

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

Desarrollo de bocaditos peletizados a partir de subproductos de la línea de producción  
de chifles

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros en Alimentos**

Presentado por:

Josseline Scarleth Aldaz Miranda

Josué Alexander Santana Novillo

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2022

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Rommel y Nathalia, por aconsejarme, apoyarme, acompañarme y darme fortaleza en todo este camino difícil que recorrí durante varios años.

A mi hermana Nathaly por ser mi guía y ejemplo por seguir adelante en cada desafío propuesto.

A mí, por no rendirme en este duro desafío y levantarme cada vez más fuerte para continuar mi camino.

.  
A Dios por darme su guía, luz y esperanza en mis momentos difíciles.

**Josseline Scarleth Aldaz Miranda**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, por darme todo su apoyo y haberme acompañado durante mi etapa universitaria.

A mis abuelos, que siempre estuvieron atentos en todo momento.

A mi tío, que me ha aconsejado y brindado toda la confianza para poder culminar mis estudios.

A mis profesores, por haberme instruido en todas las áreas necesarias para la culminación de este proyecto.

A mí, por mantenerme constante y por lograr superarme durante todo este proceso.

**Josué Alexander Santana Novillo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme salud y cuidarme siempre, permitiendo culminar este desafío.

A nuestro tutor PhD. Héctor Palacios, Ing. Luis Plaza y MSc. Andrea Ortega por su apoyo incondicional, ayuda y disposición en este proyecto.

A mi persona especial por ayudarme y ser mi apoyo en esta trayectoria estudiantil, quien me motivó y no me dejó sola en estos últimos años.

A todos mis amigos que hicieron parte en esta aventura, por estudiar juntos, animarme y tener momentos gratos que siempre recordaré, gracias por hacer más llevadera nuestra época estudiante y ahora futuros profesionales y colegas.

**Josseline Scarleth Aldaz Miranda**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, por haberme guiado durante todo mi proceso de formación y por permitirme compartir este logro con mi familia.

A nuestro tutor el PhD. Héctor Palacios, los profesores, Ing. Luis Plaza, Ing. Manuel Fiallos y a la MSc. Andrea Ortega, por brindarnos apoyo y guiarnos de manera satisfactoria en la culminación de este proyecto.

A todos mis amigos que pude hacer durante mi etapa universitaria, con quienes compartí clases, buenos momentos y darnos ánimos en situaciones difíciles.

**Josué Alexander Santana Novillo**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Josseline Scarleth Aldaz Miranda* y *Josué Alexander Santana Novillo* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Josseline Scarleth  
Aldaz Miranda



Josué Alexander  
Santana Novillo

## **EVALUADORES**

.....  
**MSc. Andrea Ortega**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**PhD. Héctor Palacios**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El plátano es considerado, después del arroz el alimento que representa la mayor fuente de ingresos y empleo en países en vías de desarrollo. En Ecuador se cultivan alrededor de 6 millones de toneladas de plátano. La problemática se da en una empresa dedicada a la producción y elaboración de botanas de plátano sabiendo que esta genera en sus líneas de producción aproximadamente una tonelada por semana de residuos de plátano. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar bocaditos paletizados mediante una premezcla de harina de plátano para el aprovechamiento de subproductos y generar valor agregado. En la creación del bocadito extruido se utilizaron 3 ingredientes principales: harina de plátano (HP), harina de yuca (HY) y almidón(M) donde se utilizó análisis bibliográficos para realizar el diseño de mezclas, también se analizaron las muestras por medio de análisis fisicoquímicos y evaluaciones sensoriales de las diferentes combinaciones. En los análisis fisicoquímicos las muestras M3 (50% HP, 30 % HY, 20% M) y M4 (50% HP, 10 % HY, 40% M) obtuvieron mejores resultados. En cuanto la evaluación sensorial las muestras M2 (50% HP, 20 % HY, 30% M) y M4 son las que lograron obtener mayor puntuación en sabor, color, apariencia y textura. En conclusión, la muestra M4 es aquella que cumple con los requisitos estipulados por la normativa NET INEN 2 561:2010 y la que tuvo mayor aceptación por los panelistas.

