



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**APROVECHAMIENTO Y ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL
TIPO HAMBURGUESA A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE
LA CASCARA DE PLÁTANO MACHO (*Musa balbisiana*).**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTOR: VALERIA NOEMI ARELLANO GUADALUPE

DIRECTORA: Ing. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Valeria Noemi Arellano Guadalupe

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Valeria Noemi Arellano Guadalupe, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.


Riobamba, 25 de mayo de 2023



Valeria Noemi Arellano Guadalupe
065050057-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Integración Curricular ; tipo: Proyecto de Investigación **APROVECHAMIENTO Y ELABORACIÓN DE CARNE VEGETAL TIPO HAMBURGUESA A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE LA CASCARA DE PLÁTANO MACHO (*Musa balbisiana*)**, realizado por la señorita: **VALERIA NOEMI ARELLANO GUADALUPE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Cristina Alejandra Muñoz Shuguli PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-05-25
Ing. Mayra Paola Zambrano Vinueza DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR	 _____	2023-05-25
Bqf. Adriana Isabel Rodríguez Basantes ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-05-25

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi abuelita Loide Palacios quien me brindo su cariño y apoyo incondicional lo cual ha sido un pilar fundamental en mi formación profesional, esto en muestra de agradecimiento por su esfuerzo diario y por brindarme su confianza y amor para lograr mis metas y a no darme por vencida.

Valeria

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su grande amor y por las bendiciones que me ha brindado en este proceso tan importante de mi vida; A mi abuelita Loide Palacios y a toda mi familia por brindarme de una u otra manera su apoyo incondicional para concluir con mi etapa profesional. A la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, a la facultad de Ciencias y en especial a la carrera de Ingeniería Química por acogerme y brindarme los recursos necesarios para que esta meta sea cumplida, a los ingenieros que me brindaron sus conocimientos en varias ramas de la carrera lo cual ha sido fundamental para mi formación profesional. A la ING. Mayra Zambrano y la BQF. Adriana Rodríguez por guiarme y compartir sus conocimientos en el desarrollo de esta investigación. A todos mis amigos y compañeros con quienes compartimos varias experiencias y anécdotas en el transcurso de la carrera, por brindarme su apoyo y fuerza para seguir y a no darme por vencida, estaré eternamente agradecida con todos y los guardare con cariño en mi corazón. Gracias

Valeria

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	x
ÍNDICE DE ANEXOSxi
RESUMEN	xii
SUMMARY / ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.1 Identificación del problema.....	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.3 Justificación del proyecto	3
1.4 Hipótesis.....	3

CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes	4
2.2. Referencias teóricas	4
2.2.1. <i>Residuos</i>	4
2.2.2. <i>Tipos de recuperación de residuos</i>	5
2.2.2.1. <i>Biológica y química</i>	5
2.2.2.2. <i>Obtención de combustibles</i>	5
2.2.2.3. <i>Procesos térmicos</i>	5
2.3. Generalidades del plátano macho (<i>Musa balbisiana</i>)	5
2.3.1. <i>Composición química y bioquímica del plátano macho</i>	6
2.4. Cascara de plátano macho.....	6
2.4.1. <i>Propiedades de la cascara de plátano macho</i>	7
2.5. Dieta vegetariana.....	7
2.6. Carne vegetal	7
2.7. Hamburguesa vegetariana.....	8
2.8. Proceso de elaboración de carne vegetal	8

2.9. Análisis sensorial	8
2.10. Análisis Bromatológico	8

CAPITULO III

3.1. Enfoque de investigación	9
3.2. Alcance de Investigación.....	9
3.3. Tipo de estudio	9
3.4. Diseño de investigación	9
3.4.1. Descripción y balance de masa del proceso	11

CAPITULO IV

4.1. Datos obtenidos	16
4.1.1. Producción de masa para carne vegetal tipo hamburguesa	16
4.1.2. Datos del proceso de secado para cada tratamiento	16
4.2. Cálculos	18
4.2.1.2 Rendimiento de la materia prima.....	18
4.4.1. Hipótesis de análisis estadístico	28
4.4.2. Análisis de varianza	28
4.4.3. Resumen del modelo.....	29
4.4.4. Análisis de medias	29
4.4.5. Comparaciones en parejas de Tukey	30
4.5. Comprobación de la hipótesis	31

CAPITULO V

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Composición química y bioquímica del banano y el plátano	6
Tabla 2-2: Composición química de la cascara de plátano	7
Tabla 3-1: Identificación de variables del proceso de obtención de carne vegetal	14
Tabla 3-2: Formulación N°1.....	14
Tabla 3-3: Formulación N°2.....	15
Tabla 3-4: Formulación N°3.....	15
Tabla 4-1: Pesos obtenidos durante el proceso de elaboración de la masa	16
Tabla 4-2: Datos de la operación del secado a 50°C para el bloque 1	16
Tabla 4-3: Datos de la operación del secado a 70°C para el bloque 2	17
Tabla 4-4: Datos de la operación del secado a 77°C para el bloque 3	17
Tabla 4-5: Humedad en base seca a 50°C del bloque 1	19
Tabla 4-6: Humedad en base seca a 70°C del bloque 2	21
Tabla 4-7: Humedad en base seca a 77°C del bloque 3	23
Tabla 4-8: Rendimiento de la masa para la elaboración de carne vegetal	25
Tabla 4-9: Análisis físico-químico del producto final	26
Tabla 4-10: Análisis microbiológico del producto final	26
Tabla 4-11: Análisis sensorial del producto final	27
Tabla 4-12: Equipos, materiales y materia prima para la elaboración de carne vegetal	27
Tabla 4-13: Hipótesis de análisis estadístico	28
Tabla 4-14: Análisis de varianza.....	28
Tabla 4-15: Resumen modelo experimental	29
Tabla 4-16: Análisis de medias.....	29
Tabla 4-17: Comparaciones de Tukey	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Proceso de elaboración de carne vegetal	8
Ilustración 3-1: Proceso de elaboración de carne vegetal a partir de la cascara de plátano macho	10
Ilustración 4-1: Curva de humedad B1 (50°C)	20
Ilustración 4-2: Curva de humedad B2 (50°C)	20
Ilustración 4-3: Curva de humedad B3 (50°C)	21
Ilustración 1-4: Curva de humedad B1 (70°C)	22
Ilustración 4-5: Curva de humedad B2 (70°C)	22
Ilustración 4-6: Curva de humedad B3 (70°C)	23
Ilustración 4-7: Curva de humedad B1 (77°C)	24
Ilustración 4-8: Curva de humedad B2 (77°C)	24
Ilustración 4-9: Curva de humedad B3 (77°C)	24
Ilustración 4-10: Rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos	25
Ilustración 4-11: Grafica del rendimiento en cada tratamiento	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: SELECCIÓN Y LAVADO DE LA MATERIA PRIMA

ANEXO B: COCCIÓN DE LA CASCARA PARA LA ELABORACIÓN DE LA MASA

ANEXO C: ARRASTRE Y TRITURACION PARA LA ELABORACION DE LA MASA

ANEXO D: SECADO Y OBTENCION DE LA CARNE VEGETAL

ANEXO E: INFOME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la elaboración de una carne vegetal tipo hamburguesa a partir de la reutilización y aprovechamiento de la cascara de plátano macho (*Musa balbisiana*) como una alternativa para una dieta vegetariana equilibrada además de la reducción de la contaminación ambiental que produce la descomposición de este residuo. Realizando un proceso de 7 etapas siendo estas, selección, lavado, cocción, arrastre de fibra, trituración, secado y condimentación las que nos ayudan a obtener como producto final una carne vegetal, considerando las variables de control temperatura, tiempo y humedad para lo cual se realizó un total de 9 tratamientos a temperaturas de 50,70 y 77°C respecto a la operación de secado, obteniendo un rendimiento alto de 86,32% de los tres tratamientos realizados a 70°C en un tiempo aproximado de 2 horas sin embargo los tratamientos realizados a la temperatura de 50 °C también presentaron un alto rendimiento de 80,61% en un tiempo de 6 horas el cual resulta mayor al tratamiento anterior mencionado; finalmente se realiza la caracterización físico-química, microbiológica y sensorial en la que se pudo evidenciar un valor nutricional de 9,06% de fibra y un 5,78% de proteína además de ausencia de coliformes totales y *Escherichia coli* y por último se realizó el análisis sensorial en base a su color, olor, aspecto, sabor y consistencia el cual resultó ser un producto apto para el consumo. Sin embargo, se recomienda para investigaciones futuras mejorar la etapa de trituración para obtener una mejor consistencia de la masa.

Palabras clave: <RESIDUOS>, <CASCARA >, <CARNE VEGETAL>, <PLÁTANO MACHO (*Musa balbisiana*)>, <VALOR NUTRICIONAL>, <CARACTERIZACIÓN>, <RENDIMIENTO>.

1199-DBRA-UPT-2023



SUMMARY / ABSTRACT

The objective of this research project was the elaboration of a hamburger-type vegetable meat from the reuse and utilization of plantain peel (*Musa balbisiana*) as an alternative for a balanced vegetarian diet, in addition to the reduction of the environmental pollution produced by the decomposition of this waste. Performing a process of 7 stages being these, selection, washing, cooking, fiber dragging, grinding, drying and seasoning which help us to obtain as final product a vegetable meat, considering the control variables temperature, time and humidity for which a total of 9 treatments were performed at temperatures of 50, 70 and 77°C with respect to the drying operation, obtaining a high yield of 86.32% of the three treatments performed at 70°C in a time of approximately 2 hours, 70 and 77°C with respect to the drying operation, obtaining a high yield of 86.32% of the three treatments carried out at 70°C in a time of approximately 2 hours; however, the treatments carried out at a temperature of 50°C also presented a high yield of 80.61% in a time of 6 hours, which is greater than the previous treatment mentioned. Finally, the physical-chemical, microbiological and sensory characterization was carried out, which revealed a nutritional value of 9.06% fiber and 5.78% protein, as well as the absence of total coliforms and *Escherichia coli*. Also, the sensory analysis was carried out on the basis of color, odor, appearance, flavor and consistency, which resulted in a product suitable for consumption. However, it is recommended for future research to improve the grinding stage to obtain a better dough consistency.

Key words: <RESIDUOS>, <CASCARA >, <VEGETAL MEAT>, <PLANTANO MALE (*Musa balbisiana*)>, <NUTTRITIONAL VALUE>, <CARCERIZATION>, <YIELD>.

1199-DBRA-UPT-2023



Dra. Nanci M. Inca Ch. Mgs.

0602926719

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos hasta la actualidad el plátano macho o también conocido como plátano verde es una de los productos alimenticios más consumidos, después del arroz, trigo y maíz. Ecuador es uno de los países de Latinoamérica que produce una cantidad significativa de plátano verde tanto para el consumo local como para la exportación. Es un producto que presenta una amplia utilización en la industria de alimentos aportando beneficios nutricionales a la población, sin embargo, los residuos resultantes del consumo generan un gran impacto ambiental cuando entran a su etapa de descomposición (Vera, y otros, 2021 págs. 2-3). Una alternativa para poder reducir esos efectos negativos es la reutilización de los residuos convirtiéndolos en materia prima para la obtención de nuevos productos (Haro, y otros, 2017 págs. 5-6), existiendo ya una gran variedad de alternativas de aprovechamiento siendo una de estas la elaboración de carne vegetal.

