteína
- % Fibra
- %Humedad
- %Carbohidratos
- % Cenizas

Propiedades Fisicoquímicas

- pH
- Color

Propiedades tecnológicas

- Capacidad de retención de agua – CRA

5.6. Análisis Estadístico

Los resultados del diseño factorial AxB completamente al azar se obtendrán mediante la recolección de datos para cada combinación de los niveles de los dos factores. Para cada muestra, se calculará el promedio y la desviación estándar de la variable de respuesta. El promedio representa el valor central de los datos, mientras que la desviación estándar indica la dispersión de los datos alrededor del promedio.

El ANOVA se utilizará para determinar si existen diferencias significativas entre los niveles de cada factor y entre la interacción entre los dos factores. El ANOVA descompone la variabilidad total de los datos en varias fuentes de variabilidad, incluyendo la variabilidad debido a los factores, la variabilidad debida a la interacción entre los factores y la variabilidad residual (error).

Si el valor p de un factor o de la interacción es menor que el nivel de significancia (por ejemplo, $\alpha = 0.05$), se puede concluir que existe una diferencia significativa entre los niveles del factor o de la interacción. El programa estadístico InfoStat se utilizará para realizar el análisis de varianza (ANOVA) y para generar gráficos de interacción.

VI. PRESUPUESTO

Tabla 5: Presupuesto proyectado para realización de investigación

Descripción/Análisis	Cantidad	Valor unidad	Tiempo/días	Valor total	
Fibra bruta	10	L.189.76	x	L.1,898.60	
Grasas	10	256.38	x	2,256.38	
Cenizas	10	120.00		1,200.00	
Humedad	10	68.75	x	687.50	
Proteína	10	781.93	x	7,819.30	
Carbohidratos	10	585.00	x	5,580.00	
CRA	10	680.00	x	6,800.00	
pH	10	170.00	x	700.00	
Color	10	254.00	x	2,540.00	
Guantes	1 caja	180.00	x	180.00	
Mascarillas	1 caja	70.00	x	70.00	
Redecillas	1 caja	120.00	x	120.00	
Platos desechables	3 paq.	35.00	x	105.00	
Vasos desechables	2 paq.	35.00	x	70.00	
Formatos de evaluaciones sensoriales	50 copias	5.00	x	250.00	
Transporte	1 persona	530.00	8 días	4,240.00	Ida y vuelta
Alimentación	3 tiempos	450.00	14	6,300.00	
Vivienda/ Hotel	1	900.00 por noche	14 días y 13 noches	11,700.00	
Total, presupuesto				L52,516.78.	

VII. CRONOGRAMA

Tabla 6: Cronograma de actividades, mes de junio al mes de agosto.

[illegible]

Actividades	Año 2024											
	Junio				Julio				Agosto			
Redacción de resultados (informe final)												
Defensa del trabajo de investigación												

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, S; Estrella, ME; Cabadiana, HU. 2022. Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. AXIOMA (27):5-11. DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.803>.
- Bernal, J; Agudelo Martínez, A; Bernal, J; Agudelo Martínez, A. 2020. Medición de inseguridad alimentaria-nutricional, hambre y estrategias de afrontamiento de niños y adolescentes en Medellín-Colombia. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 70(1):20-29. DOI: <https://doi.org/10.37527/2020.70.1.003>.
- Bishnoi, S; Sharma, S; Agrawal, H. 2023. Exploration of the Potential Application of Banana Peel for Its Effective Valorization: A Review. Indian Journal of Microbiology 63(4):398-409. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12088-023-01100-w>.
- Cardona, CA. 2009. Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericano y mundial. Revista de Ingeniería. DOI: <https://doi.org/10.16924/revinge.29.13>.
- Castro Ramírez, A. 1974. Investigación sobre la utilización de los rechazos bananeros: disponibilidad de la materia prima y uso actual. s.l., s.e.
- El Barnossi, A; Moussaid, F; Iraqi Housseini, A. 2021. Tangerine, banana and pomegranate peels valorisation for sustainable environment: A review. Biotechnology Reports 29: e00574. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00574>.