**Palabras Clave:** plátano verde, Ecuador, botanas de plátano, valor agregado, bocadito extruido

## **ABSTRACT**

*After rice, plantains are considered the second largest source of income and employment in developing countries. In Ecuador, around 6 million tons of plantain are grown. The problem occurs in a company dedicated to the production and processing of plantain snacks, knowing that it generates approximately one ton per week of plantain waste in its production lines. The objective of this project is to develop palletized snacks using a banana flour premix to take advantage of by-products and generate added value. In the creation of the extruded snack, three main ingredients were used: plantain flour (HP), cassava flour (HY) and starch (M), where bibliographic analysis was used to design the mixes. The samples were also analyzed by means of physicochemical analysis and sensory evaluations of the different combinations. In the physicochemical analysis, samples M3 (50% HP, 30% HY, 20% M) and M4 (50% HP, 10% HY, 40% M) obtained better results. As for the sensory evaluation, samples M2 (50% HP, 20 % HY, 30% M) and M4 obtained the highest scores in flavor, color, appearance and texture. In conclusion, sample M4 is the one that meets the requirements stipulated by NET INEN 2 561:2010 and the one that had the highest acceptance by the panelists.*

*Keywords: green plantain, Ecuador, plantain snacks, value-added, extruded snack, banana snacks*

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
CAPÍTULO 1.....	9
1. Introducción .....	9
1.1 Descripción del problema .....	9
1.2 Justificación del problema .....	9
1.3 Objetivos .....	10
1.3.1 Objetivo General .....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Marco teórico.....	10
1.4.1 Plátano verde.....	10
1.4.2 Composición química y nutricional del plátano verde .....	11
1.4.3 Botana .....	12
1.4.4 El uso de extrusores en la industria alimentaria.....	12
1.4.5 Factores que influyen en la extrusión .....	13
1.4.6 Propiedades fisicoquímicas de la materia prima.....	14
1.4.7 Extrusión en alimentos que contienen almidón.....	14
CAPÍTULO 2.....	15
2. Metodología .....	15
2.1 Materias Primas.....	15
2.2 Preparación de harinas .....	15
2.3 Análisis fisicoquímicos.....	18

2.3.1	Análisis de lípidos .....	18
2.3.2	Análisis de proteínas.....	18
2.3.3	Análisis de humedad.....	18
2.4	Evaluación sensorial.....	19
2.5	Diseño de experimentos.....	20
CAPÍTULO 3.....		21
3.	Resultados Y ANÁLISIS .....	21
3.1	Diseño de mezclas .....	21
3.2	Análisis físicos.....	21
3.3	Análisis de grasas .....	22
3.4	Análisis de humedad .....	24
3.5	Análisis de proteínas .....	25
3.6	Evaluación sensorial.....	25
3.7	Análisis de costos.....	31
CAPÍTULO 4.....		32
4.	Conclusiones Y Recomendaciones .....	32
4.1.	Conclusiones.....	32
4.2.	Recomendaciones.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....		34
APÉNDICES.....		38

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
HP	Harina de plátano
HY	Harina de yuca
M	Maizena
M1	Muestra 1
M2	Muestra 2
M3	Muestra 3
M4	Muestra 4
DS	Desviación estándar muestral
CV	Coefficiente de variación
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización

## SIMBOLOGÍA

$\bar{x}$	Media aritmética
g	Gramos
mg	Miligramos
Kcal	Kilocalorías
mm	Milímetros

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición química del plátano verde crudo en 100 gramos-----	11
Tabla 2.1. Normativa Ecuatoriana productos extruidos -----	19
Tabla 2.2 Formulaciones para la mezcla de harinas-----	20
Tabla 3.1 Tratamientos planteados-----	21
Tabla 3.2 Parámetros físicos de la muestra-----	21
Tabla 3.3 Grado de aceptabilidad del Color con 37 jueces de las diferentes muestras	26
Tabla 3.4 Grado de aceptabilidad del Sabor con 37 jueces de las diferentes muestras -----	27
Tabla 3.5 Grado de aceptabilidad de la Apariencia con 37 jueces de las diferentes muestras -----	28
Tabla 3.6 Análisis estadístico de las diferentes muestras -----	29
Tabla 3.7 Resultados de la Crocancia en las distintas muestras -----	30
Tabla 3.8 Resultados de la dureza en las diferentes muestras -----	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de flujo de elaboración del producto extruido.....	17
Figura 3.1 Bocaditos paletizados con harina de plátano .....	22
Figura 3.2 Resultados de grasas para los 4 tratamientos .....	22
Figura 3.3 Resultados de humedad para los 4 tratamientos .....	24
Figura 3.4 Resultados de proteínas para los 4 tratamientos .....	25
Figura 3.5 Comparaciones de los resultados del atributo Color en las muestras .....	26
Figura 3.6 Comparaciones de los resultados del atributo Sabor en las muestras .....	27
Figura 3.7 Comparaciones de los resultados del atributo Apariencia en las muestras..	28