En los últimos años se ha podido evidenciar el surgimiento e implementación de productos elaborados con vegetales como sustitutivos de la carne, esto debido a los efectos negativos que provoca la producción y consumo de carne animal tanto a la salud como al medio ambiente (Pino, y otros, 2009 págs. 1-2).

La cascara de plátano macho es un residuo comestible que brinda varios antioxidantes y nutrientes que beneficia la salud del organismo de las personas, siendo una opción viable para la producción de carne vegetal. Según (Zapata, y otros, 2020 págs. 37-38) en su proyecto de “Creación de una empresa de comercialización y producción de carne a base de cáscara de plátano maduro” evidenciaron que para obtener un sabor similar de la carne es necesario la adición de saborizantes naturales para obtener un sabor similar al de la carne animal de esta manera se podrá consumir sin problema la carne vegetal, convirtiéndola en una nueva opción innovadora para los vegetarianos y una alternativa para la reducción de la contaminación del medio ambiente.

CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

En la ciudad de Riobamba en la actualidad no se evidencia un buen aprovechamiento de los residuos de la cascara de plátano macho se observa un manejo de desechos poco eficiente y saludable con el medio ambiente, debido a que algunos de los compuestos de la cascara de plátano al descomponerse producen gas metano que puede provocar el efecto invernadero afectando de manera muy significativa al medio ambiente (Moreira, 2013 págs. 8-14). Otra de las problemáticas que se puede evidenciar con respecto al valor nutricional en las dietas vegetarianas ya que pueden presentar deficiencia nutricionales al excluir grandes grupos de alimentos como son la vitaminas, calcio, hierro, zinc y proteínas (Pradillo, 2019 págs. 1-7), por lo que surge la necesidad de aprovechar y elaborar una carne vegetal a partir de la reutilización de la cascara de plátano, que beneficiara a la salud y bienestar de la población y del medio ambiente también será una nueva y novedosa opción para una dieta vegetariana equilibrada.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Elaborar una carne vegetal tipo hamburguesa a partir de la reutilización y aprovechamiento de la cascara de plátano macho (musa balbisiana).

1.2.2 Objetivos específicos

- Conocer el valor nutricional y los beneficios para la salud que aporta la cascara de plátano macho mediante la producción de una carne vegetal.
- Analizar las variables del proceso de elaboración de la carne vegetal mediante la aplicación de un análisis experimental y su posterior análisis factorial para la determinación de factores que influyan en su calidad.
- Identificar las propiedades físico-químico, microbiológico y sensoriales del producto obtenido mediante la norma NTE INEN 1338, así como también la factibilidad técnico-económica de su proceso de elaboración.

1.3 Justificación del proyecto

Desde tiempos antiguos hasta la actualidad el consumo de plátano macho ha ido en aumento, pero también se puede evidenciar el incremento de desechos los cuales contaminan el medio ambiente ya que las cascaras pueden presentar efectos negativos al aire desprendiendo gases metanos cuando entran a la etapa de descomposición. Es por ello que este proyecto surge para dar a conocer a la población una propuesta innovadora y de beneficio para la salud y el medio ambiente elaborando una carne vegetal tipo hamburguesa a partir de la reutilización y aprovechamiento de la cascara de plátano macho.

El estudio de este proyecto es de gran beneficio e importancia para la sociedad ya que es un proceso económico, factible, saludable y que ayudara a reducir el efecto negativo que produce la cascara de plátano al medio ambiente así como también ayudara en la dieta vegetariana ya que equilibrara y suplementara varios nutrientes que se encuentra en déficit en este tipo de dietas, la cascara de plátano presenta alto contenido de vitaminas, aminoácidos así como también potasio, magnesio, carotenoides y polifenoles (López, y otros, 2014 pág. 1).

La elaboración de este tipo de carne vegetal no es muy costosa y su proceso de producción es muy sencillo para el cual se necesitará de ingredientes fáciles de encontrar en el mercado siendo estos aditivos procedentes de especies naturales haciéndolo aún más nutritivo y beneficioso para la población.

1.4 Hipótesis

Con el aprovechamiento de los residuos de la cascara de plátano macho se podrá elaborar una carne vegetal tipo hamburguesa y ser considerada como una nueva alternativa para una dieta vegetariana equilibrada.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

El proceso de reutilización o recuperación de residuos en los últimos tiempos ha sido de gran impacto debido al aumento de la población y a la gran cantidad de residuos que se generan lo cual producen efectos negativos tanto para la salud como para el medio ambiente. Es por ello que existen varias alternativas para poder reutilizar, una de ellas es el aprovechamiento de residuos orgánicos para varias áreas de la industria y temas de investigación con el objetivo de reducir la contaminación.

En la actualidad se puede evidenciar el uso y aprovechamiento de residuos orgánicos ya sea como biocombustible, fertilizantes, insecticidas, producción de nuevos alimentos entre otros. Una nueva investigación que se está realizando estos últimos años es el aprovechamiento de residuos orgánicos para la obtención de nuevos alimentos siendo uno de estos la reutilización de la cáscara de plátano macho realizando dulces, carne vegetal o harinas mediante varios procedimientos, este tipo de residuo aporta varios nutrientes para la salud del ser humano es por ellos que se recomienda su reutilización (García , y otros, 2019 págs. 1-2).

Una de las investigaciones realizadas para el aprovechamiento de este residuo es en la creación de una empresa para la elaboración de carnes a partir del uso de cáscaras de plátano maduro como una alternativa innovadora para el aprovechamiento de residuos (Zapata, y otros, 2020). Otra de las investigaciones y de gran importancia para nuestro estudio es la elaboración de una carne vegana a partir de la reutilización de la cáscara de plátano verde realizando la caracterización del producto final basado en la norma de productos cárnicos obteniendo una carne vegetal de gran beneficio nutricional (Venegas, y otros, 2020 pág. 01).

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Residuos

Según la legislación española (ley42/75) define al residuo como materia obtenida de diferentes procesos de producción a la cual no se le asignado ningún valor económico (Navarro, y otros, 1995 pág. 12).

2.2.2. Tipos de recuperación de residuos

Se plantean tres alternativas de recuperación las cuales están enfocadas en la transformación y aprovechamiento de varios residuos (Vargas, y otros, 2018 pág. 2).

2.2.2.1. Biológica y química

Este tipo de recuperación se aplica para la obtención de productos como pectinas, enzimas, hongos comestibles, fibra dietaria para animales y humanos entre otros productos mediante procesos como el compostaje u otro tipo de proceso según sea el caso (Vargas, y otros, 2018 pág. 2).

2.2.2.2. Obtención de combustibles

Este tipo de proceso busca la obtención de un combustible natural y menos contaminante como es el biogás a partir de la utilización de varios residuos (Vargas, y otros, 2018 pág. 2).

2.2.2.3. Procesos térmicos

Se basa en la reducción de residuos y en la obtención de energía mediante los gases, líquidos y sólidos desprendidos por la descomposición de los residuos aplicando varios métodos para su obtención como es la pirolisis, incineración entre otros métodos ya existentes (Vargas, y otros, 2018 pág. 2).

2.3. Generalidades del plátano macho (*Musa balbisiana*)

El plátano macho *Musa balbisiana* tiene su origen en el continente asiático, pero también es producido en países pertenecientes a los continentes de Sudamérica y América del centro, teniendo una producción de millones de toneladas a nivel mundial (Zapata, y otros, 2020 pág. 37). Es un producto alimenticio muy utilizado y consumido por la población ya que presenta un gran valor nutricional, una de las principales propiedades que presenta el plátano es una fuente rica en potasio con relación a otros alimentos. Otro de los nutrientes presentes en este alimento son las vitaminas A, B, C y D siendo de gran beneficio para la salud del organismo (López, y otros, 2014 pág. 1).

Ecuador es uno de los países con mayor exportación de plátano siendo reconocido por su calidad ya que posee un factor climático apropiado para un buen desarrollo del producto existiendo disponibilidad de este todo el año (Aragón, y otros, 2020 pág. 2). Ecuador cuenta con un aproximado de 162.236 hectáreas de sembríos de banano y según informes del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) el país produce entre 1200 y 1400 cajas por hectárea

produciendo así aproximadamente 8'278.260,65 millones de toneladas de plátano tanto para la exportación nacional como la internacional (MAGAP, 2022 pág. 1).

2.3.1. Composición química y bioquímica del plátano macho

Como se ha evidenciado el plátano al momento de la cosecha presenta un color verde, pero al pasar el tiempo esta toma un color amarillo. El almidón es uno de los compuestos mayormente presentes en el plátano macho el cual a medida que este madura se convierte en azúcares sencillos (Guerrero, 2018 pág. 6).

Tabla 2-1: Composición química y bioquímica del banano y el plátano

Componente	Unidad	Plátano Inmaduro	Plátano Maduro
Energía	Kcal	91	122
Agua	g	63	65
Proteína	g	0.8	1.3
Lípidos totales	g	0.1	0.37
Carbohidratos	g	24.3	32
Fibra dietaria	g	5.41	2.0-3.4
Na	mg		4.0
K	mg		500
Ca	mg	7	3.0
Mg	mg	33	35.0
P	mg	35	30
Fe	mg	0.5	0.6
Cu	mg	0.16	
Zn	mg	0.1	
Mn	mg	15	
Eq. Betacroteno		0.03-1.20	390-1035
Vitamina E	mg		
Vitamina C	mg	20	20

Fuente: (Guerrero, 2018 pág. 8).

Realizado por: Arellano, 2022

2.4. Cascara de plátano macho

La cascara de plátano ya sea en su estado verde o maduro han sido utilizadas como alimentos para animales y para abonos de cultivos siendo este último perjudicial para el medio ambiente. En la actualidad se han realizado varios estudios de su aprovechamiento para la obtención de nuevos productos ya sea en alimentos, bioplásticos, papel, etc. Los cuáles serán de gran beneficio tanto para la salud como para el medio ambiente (Fernández, y otros, 2018 págs. 4-5).

2.4.1. *Propiedades de la cascara de plátano macho*

Tabla 1-2: Composición química de la cascara de plátano

Componentes	Cascara de plátano verde y banano maduro	Cascara de banano
% Humedad	91,62	95,66
% Proteína cruda	5,19	4,77
% Fibra cruda	11,58	11,95
Energía bruta, kcal	4383	4592
% Calcio	0,37	0,36
% Fosforo	0,28	0,23
% Ceniza	16,30	14,58

Fuente: (Fernández, et al, 2018, pág. 5).

Realizado por: Arellano, 2022

2.5. Dieta vegetariana

Se puede definir a una persona vegetariana como aquella que no consume en lo absoluto carne o productos derivados de la misma incluyendo alimentos como el pescado y los mariscos según sea el caso (Le Roy, y otros, 2010 pág. 1). Este tipo de dietas siempre que sean bien planificadas aportaran gran beneficio a la salud, no obstante, en algunas ocasiones pueden presentar riesgos ya que en los alimentos consumidos se puede evidenciar un déficit de nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del organismo (García, y otros, 2020 pág. 1).

2.6. Carne vegetal

Este tipo de carne se obtiene a partir de productos vegetales presentando características similares a la carne convencional ya sea en su sabor, color, textura entre otros aspectos (Audino, y otros, 2020 pág. 5).

2.7. Hamburguesa vegetariana

Está constituida por varios tipos de vegetales ya sea legumbres, cereales, verduras, especias para condimentar y conservantes. Presentan forma redonda y aplanada, su preparación es similar a otras carnes y se la puede hacer en un freidor, al horno o a la parrilla dependiendo el gusto de cada persona (Sánchez, 2015 pág. 24).