Gamero, A; Fernández-Villa, T; Pérez-López, A; Valera-Gran, D; Petermann-Rocha, F; Baladia, E; Lozano-Lorca, M; Nava-González, EJ; Navarrete-Muñoz, EM; Gamero, A; Fernández-Villa, T; Pérez-López, A; Valera-Gran, D; Petermann-Rocha, F; Baladia, E; Lozano-Lorca, M; Nava-González, EJ; Navarrete-Muñoz, EM. 2021. La influencia de la nutrición en la industria alimentaria. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 25(2):125-127. DOI: <https://doi.org/10.14306/renhyd.25.2.1321>.

García Batista, RM; Quevedo Guerrero, JN; Socorro Castro, AR; García Batista, RM; Quevedo Guerrero, JN; Socorro Castro, AR. 2020. Prácticas para el aprovechamiento de residuos sólidos en plantaciones bananeras y resultados de su implementación. *Revista Universidad y Sociedad* 12(1):280-291.

Gomes, S; Vieira, B; Barbosa, C; Pinheiro, R. 2022. Evaluation of mature banana peel flour on physical, chemical, and texture properties of a gluten-free Rissol. *Journal of Food Processing and Preservation* 46(8): e14441. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14441>.

Jenny. 2019. Proteína animal | Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (S.E.D.C.A.) (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2024. Disponible en <https://nutricion.org/portfolio-item/proteina-animal/>.

Meza, J; González, J; Ballesteros, J; Moreno, C. 2020. Evaluación nutricional de la cáscara de plátano Tabasco y su efecto productivo en la alimentación de conejos Nueva Zelanda. *EDUCATECONCIENCIA* 27:56-66. DOI: <https://doi.org/10.58299/edu.v27i28.256>.

Pathak, PD; Mandavgane, SA; Kulkarni, BD. 2017. Fruit peel waste: characterization and its potential uses. *Current Science* 113(3):444-454.

Pilco, G; Borja-Espín, D; Goetschel, ML; Andrade, P; Irazabal, J; Vargas Jentzsch, P; Guill-Guerrero, J; Rueda-Ayala, V; Ramos, L. 2018. Caracterización bromatológica y evaluación de la actividad antimicrobiana en cáscara de banano Ecuatoriano (*Musa paradisiaca*). *Enfoque UTE* 9:48-58. DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.297>.

Putra, NR; Aziz, AHA; Faizal, ANM; Che Yunus, MA. 2022. Methods and Potential in Valorization of Banana Peels Waste by Various Extraction Processes: In Review. *Sustainability* 14(17):10571. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141710571>.

Quesada, D; Gómez, G. 2019. ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo* 2(1):79-86. DOI: <https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063>.

Quevedo, T. (2013). *Agroindustria y concentración de la propiedad de la tierra*. s.l., s.e. Richter, CK; Skulas-Ray, AC; Champagne, CM; Kris-Etherton, PM. 2015. Plant Protein and Animal Proteins: Do They Differentially Affect Cardiovascular Disease Risk? *Advances in Nutrition* 6(6):712-728. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.115.009654>.

Salazar-López, NJ; Enríquez-Valencia, SA; Zuñiga Martínez, BS; Gustavo A. González-Aguilar, GA. 2023. Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos (en línea). *EPISTEMUS* 17(34). DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.265>.

Serna-Jiménez, JA; Luna-Lama, F; Caballero, Á; Martín, M de los Á; Chica, AF; Siles, JÁ. 2021. Valorisation of banana peel waste as a precursor material for different renewable energy systems. *Biomass and Bioenergy* 155:106279. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106279>.

IX. ANEXOS'



Género: Masculino: _____ Femenino: _____ **Edad:** _____

Instrucción: Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Atributo	Muestras								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Aroma									
Textura									
Sabor									
Apariencia									

Observación: _____

Figura 3: Formato de evaluación sensorial, para optimización de la formulación.



Género: Masculino: _____ Femenino: _____ **Edad:** _____

• **Instrucción:** Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha, luego marque con un círculo el producto que prefiere. No se trague las muestras, y enjuáguese la boca entre cada par.

Muestras

A
B

• **Instrucción:** Por favor, indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Atributo	Muestras	
	A	B
Aroma		
Textura		
Sabor		
Apariencia		

Observación: _____

Figura 4: Formato de evaluación sensorial, para preferencia de productos, análogo y tradicional.