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

En el cantón Guayas se encuentra una empresa dedicada a la producción y elaboración de botanas o *snacks* que registra en sus líneas de trabajo elevadas cantidades de subproductos a base de plátano crudo y frito. Estos son considerados como residuos que no pueden ser calificados como un producto terminado por cuestiones de calidad y generan un valor no agregado en los procesos. Según datos entregador por Cruz (Comunicación personal 2 de noviembre, 2022) aproximadamente se produce una tonelada por semana de residuos tanto plátano crudo como frito, que generan una ganancia mínima por su venta destinados a alimentos para animales. A partir de esta realidad, este proyecto tiene como finalidad desarrollar una posible solución que beneficiará a esta y otras industrias que se dediquen al mismo sector, y tengan problemas con sus desperdicios.

### 1.2 Justificación del problema

Actualmente, las industrias agrícolas no solo son valoradas por su desempeño económico y productivo, sino también por su relación con el medio ambiente. Es decir, se considera óptima a la industria que tenga la capacidad de generar la menor cantidad de residuos posible, pues pueden ser aprovechados como materia prima para la producción de otros productos (Cury *et al.*, 2017).

El problema del aprovechamiento de los residuos viene acompañado de una falta de conciencia de protección del medio ambiente, por lo que estos son mal manejados y posteriormente se convierten en fuentes de contaminación para el aire, suelos y recursos hídricos. Siendo así, las plantas de transformación necesitan incorporar tecnologías que ayuden a generar valor agregado a estos residuos (Galanakis, 2012).

En esta investigación se busca formular un producto a partir de los residuos que son generados en la producción de una botana de plátano verde, de esta forma, obtendrá ganancias la empresa mediante una nueva línea de producción y a su vez, contribuirá en la creación de plazas de empleo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar bocaditos paletizados mediante una premezcla de harina de plátano verde crudo deshidratado para el aprovechamiento de subproductos y generar valor agregado.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer una formulación adecuada para cumplir con las propiedades características del producto final.
- Analizar las características fisicoquímicas del producto para obtener sus parámetros de calidad.
- Evaluar los aspectos sensoriales del bocadito de pellet con la finalidad de conocer la aceptación del consumidor.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Plátano verde**

El plátano es considerado, después del arroz, maíz y trigo, el alimento que representa una de las mayores fuentes de ingresos y empleo en países que se encuentran en vías de desarrollo. Esto se debe, a la gran variedad de productos que se pueden obtener a partir de su transformación en la industria (Paz & Pesantes, 2013).

Según el mismo estudio, en Ecuador se cultivan alrededor de 6 millones de toneladas de plátano, y una gran parte de ellas se destinan a la exportación. Al menos un 59%

va a la Unión Europea, mientras que a Estados Unidos llega un 29% y el restante se destina a otros países.

#### 1.4.2 Composición química y nutricional del plátano verde

El plátano contiene una gran cantidad de carbohidratos y calorías, a su vez, posee otros nutrientes importantes como lo son, vitaminas y minerales. También, forma parte de los hidratos de carbono complejos tales como, los almidones, polisacáridos no amiláceos (Bianchi, 2010).

Se puede observar la composición química de la fruta en la tabla 1.1, donde indica el contenido de sales minerales, estas se encuentran en gran cantidad dentro del fruto, podemos encontrar al fosfato, zinc, potasio, calcio, sodio y magnesio. Entre las vitaminas con mayor presencia en el fruto esta, la vitamina C y vitaminas del complejo B (B1, B2 y niacina) (Destro *et al.*, 2020).