2.8. Proceso de elaboración de carne vegetal

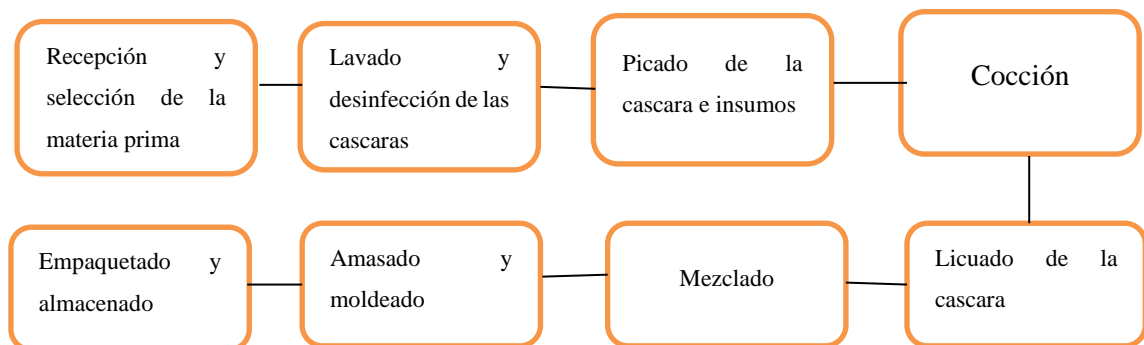


Ilustración 2-1: Proceso de elaboración de carne vegetal

Fuente: (Zapata, y otros, 2020 pág. 81).

Realizado por: Arellano, 2023

2.9. Análisis sensorial

Es un método que determina o evalúa la calidad de un producto o materia prima en base a sus propiedades organolépticas ya sea en su sabor, textura, color y olor. Logrando así la aceptación del mismo. Hoy en día existen varias pruebas o métodos instrumentales que ayudan a obtener análisis eficientes sobre la calidad del producto (Mondino, y otros, 2003 pág. 1).

2.10. Análisis bromatológico

Se puede definir como una ciencia que se encarga del estudio de la composición, nutrientes presentes, propiedades físicas y químicas de los alimentos entre otros aspectos que influyan en su calidad y seguridad alimentaria cumpliendo con los rangos y parámetros de normas ya establecidas (Neysa, 2019 pág. 1).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

Lo que busca el siguiente proyecto es obtener un tipo de carne vegetal a partir de la reutilización de las cascaras de plátano macho (*Musa balbisiana*) a través de estudios y pruebas en el laboratorio con el fin de brindar una nueva alternativa de alimento para una dieta vegetariana y la reducción de la contaminación del medio ambiente que causan estos residuos. Realizando un análisis y evaluación de calidad tanto al residuo como al producto final obtenido.

3.2. Alcance de investigación

La presente investigación a realizar es de carácter exploratorio la cual se realizará en la ciudad de Riobamba donde se recolectará muestras de centros gastronómicos de la ciudad para analizar, investigar e interpretar datos y variables que influyan en la elaboración de la carne vegetal de esta manera se podrá conocer la viabilidad del proyecto contribuyendo a futuras investigaciones o a las ya existentes.

3.3. Tipo de estudio

El estudio es de campo y documental el cual se va a realizar en los laboratorios de la ESPOCH, mediante varios análisis experimentales para determinar si a partir de la reutilización de la cascara de plátano macho es viable o no la obtención de una carne vegetal, se recopilará varios datos e información que será de gran aporte a la investigación incluso servirá a futuras investigaciones relacionadas al tema de estudio.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación está basado en proyectos realizados anteriormente con relación al tema de estudio en el cual resalta el proceso de elaboración desde la selección de la materia prima hasta la calidad del producto final, constanding de los siguientes pasos:

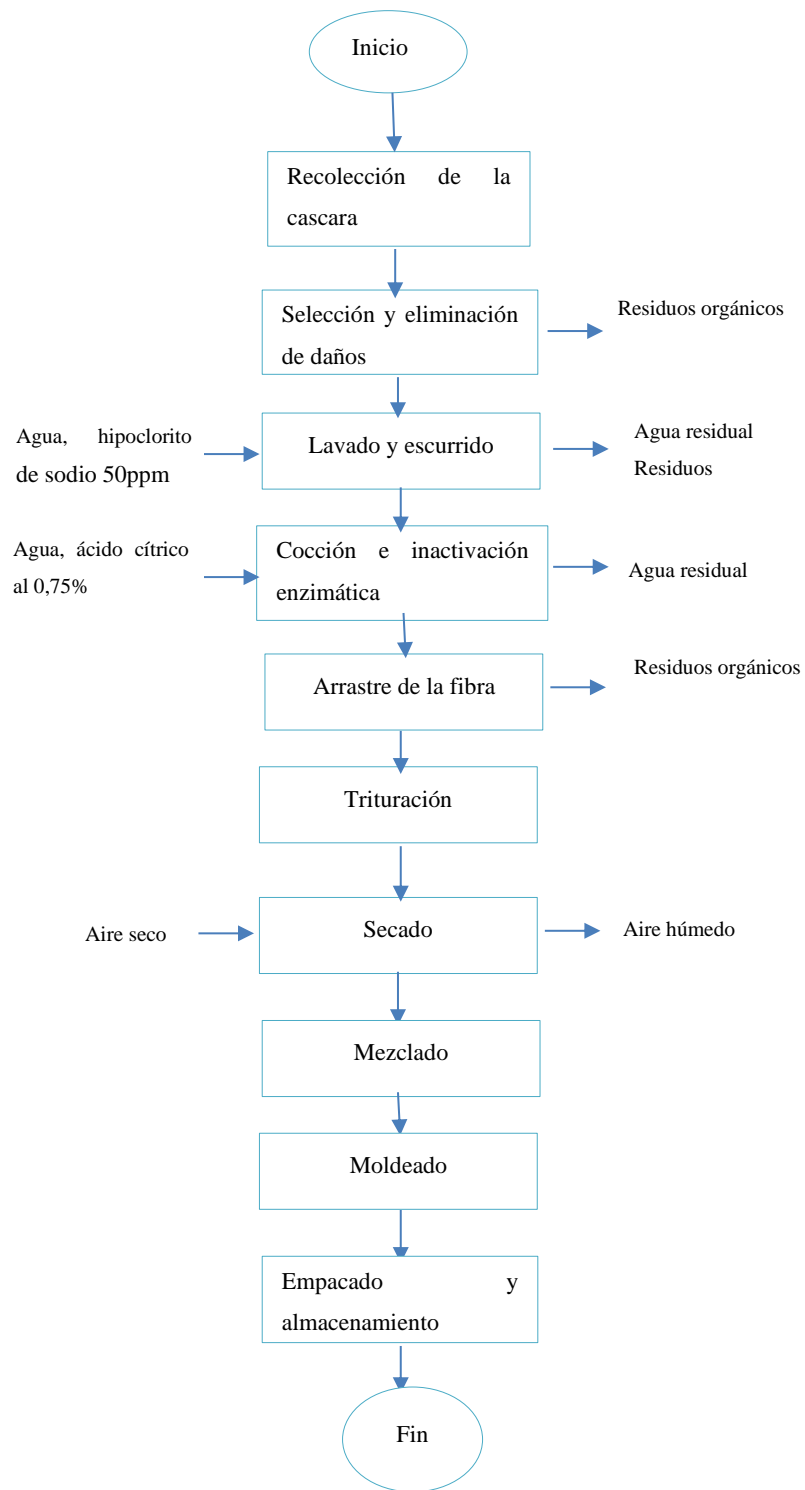
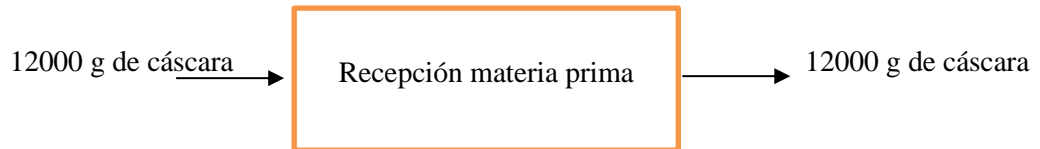


Ilustración 3-1: Proceso de elaboración de carne vegetal a partir de la cascara de plátano macho

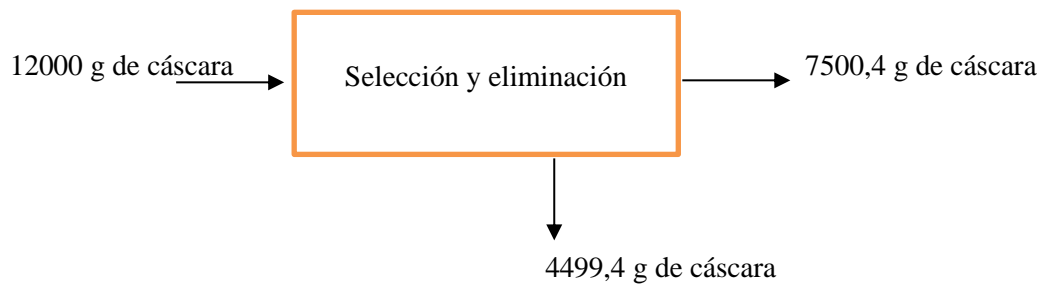
Realizado por: Arellano, 2023

3.4.1. Descripción y balance de masa del proceso

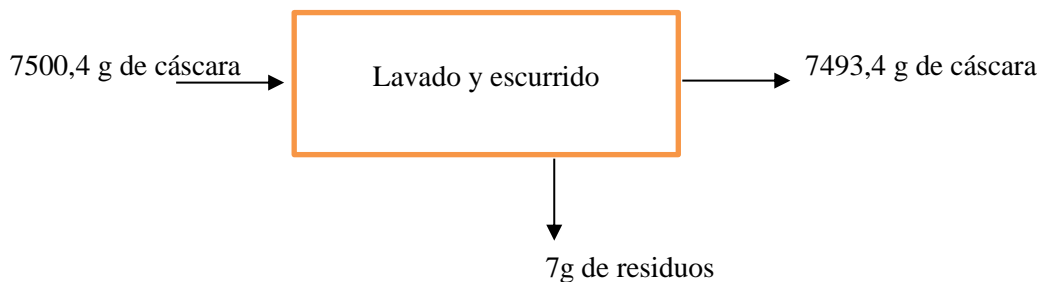
- **Recolección de la materia prima:** Las cascaras de plátano se recolectaron de cuatro centros gastronómicos de la ciudad de Riobamba obteniendo 3000 g de cáscara de cada uno de ellos acumulando un total 12000 g.



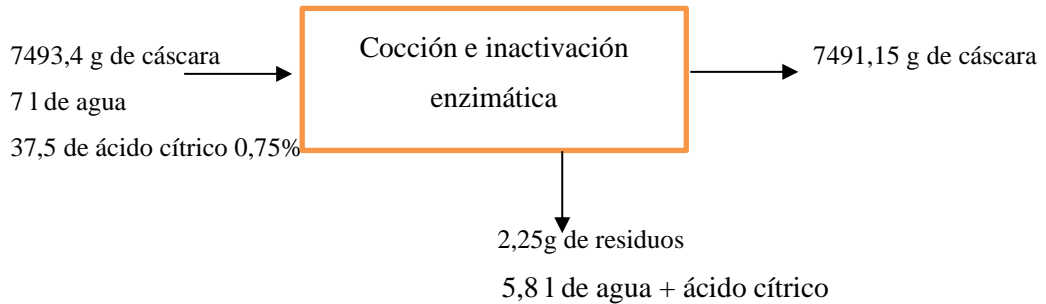
- **Selección y eliminación:** Se selecciona las cascaras considerando el estado de madurez las cuales deben ser de color verde únicamente para luego eliminar las partes oscuras por daños mecánicos que presente la cascara basándonos en la norma INEN 2801.



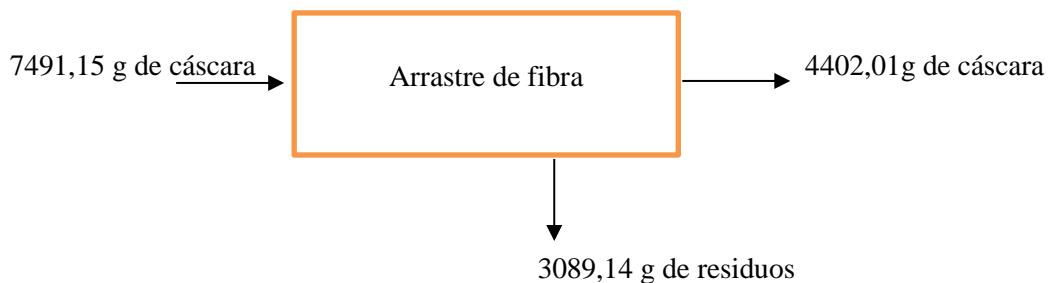
- **Lavado y escurrido:** Se procede a lavar las cascaras con abundante agua y con una solución de hipoclorito de sodio el cual ayuda a la desinfección y eliminación de residuos de plaguicidas utilizados en las plantaciones, para luego escurrir y eliminar el agua con residuos. Se debe realizar mínimo 3 lavados.



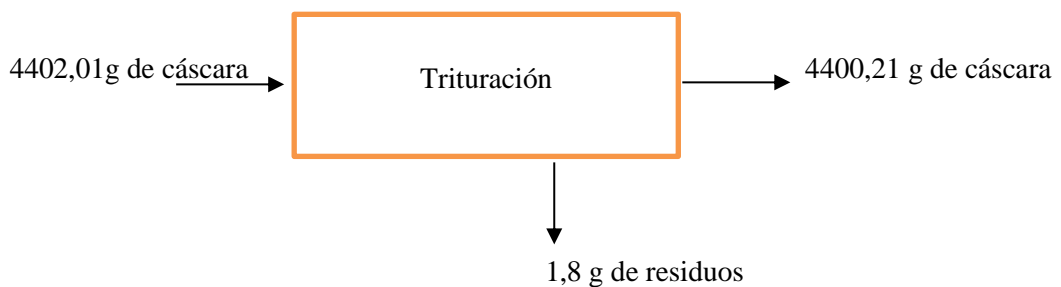
- Cocción e inactivación enzimática:** En esta etapa se cocinan las cáscaras previamente desinfectadas mediante el uso de una olla de acero inoxidable, agregando 7 litros de agua hasta cubrir los 7493,4 g de cáscaras a utilizar luego agregamos 37,5 ml de solución de ácido cítrico al 0,75% el cual se utilizara para inactivar las enzimas presentes en las cáscaras y así evitar el deterioro acelerado de las mismas, hasta alcanzar la temperatura de ebullición de 85°C dejando posteriormente 5 min más después de alcanzar dicha temperatura y proceder a apagar y dejar enfriar durante 30min para luego escurrir.



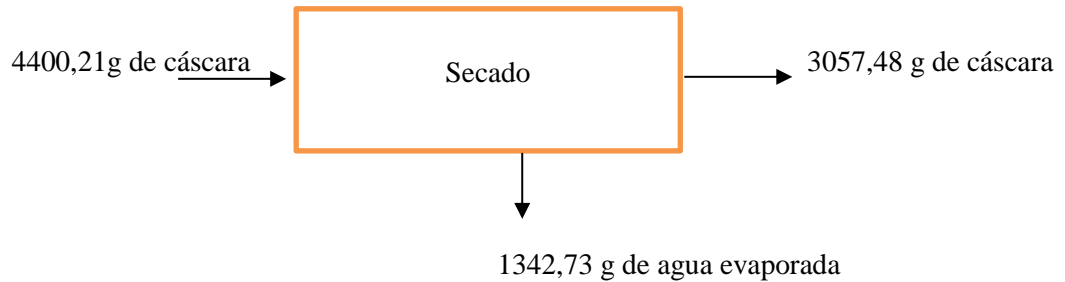
- Arrastre de la fibra:** Una vez cocinada se procede a retirar la fibra de la cáscara la cual se encuentra en la parte interna mediante el uso de un cubierto desechando este residuo y conservando únicamente la cáscara.



- Trituración:** Con ayuda de un triturador se procedió a reducir el tamaño de las cáscaras obteniendo partículas más pequeñas para una mezcla homogénea.



- **Secado:** Esta operación nos ayuda a eliminar un porcentaje de humedad el cual se lo puede realizar con ayuda de un secador de bandejas ya sea a gas o eléctrico a una temperatura de 50°C en un tiempo de 6 horas, pero para una mayor eficiencia se utilizó una temperatura de 70°C en un tiempo de 2 horas logrando así obtener un producto de buena consistencia y calidad.



- **Mezclado:** Se realiza la mezcla de la masa seca con diferentes condimentos en una cantidad total de 324 g de condimentos para los 3057,48 g de cáscara seca obtenida alcanzando un buen sabor y olor similar a la carne condimentada.



- **Moldeado:** se procede amasar y moldear hasta obtener una masa circular de 150g.
- **Empacado y almacenado:** Y finalmente se procede a empacar el producto final y a conservar en una nevera.

Una vez realizado el proceso de elaboración de la carne vegetal se procederá a realizar los análisis físicos-químicos, microbiológicos y sensoriales del producto para asegurar su calidad y seguridad para el consumo.

3.5. Identificación de variables

Tabla 2-1: Identificación de variables del proceso de obtención de carne vegetal

Etapa del proceso	Variable independiente	Variable dependiente
Cocción de la materia prima	Cantidad de cascara de plátano Tiempo	Temperatura
Secado de la masa	Tiempo	Humedad Temperatura (50,70,77°C)

Realizado por: Arellano, 2023

3.6. Determinación de la fórmula adecuada para el tipo de producto

A continuación, se presenta las formulaciones utilizadas para la elaboración de carne vegetal los cuales nos aportaran el sabor, olor y consistencia adecuada para nuestra carne.

Tabla 3-2: Formulación N°1

Ingredientes	g
Cascara	100
Ajo en polvo	0,7
Tomate	8
Cebolla	4
Pimientos	4
Sal	0,7
Comino	0,3

Realizado por: Arellano, 2023

En esta primera formulación se pudo observar que la masa de la carne no fue consistente ya que la cáscara presentaba gran cantidad de humedad por lo que la masa no fue compacta además tuvo un agradable sabor, pero en relación a su sabor se rechazó la formulación. A partir de estos inconvenientes se realizó una segunda formulación donde se aplicó el proceso de secado y se agregó más cantidad de materia prima para regular el sabor.

Tabla 3-3: Formulación N°2

Ingredientes	g
Cascara	150
Ajo en polvo	0,7
Tomate	8
Cebolla	4
Pimientos	4
Sal	0,7
Comino	0,3

Realizado por: Arellano, 2023

En esta segunda formulación se pudo observar un poco en la mejora de la consistencia, pero al freír la masa no se mantenía compacta, en cuanto a su sabor por el aumento de masa resulto ser insípido. Para solucionar esta problemática se realizó una tercera formulación en la que se agregara harina para mejorar la consistencia y se cambiara la cantidad de los condimentos para mejorar el sabor en relación a los 150 gr utilizados.

Tabla 3-4: Formulación N°3

Ingredientes	G
Cascara	150
Ajo en polvo	1,2
Tomate	6
Cebolla	8
Pimientos	4
Sal	1,2
Comino	0,5
Harina	18

Realizado por: Arellano, 2023

Esta formulación resulto ser la adecuada en tanto al sabor, olor y consistencia de la carne siendo agradable y apta para el consumo. Realizando la caracterización del producto final se pudo obtener una carne con valor nutricional e inocuidad aceptables para el consumidor.

**CAPÍTULO IV:
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Datos obtenidos

4.1.1. Producción de masa para carne vegetal tipo hamburguesa

Para la producción de la carne vegetal se procedió a realizar diferentes procesos para la obtención de la masa a base de cascara de plátano macho como son selección, cocción, arrastre de fibra, trituration, secado y condimentación.

En la siguiente tabla se observa los pesos obtenidos durante la elaboración de la carne vegetal:

Tabla 4-1: Pesos obtenidos durante el proceso de elaboración de la masa

Pesos (g)	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
Peso inicial cascara	2500,25	2500,12	2500,03
Peso cascara seleccionada y arrastre de fibra	1333,37	1438,3	1630,34
Peso cascara seca	1105,65	1243,25	708,58
Peso de la masa final y condimentos	1213,65	1351,25	816,58

Realizado por: Arellano, 2023

4.1.2. Datos del proceso de secado para cada tratamiento

Tabla 4-2: Datos de la operación del secado a 50°C para el bloque 1

Θ (h)	B1 (g)	B2 (g)	B3 (g)
0	400,22	425,10	508,05
0,5	390,13	414,41	495,28
1	384,13	407,70	487,62
1,5	376,09	399,16	477,41
2	372,87	390,80	472,30
2,5	368,84	386,62	467,19
3	362,79	382,44	459,53
3,5	348,68	376,17	441,66
4	344,65	361,54	436,55
4,5	340,62	357,36	431,44
5	326,51	353,18	429,44

5,5	320,46	349,36	420,77
6	318,44	345,07	412,10

Realizado por: Arellano, 2023

Tabla 4-3: Datos de la operación del secado a 70°C para el bloque 2

Θ (h)	B1 (g)	B2 (g)	B3 (g)
0	501,17	415,01	522,12
0,17	495,28	409,12	513,21
0,34	490,48	404,32	490,02
0,51	480,34	394,18	487,21
0,68	476,12	390,02	483,17
0,85	465,2	383,10	478,13
1,02	462,11	377,01	472,02
1,19	457,03	369,05	466,38
1,36	453,15	362,20	461,25
1,53	447,05	356,39	458,44
1,7	443,21	354,18	456,29
2	438,02	351,12	454,11

Realizado por: Arellano, 2023

Tabla 4-4: Datos de la operación del secado a 77°C para el bloque 3

Θ (h)	B1 (g)	B2 (g)	B3 (g)
0	519,21	551,11	560,02
0,33	343,19	375,09	399,77
0,67	256,02	287,92	239,52
1	223,31	250,22	235,05

Realizado por: Arellano, 2023

Θ= Tiempo de secado en horas

4.2. Cálculos

4.2.1. Cálculos para la elaboración de carne vegetal

4.2.1.1. Humedad en base seca presente en cada tratamiento

La humedad en base seca se realizó mediante la ecuación descrita a continuación para cada uno de los tratamientos.

$$X_{bs} = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa solido seco}}$$

Ecuación 1-4: Humedad en base seca

$$X_{bs} = \frac{443,21 - 438,02}{438,02}$$

$$X_{bs} = 0,004 \text{ g agua / g solido seco}$$

4.2.1.2. Rendimiento de la materia prima

El rendimiento de la materia prima utilizada en la elaboración de la masa para carne vegetal se realizó en base a la siguiente ecuación.

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final de la cascara}}{\text{Peso inicial de la cascara}} * 100$$

Ecuación 2-4: Rendimiento de la masa obtenida

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{3057,48}{7500,4} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 40,8\%$$

4.2.1.3. Rendimiento de la elaboración de carne vegetal en cada tratamiento en relación al secado

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{438,05}{501,17} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 87,40\%$$

4.3. Resultados

4.3.1. Resultados de la humedad en base seca obtenidos para cada uno de los tratamientos

Tabla 4-5: Humedad en base seca a 50°C del bloque 1

Θ (h)	B1 (g)		B2 (g)		B3 (g)	
	Msh	Xbs	Msh	Xbs	Msh	Xbs
0	400,22	0,257	425,10	0,229	508,05	0,233
0,5	390,13	0,225	414,41	0,198	495,28	0,202
1	384,13	0,206	407,70	0,179	487,62	0,183
1,5	376,09	0,181	399,16	0,154	477,41	0,158
2	372,87	0,171	390,80	0,131	472,30	0,146
2,5	368,84	0,158	386,62	0,118	467,19	0,134
3	362,79	0,139	382,44	0,106	459,53	0,115
3,5	348,68	0,094	376,17	0,088	441,66	0,072
4	344,65	0,082	361,54	0,046	436,55	0,059
4,5	340,62	0,069	357,36	0,034	431,44	0,047
5	326,51	0,025	353,18	0,022	429,44	0,025
5,5	320,46	0,006	349,36	0,011	420,77	0,021
6	318,44	0	345,07	0	412,10	0

Realizado por: Arellano, 2023

Θ = Tiempo de secado en horas

Msh= Masa solida húmeda

Xbs= Masa solida seca

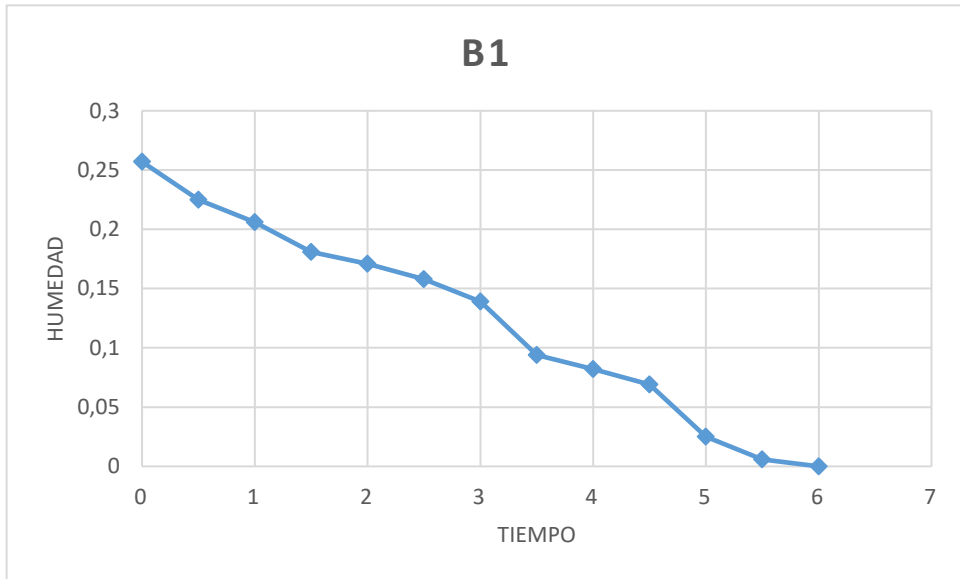


Ilustración 4-1: Curva de humedad B1 (50°C)

Realizado por: Arellano, 2023

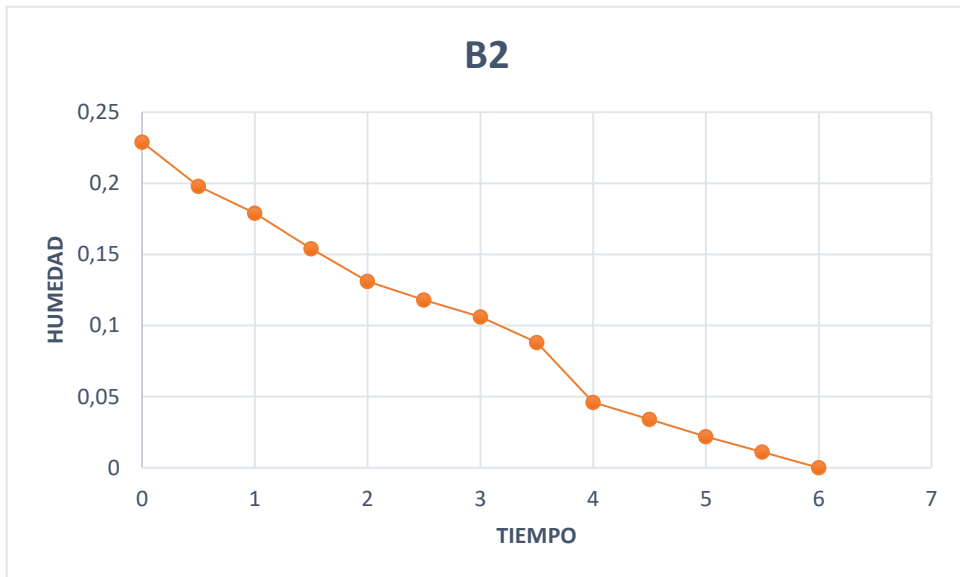


Ilustración 4-2: Curva de humedad B2 (50°C)

Realizado por: Arellano, 2023

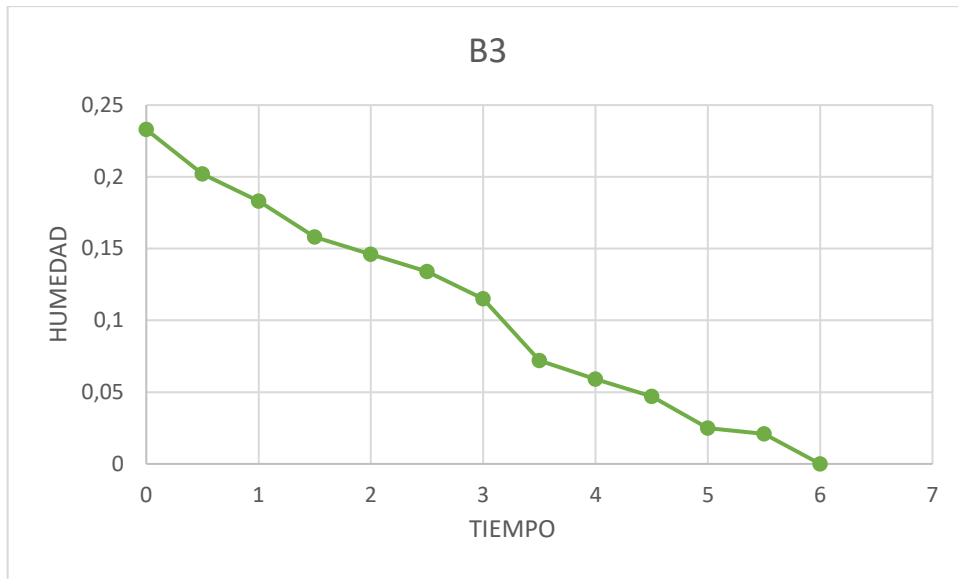


Ilustración 4-3: Curva de humedad B3 (50°C)

Realizado por: Arellano, 2023

Los gráficos anteriores nos indican el proceso de eliminación de humedad en cada una de las muestras del bloque 1 a una temperatura de 50°C durante un tiempo de 6 horas en el cual se puede apreciar el descenso o pérdida de una cantidad de agua presente en las masas del primer bloque.

Tabla 4-6: Humedad en base seca a 70°C del bloque 2

Θ (h)	B1 (g)		B2 (g)		B3 (g)	
	Msh	Xbs	Msh	Xbs	Msh	Xbs
0	501,17	0,144	415,01	0,182	522,12	0,149
0,17	495,28	0,131	409,12	0,165	513,21	0,130
0,34	490,48	0,119	404,32	0,152	490,02	0,079
0,51	480,34	0,097	394,18	0,123	487,21	0,073
0,68	476,12	0,087	390,02	0,111	483,17	0,064
0,85	465,2	0,062	383,10	0,091	478,13	0,053
1,02	462,11	0,055	377,01	0,074	472,02	0,039
1,19	457,03	0,043	369,05	0,051	466,38	0,027
1,36	453,15	0,035	362,20	0,032	461,25	0,016
1,53	447,05	0,021	356,39	0,015	458,44	0,009
1,7	443,21	0,012	354,18	0,008	456,29	0,004
2	438,02	0	351,12	0	454,11	0

Realizado por: Arellano, 2023

Θ = Tiempo de secado en horas

Msh= Masa solida húmeda

Xbs= Masa solida seca

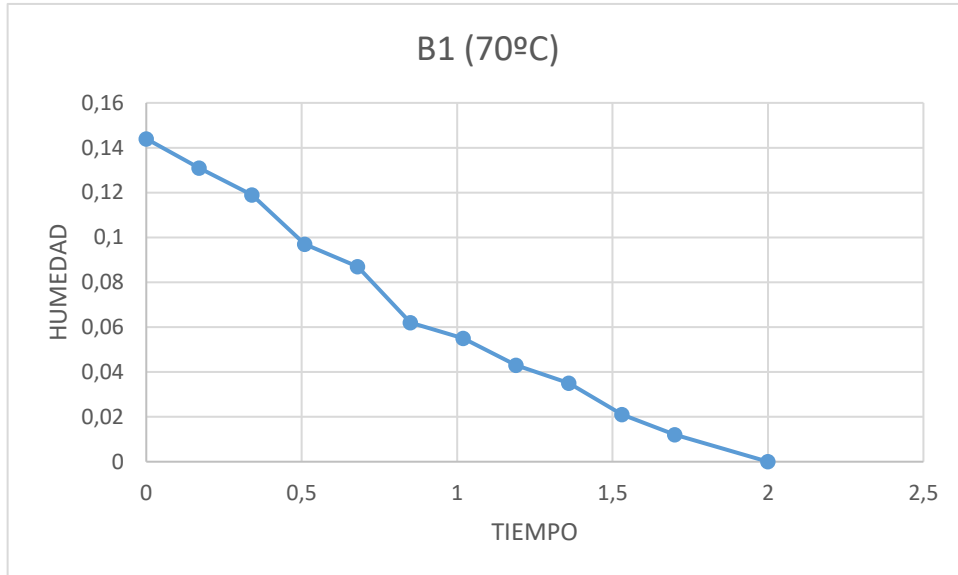


Ilustración 2-4: Curva de humedad B1 (70°C)

Realizado por: Arellano, 2023

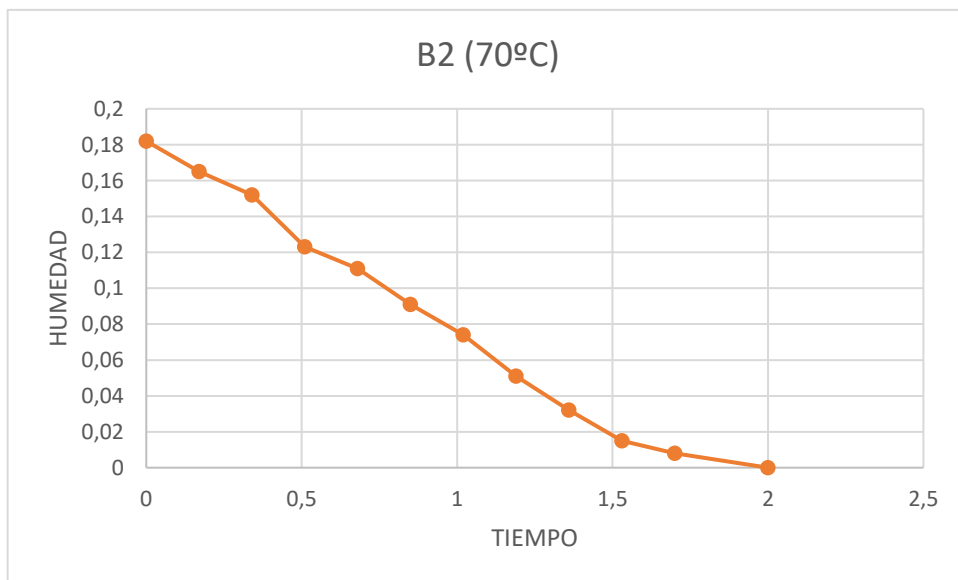


Ilustración 4-5: Curva de humedad B2 (70°C)

Realizado por: Arellano, 2023

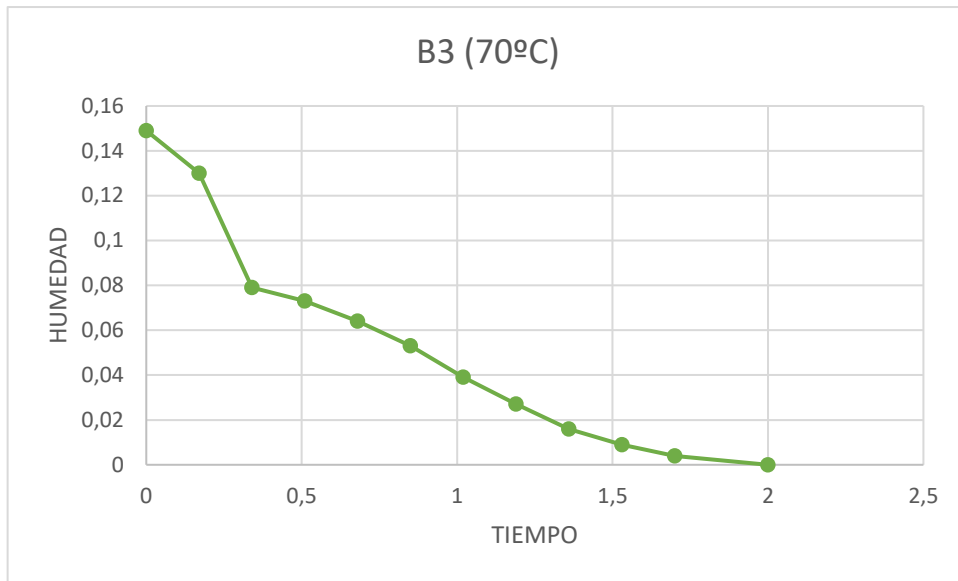


Ilustración 4-6: Curva de humedad B3 (70°C)

Realizado por: Arellano Guadalupe, Valeria, 2023

En los gráficos anteriores podemos observar el proceso de eliminación de humedad en cada una de las muestras del bloque 2 a una temperatura de 70°C durante un tiempo de 2 horas el cual resulta menor que el bloque anterior y en el cual se puede apreciar la pérdida de una cantidad de agua presente en las masas.

Tabla 4-7: Humedad en base seca a 77°C del bloque 3

Θ (h)	B1 (g)		B2 (g)		B3 (g)	
	Msh	Xbs	Msh	Xbs	Msh	Xbs
0	519,21	0,569	551,11	1,202	560,02	1,383
0,33	343,19	0,231	375,09	0,499	399,77	0,701
0,67	256,02	0,063	287,92	0,151	239,52	0,019
1	223,31	0	250,22	0	235,05	0

Realizado por: Arellano, 2023

Θ = Tiempo de secado en horas

Msh= Masa solida húmeda

Xbs= Masa solida seca

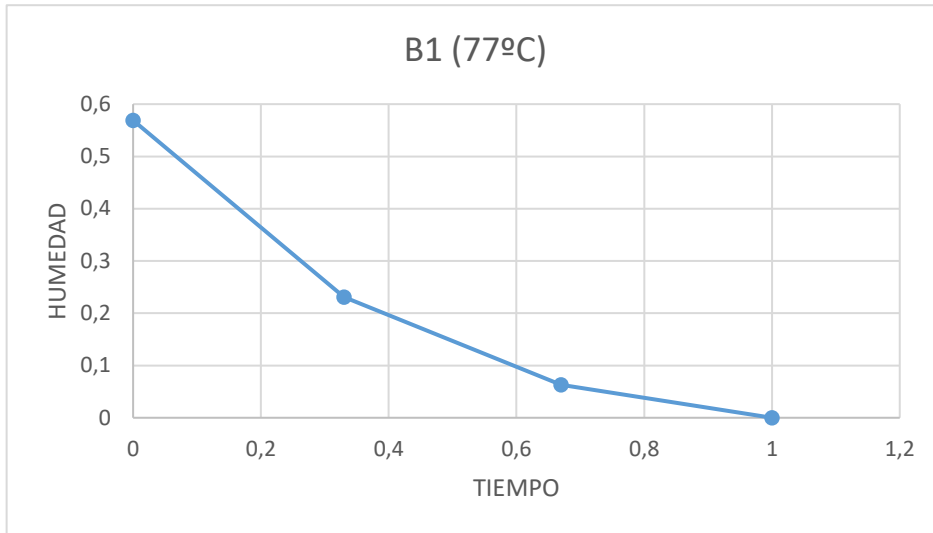


Ilustración 4-7: Curva de humedad B1 (77°C)

Realizado por: Arellano Guadalupe, Valeria, 2023

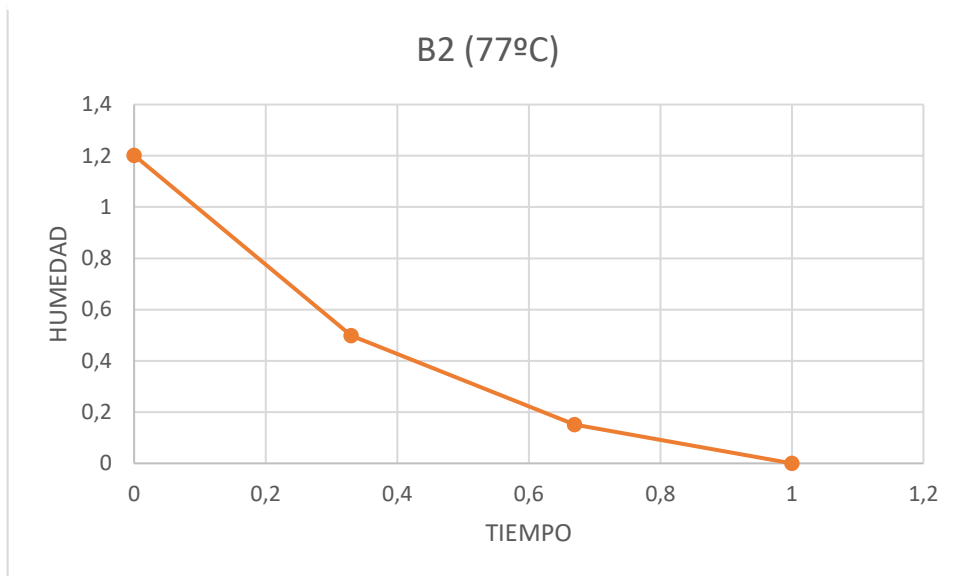


Ilustración 4-8: Curva de humedad B2 (77°C)

Realizado por: Arellano, 2023

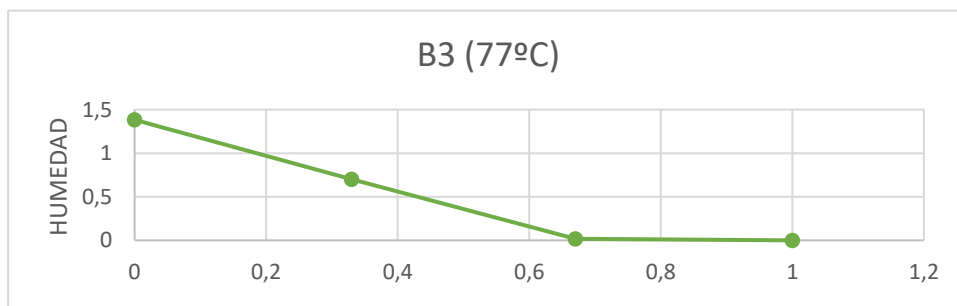


Ilustración 4-9: Curva de humedad B3 (77°C)

Realizado por: Arellano, 2023

Como se puede apreciar en los gráficos anteriores de cada uno de los tratamientos realizados se evidencia que la cáscara de plátano macho contiene gran cantidad de humedad por lo que la operación de secado es un proceso de gran importancia dentro de la elaboración de la masa ya que ayuda a obtener una mejor consistencia y ayuda la conservación del alimento.

4.3.2. Resultados del rendimiento obtenido para cada uno de los tratamientos

Tabla 3-8: Rendimiento de la masa para la elaboración de carne vegetal

BLOQUE	TRATAMIENTO	PESO INICIAL (g)	TEMPERATURA °C	PESO FINAL (g)	RENDIMIENTO %
1	T1	400,22	50	318,44	79,56
	T2	425,10		345,07	81,17
	T3	508,05		412,10	81,11
2	T1	501,17	70	438,05	87,40
	T2	415,01		351,12	84,61
	T3	522,12		454,11	86,97
3	T1	519,21	77	223,31	43,01
	T2	551,11		250,22	45,40
	T3	560,02		235,05	41,97

Realizado por: Arellano, 2023

En la tabla 4-8 se puede observar los distintos tratamientos realizados de acuerdo a la temperatura en la operación de secado para la reducción de un porcentaje de humedad de la masa apreciando los rendimientos de los diferentes tratamientos realizados donde el de menor rendimiento fue el del bloque 3 y el de mayor rendimiento a una temperatura de 70°C es del bloque 2 ya que se evidencia en cada tratamiento porcentajes alto de rendimiento en menor tiempo en comparación del bloque 1 el cual también presenta un rendimiento alto.

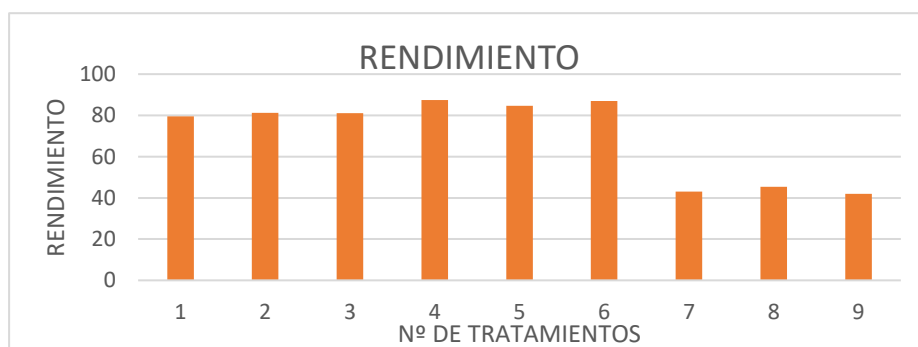


Ilustración 4-10: Rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos

Realizado por: Arellano, 2023

4.3.3. Resultados de la caracterización físico-química y microbiológica del producto terminado

La caracterización de este producto se realizó en el laboratorio de Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos (saqmic) basándonos en la norma NTE INEN 1338 los resultados se presentan a continuación en la tabla 4-9 y la tabla 4-10.

Tabla 4-9: Análisis físico-químico del producto final

Parámetros	Unidad	Resultados
Proteína	%	5.78
Grasa	%	15.9
Fibra	%	9.06
Ceniza	%	4.58
Humedad	%	70.63

Fuente: (saqmic,2023)

Tabla 4-10: Análisis microbiológico del producto final

Determinaciones	Unidad	Resultados
Coliformes totales	%	<10
Escherichia coli	%	<10
Mohos y levaduras	%	500

Fuente: (saqmic,2023)

<10 significa ausencia de crecimiento en disolución 10^{-1}

Los resultados de la caracterización físico-química y microbiológica del producto final nos da a conocer que la carne vegetal a partir de la cascara de plátano macho es apta para el consumo humano ya que presenta un valor nutricional aceptable por su contenido de proteína y fibra, además que resulta ser un producto inocuo convirtiéndolo en un producto de calidad.

4.3.4. Resultados del análisis sensorial del producto terminado

Tabla 4-11: Análisis sensorial del producto final

Color	Marrón oscuro
Olor	Característico a carne condimentada
Aspecto	Heterogéneo granular y con presencia de especias
Consistencia	Totalmente deformable suave

Fuente: (saqmic,2023)

En la tabla 4-11 nos da a conocer las características físicas que presenta la carne vegetal elaborada la cual son aceptables para el consumo ya que presenta un olor y consistencia agradable al igual que su sabor, mientras que su color y aspecto es similar a la carne molida en cocción.

4.3.5. Análisis de la factibilidad tecno-económica del proceso de elaboración.

El proceso de elaboración de carne vegetal resulto ser factible ya que su procedimiento es sencillo y económico donde se realizó operaciones con equipos, materiales y condimentos de fácil adquisición, para la elaboración de esta investigación se hizo uso de materiales y equipos de los laboratorios de la Facultad de Ciencias y de condimentos adquiridos en centros comerciales y mercados de la ciudad de Riobamba así como también la recolección de la materia prima de centros gastronómicos de la misma, los que se presentaran a continuación:

Tabla 4-12: Equipos, materiales y materia prima para la elaboración de carne vegetal

EQUIPOS	Cocina industrial Secador de bandejas Triturador
MATERIALES	Olla de acero inoxidable Cucharas Cuchillos Recipientes plásticos Sarten de acero inoxidable Cernidor Papel aluminio Fundas plásticas

RACTIVOS	Hipoclorito de sodio Ácido cítrico 0,75% Benzoato de sodio
MATERIA PRIMA Y CONDIMENTOS	Cascara de plátano macho Ajo en polvo Tomate Cebolla Harina Aceite Sal Comino Pimiento

Realizado por: Arellano, 2023

4.4. Resultado de los análisis de varianza ANOVA

4.4.1. Hipótesis de análisis estadístico

El método realizado en el software Minitab nos propuso igualdad de varianzas para el análisis determinando las siguientes hipótesis:

Tabla 4-13: Hipótesis de análisis estadístico

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Realizado por: Arellano, 2023

4.4.2. Análisis de varianza

Tabla 4-14: Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	3250,56	1625,28	788,64	0,000
Error	6	12,37	2,06		
Total	8	3262,93			

Realizado por: Arellano, 2023

En la tabla 4-14 se puede observar el análisis de varianza donde se observa el valor de p por el cual se rechaza la hipótesis nula ya que los datos obtenidos no siguen una distribución normal, siendo el valor de p 0,000 menor al de significancia que es de $\alpha = 0,05$ por lo tanto una media es diferente.

4.4.3. Resumen del modelo

Tabla 4-15: Resumen modelo experimental

S	R-cuad	R-cuad (ajustado)	R-cuad (pred)
1,43557	99,62%	99,49%	99,15%

Realizado por: Arellano, 2023

En la tabla 4-15 se puede observar el valor de la desviación estándar (S) el cual es un valor que nos da a entender que los resultados obtenidos de los tratamientos realizados se encuentran muy dispersos. Además, la regresión lineal de r^2 nos da un valor mayor al 99% lo que indica que el modelo experimental aplicado es aceptado.

4.4.4. Análisis de medias

Tabla 4-16: Análisis de medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	80,613	0,913	(78,585;82,641)
T2	3	86,327	1,502	(84,299;88,355)
T3	3	43,46	1,76	(41,43; 45,49)

Realizado por: Arellano, 2023

La tabla 4-16 nos muestra el valor de desviación estándar de cada uno de los tratamientos realizados los que nos indican que los resultados se encuentran dispersos obteniendo así una desviación estándar agrupada de 1,43557 un valor que nos da a conocer que los resultados se encuentran muy dispersos de la media.

4.4.5. Comparaciones en parejas de Tukey

El método de Tukey utilizado para el análisis ANOVA nos ayuda a agrupar la información utilizando una confianza de 95%.

Tabla 4-17: Comparaciones de Tukey

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2	3	86,327	A
T1	3	80,613	B
T3	3	43,46	C

Realizado por: Arellano, 2023

En la tabla 4-17 de las comparaciones de Tukey se puede evidenciar que cada una de las medias no comparte una letra por lo que resulta ser cada tratamiento significativamente diferente, siendo el más eficiente y con más porcentaje de rendimiento el T2, seguido del T1 con una diferencia mínima de rendimiento al tratamiento anterior, pero con un valor de temperatura y tiempo muy diferente como ya se analizó anteriormente.

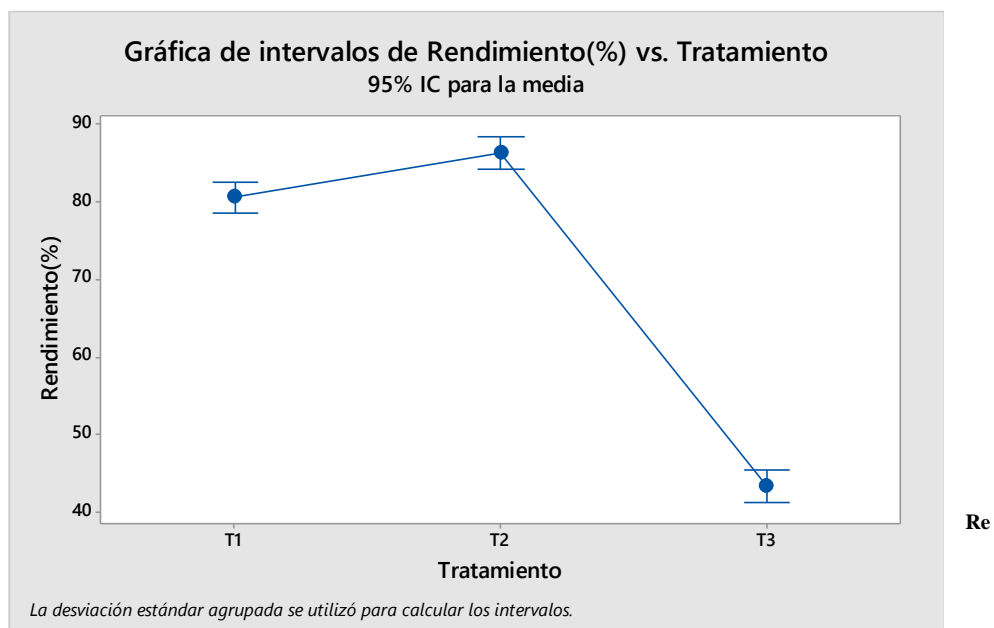


Ilustración 4-11: Grafica del rendimiento en cada tratamiento

Realizado por: Arellano Guadalupe, Valeria, 2023

En el gráfico se puede observar de mejor manera la diferencia de rendimiento de cada uno de los tratamientos realizados con un intervalo de confianza del 95% siendo T2 el que presenta un intervalo mayor de rendimiento entre (84,299; 88,355) el que resulta ser eficiente para la elaboración de carne vegetal a partir de la cascara de plátano.

4.5. Comprobación de la hipótesis

De acuerdo al resultado obtenido es posible la reutilización y aprovechamiento de la cascara de plátano macho (musa balbisiana) para la elaboración de una carne vegetal mediante un proceso sencillo y factible, presentando valor nutricional de beneficio para una dieta vegetariana equilibrada además de que resulta ser una alternativa para reducir la contaminación del medio ambiente producida por la descomposición de este residuo.

Para el estudio de esta investigación se realizó 9 repeticiones a distintas temperaturas, mediante el análisis ANOVA se determinó que el tratamiento del bloque 2 a una temperatura de 70°C y en un tiempo aproximado de 2 horas de secado resulta ser el mejor tratamiento ya que se obtuvo un rendimiento alto del aprovechamiento de la materia prima sin embargo el tratamiento del bloque 1 resultó ser igual de eficiente a 50°C pero el tiempo de secado resultó ser mayor al bloque 2 por lo que este último resulta ser más viable y eficaz en cuanto a tiempo y costos económicos. Además, mediante el análisis estadístico realizado en el Software Minitab se rechazó la hipótesis nula ya que los datos obtenidos no siguen una distribución normal, siendo el valor de p 0,000 menor al de significancia que es de $\alpha = 0,05$.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se elaboró una carne vegetal tipo hamburguesa mediante la reutilización de la cáscara de plátano macho (musa balbisiana) siguiendo un proceso que consta de varias etapas desde la selección, lavado, cocción, arrastre de fibra, trituración, secado y condimentación ayudándonos a obtener un producto bueno y de calidad.

Se conoció mediante recopilación de información el valor nutricional de la cáscara presentando un valor energético de 35,3 kcal por cada 100 g de cáscara, cantidades de proteína y fibra aceptables para el consumo y beneficio del ser humano ayudando al buen funcionamiento del sistema digestivo, se conoció los efectos positivos que aporta a la salud siendo una alternativa para una dieta vegetariana equilibrada ya que se podrá aprovechar el valor nutricional de la carne vegetal compensando en un porcentaje el déficit de nutrientes presentes en este tipo de dietas vegetarianas además de que se reduce la contaminación ambiental por el mal aprovechamiento de este residuo.

Se analizó las variables de control para el proceso de elaboración las cuales son humedad, temperatura y tiempo tanto para el proceso de cocción y de secado de la materia prima mediante un proceso experimental de 9 tratamientos realizados a temperaturas de 50,70 y 77°C presentando un rendimiento mayor a 80% los tratamientos realizados en el bloque 2 en un tiempo aproximado de 2 horas en relación a la operación de secado pero también se pudo evidenciar un buen rendimiento en los tratamientos del bloque 1 a una temperatura de 50°C en un tiempo aproximado de 6 horas mayor tiempo del bloque 2.

Se identificó las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del producto obtenido siguiendo la norma NTE INEN 1338 donde se obtuvo un 5,78% de proteína y 9,06% de fibra en relación a la caracterización físico-química, mientras que la microbiológica se obtuvo un resultado de ausencia de coliformes totales y escherichia coli sin embargo se obtuvo presencia de levaduras ya que se utilizó harina en la formulación por otro lado tenemos el análisis sensorial en el cual se pudo caracterizar la carne vegetal en base a su color, olor, aspecto, sabor y consistencia mostrando resultados positivos en la formulación N°3 resultando apto para el consumo humano. Otro punto que se analizó es la factibilidad tecno-económica del proceso resultando ser un proceso económico y de baja complejidad con equipos, materiales y condimentos fáciles de adquirir, logrando la elaboración de un producto de calidad y apto para el consumo por lo que se puede decir que el proceso realizado es viable tanto en la parte técnica como en la económica.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de un procesador de alimentos semi-industrial para el proceso de trituración y de esta manera lograr conseguir una mejor consistencia y aspecto para la masa de la carne vegetal.

Se debe limpiar y desinfectar correctamente los materiales y equipos que se utilice para evitar contaminaciones en el producto obtenido.

Realizar en el menor tiempo posible el proceso de arrastre de la fibra de la cascara para evitar el deterioro de la materia prima por las condiciones del medio en el que se encuentre.

Buscar el proceso adecuado para lograr conservar y prolongar el tiempo de vida útil del producto.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN , Miguel. CÁSCARA DE PLÁTANO (Musa AAB) COMO UN NUEVO RECURSO DE FIBRA DIETARIA: APLICACIÓN A UN PRODUCTO CÁRNICO. *Repositorio UNAL*. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de octubre de 2022.] <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51519/1015397077.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARAGÓN, J; et al. Cadena de producción y comercialización del banano (Musa balbisiana): UN análisis en la Provincia de el Oro. *Revistas La Molina*. [En línea] 15 de mayo de 2020. [Citado el: 16 de octubre de 2022.] https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1517/pdf_8.

AUDINO, Annalisa; et al. Los sustitutos de la carne. *Slow Food*. [En línea] marzo de 2020. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] https://www.slowfood.com/wp-content/uploads/2021/01/ESP_sustitutos_de_la_carne_def.pdf.

COLMENARES, María José. ELABORACIÓN DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE CLÓN HARTÓN COMÚN PARA LA FORMULACIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA PARA AREPAS A BASE DE PLÁTANO: MAÍZ. *Repositorio UCV*. [En línea] noviembre de 2009. [Citado el: 01 de febrero de 2023.] <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/8988/1/Tesis%20COLMENARES%20LEAL.pdf>.

DEJO, Falla. PROCESO DE ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO. *Repositorio UNPRG*. [En línea] 2019. [Citado el: 22 de febrero de 2023.] <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3970/BC-TES-TMP-2731.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwjTnND5o6n9AhUDTDABHYfjCC8QFnoECCMQAQ&usq=AOvVaw275NTxyRbFaYO7xFTGOWGv>.

DUQUE, Sergio. CÁSCARAS DE PLÁTANO FUENTE DE GLUCOSA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. *INTEREMPRESAS*. [En línea] 18 de julio de 2020. [Citado el: 22 de febrero de 2023.] <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/309392-Cascaras-de-platano-fuente-de-glucosa-para-la-industria-alimentaria.html>.

FERNÁNDEZ, Raúl; et al. [En línea] 20 de febrero de 2018. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2018/02/20/articulo_2018220141731.pdf.

FERNÁNDEZ, Raúl; et al. DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS APARTIR DE LAS CASCARAS DEL PLÁTANO. *UNEMI*. [En línea] 20 de febrero de 2018. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2018/02/20/articulo_2018220141731.pdf.

GARCÍA , Alma; et al. DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CÁSCARAS DE VEGETALES PARA USO COMO MATERIA PRIMA EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS. *ITCA-FEPADE*. [En línea] 04 de abril de 2019. [Citado el: 01 de febrero de 2023.] https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/03/1151075/rt2019_cascaras-de-vegetales.pdf.

GARCÍA, Elena; et al. ¿Son las dietas vegetarianas nutricionalmente adecuadas? Una revisión de la evidencia científica. *Scielo*. [En línea] 17 de febrero de 2020. [Citado el: 18 de octubre de 2020.] https://www.researchgate.net/publication/333896875_Son_las_dietas_vegetarianas_nutricionalmente_ade cuadas_Una_revision_de_la_evidencia_cientifica.

GUERRERO, Xavier. Caracterización de ácidos grasos en plátano maduro frito. *Repositorio Uzuay*. [En línea] 2018. [Citado el: 16 de octubre de 2022.] <https://dspace.uzuay.edu.ec/bitstream/datos/8369/1/14089.pdf>.

HARO, Ana; et al. Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de Las Ciencias*. [En línea] 2 de mayo de 2017. [Citado el: 15 de octubre de 2022.] <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6325873.pdf>.

LE ROY, Catalina; et al. Dieta vegetariana en la edad pediátrica. *Academia*. [En línea] 2010. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60348043/dieta_vegetariana_en_la_edad_pediatica20190820-47494-tubje3-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666141124&Signature=VwbC0jqTJquVG8P94raaqflqRT0MrrpS2IZpykQJ31cVnsEcn4e92zPkCNlcech~hwWTtBfzOlzH5uZOxqFFCyU59fjjsT.

LÓPEZ, Blasco; et al. [En línea] Universidad Veracruzana, diciembre de 2014. [Citado el: 8 de julio de 2022.] https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41063692/propiedades_platano-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657572479&Signature=Nj3fu03tt5cn8O474HXt3Cth~PVdBNmFJ3bnD13qdDsCjMmDKKT~fUPQtQL~i5mEIJkyJYdk5tIG7rA3tAWmT4ecKH8LvF8R0mRosqdXgrAa6OOLKbRlgAlAXyW0BNl1yqIf662k.

MAGAP. MAGAP fijó nuevo precio para la caja de banano. *MAGAP*. [En línea] 2022. [Citado el: 23 de octubre de 2022.] <https://www.agricultura.gob.ec/magap-fijo-nuevo-precio-para-la-caja-de-banano/#:~:text=Inform%C3%B3%20que%20al%20momento%20en,que%20es%20una%20media%20regional..>

MONDINO, María; et al. EL ANÁLISIS SENSORIAL, UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DESDE EL CONSUMIDOR. *Repositorio UNR*. [En línea] 2003. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/554/EI%20an%C3%A1lisis%20sensorial%20una%20herramienta%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20desde%20el%20consumidor.pdf?sequence=1>.

MOREIRA, Karina. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA CÁSCARA DE BANANOS (MUSA PARADISIACA) Y PLÁTANOS (MUSA SAPIENTUM) PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO. *Repositorio UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*. [En línea] UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, agosto de 2013. [Citado el: 8 de julio de 2022.] <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3666/1/1113.pdf>.

NAVARRO, Pedreño; et al. RESIDUOS ORGÁNICOS Y AGRICULTURA. *Researchgate*. [En línea] 1995. [Citado el: 16 de octubre de 2022.] https://www.researchgate.net/profile/Jose-Navarro-Pedreno/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura/links/02e7e515e8998b0bdb000000/Residuos-organicos-y-agricultura.pdf.

NEYSA, Garcia. ANÁLISIS BROMTOLOGICO. *UMSS*. [En línea] 15 de enero de 2019. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] <http://hdl.handle.net/123456789/13143>.

PINO, Ángela; et al. INGESTA DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL VERSUS ORIGEN VEGETAL Y RIESGO CARDIOVASCULAR. *SCIELO*. [En línea] septiembre de 2009. [Citado el: 15 de octubre de 2022.] <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v36n3/art03.pdf>.

PRADILLO, Laura. CONSECUENCIAS DE LA DIETA VEGANA EN ADOLESCENTES. *Repositorio Universidad Autónoma de Madrid*. [En línea] Universidad Autónoma de Madrid, 2019. [Citado el: 8 de julio de 2022.] https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/687928/pradillo_garrido_lauratfg.pdf?sequence=1.

SÁNCHEZ, Daniela. “ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS VEGETARIANAS CON DIFERENTES PRODUCTOS NATURALES (AVENA, LENTEJA) EMPACADAS AL VACIO. RIOBAMBA 2013”. *Repositorio ESPOCH*. [En línea] 2015. [Citado el: 18 de octubre de 2022.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10284/1/84T00377.pdf>.

VARGAS, Yury; et al. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. [En línea] 13 de marzo de 2018. [Citado el: 16 de octubre de 2022.] <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3108/2874>.

VENEGAS, Carlos; et al. ELABORACIÓN DE CARNE A PARTIR DE LA CÁSCARA DE VERDE. *RED Santo Domingo Investiga*. [En línea] 11 de febrero de 2020. [Citado el: 22 de febrero de 2023.] <http://www.redisd.org/index.php/es/poster-I010-bio/436-elaboracion-de-carne-a-partir-de-la-cascara-de-verde-2>.

VERA, José; et al. Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador. *REVISTA UNIVERSITARIA DEL CARIBE*. [En línea] enero de 2021. [Citado el: 15 de octubre de 2022.] <https://www.lamjol.info/index.php/RUC/article/view/11882/13760>.

ZAPATA; et al. [En línea] febrero de 2020. [Citado el: 15 de octubre de 2022.] <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31139/1/594%20O.E..pdf>.

ZAPATA; Doris et al. [En línea] febrero de 2020. [Citado el: 15 de octubre de 2022.] <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31139/1/594%20O.E..pdf>.



ANEXOS

ANEXO A: SELECCIÓN Y LAVADO DE LA MATERIA PRIMA



- a) Selección de la cascara por color y textura
- b) Lavado de la materia prima

ANEXO B: COCCIÓN DE LA CASCARA PARA LA ELABORACIÓN DE LA MASA



- a) Cortado de la cascara
- b) Adición de ácido cítrico 0,75%
- c) Cocción de la cascara

ANEXO C: ARRASTRE Y TRITURACION PARA LA ELABORACION DE LA MASA



- a) Arrastre de la fibra interna de la cascara
- b) Triturado para la reducción de tamaño de la cascara

ANEXO D: SECADO Y OBTENCION DE LA CARNE VEGETAL



- a) Secado de la cascara
- b) Condimentación de la masa obtenida
- c) Amasado y producto final de la carne vegetal

ANEXO E: INFOME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS



INFOME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Fecha: 03 de febrero del 2023
Análisis solicitado por: Srta. Valeria Arellano
Tipo de muestras: Muestras de Carne vegetal
Localidad: Riobamba

Análisis Físico: Sensorial

Color	Marrón oscuro
Olor	Característico a carne condimentada
Aspecto	Heterogéneo granular y con presencia de especias
Consistencia	Totalmente deformable suave

Análisis Químico

Parámetros	Unid.	Método	Resultados
Proteína (BS)	%	INEN 1670	5.78
Grasa (BS)	%	INEN 523	15.9
Fibra (BS)	%	INEN 522	9.06
Ceniza	%	INEN 401	4.58
Humedad	%	INEN 518	70.63

Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 1 529-6	< 10
Escherichia coli	UFC/g	INEN 1 529-8	< 10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 1 529-10	500

< 10 significa ausencia de crecimiento en solución 10⁻¹

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador

saqmic



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 02 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Valeria Noemi Arellano Guadalupe
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1199-DBRA-UPT-2023