**Tabla 1.1 Composición química del plátano verde crudo en 100 gramos**  
[Destro *et al.*, 2020]

Componentes	Unidades	Valor
Humedad	g	68.89
Carbohidratos	g	26.30
Proteínas	g	1.95
Fibra	g	1.08
Ceniza	g	0.70
Lípidos	g	0.07
Energía	kcal	113.66
Potasio	mg	219.66
Sodio	mg	61.78
Calcio	mg	39.58
Magnesio	mg	48.57
Aluminio	mg	6.39
Hierro	mg	1.18
Zinc	mg	0.53

### **1.4.3 Botana**

La palabra “botana” o “snack” se define como comida ligera y pequeña que deben cumplir ciertas características. Siendo así de tamaño pequeño, fácil de manipular, lista para el consumo, tener raciones individuales y saciar el hambre por corto tiempo (Pérez-Navarrete et al., 2006).

Los snacks pueden llegar a considerarse popularmente como “comida chatarra” por sus altos contenido de carbohidratos simples o azúcares, también ricos en grasa y altas cantidades de sodio. Sin embargo, con la incorporación de snack saludables en el mercado esta imagen ha cambiado con el tiempo y se busca rediseñar sus formulaciones con micronutrientes, vitaminas, antioxidantes y fitoquímicos que los hacen deseables al consumidor por su valor nutricional (García y Ramírez, 2012).

En el Ecuador según la encuesta ENSANUT-ECU 2011-1013 reporta la prevalencia de consumo de alimentos procesados (snacks) en los últimos 7 días con un total de 64 personas, de los cuales están entre 10 a 19 años. Puesto que los consumidores que se encuentran entre los 10 a 14 años tienen un porcentaje mayor de 67.8% a diferencia de los que tienen 15 a 19 años (Freire et al., 2013).

### **1.4.4 El uso de extrusores en la industria alimentaria**

El extrusor es útil para el desarrollo de nuevos productos funcionales, siendo capaz de mezclar diversas materias primas y transformarlas en estructuras completamente nuevas. Los parámetros de extrusión como la humedad de alimentación, composición de las materias primas, velocidad y configuración del tornillo, temperatura del cilindro, y el tipo de extrusionado pueden hacer que varíe la calidad del producto final (Martínez et al., 2016)

El proceso de extrusión en un producto alimenticio bajo las condiciones de temperatura, presión y fuerzas cortantes pueden generar cambios en su estructura. Estos suelen ser la desnaturalización de las proteínas y variación en la estructura original de las macromoléculas por la gelatinización del almidón, creación de

moléculas como proteínas-proteínas, amilosa-lípidos y lípidos-proteínas, producción de almidones resistentes, y la creación de enlaces intermoleculares dando así una forma estable y elástica en el alimento (Pérez-Navarrete et al., 2006).

#### **1.4.5 Factores que influyen en la extrusión**

En la operación de extrusión, se encuentran dos parámetros que influyen en las condiciones de esta operación, de las cuales son: factores de operación del extrusor (temperatura, presión, diámetro de los orificios de la matriz y la velocidad del tornillo), y los aspectos fisicoquímicos del producto (Porcentaje de humedad, proteína, almidón y grasa). Se debe cuidar que los parámetros sean los correctos para poder obtener los resultados deseados (Choquehuanca & Masco, 2019).

La temperatura de extrusión puede variar por el tipo de extrusora que se va a usar, por lo general, las temperaturas de empleo se encuentran entre los 99-200 °C. Otro factor que tomar en cuenta es la capacidad que tiene la extrusora, ya que extrusoras de menor capacidad están directamente relacionadas con la temperatura del producto (Huber, 2001).

La velocidad del tornillo puede afectar al producto, ya que genera calor por fricción, alterando la temperatura del proceso. También, un incremento desmedido en la velocidad provocará el aumento de la relación de expansión para los extruidos (Cuggino, 2008).

Al aplicar altas presiones durante el proceso de extrusión, producirá pérdida de agua por medio de la vaporización, esto hará que, el producto tenga una baja actividad de agua, aumentando el tiempo de vida útil del producto. Mientras que, si se trabaja con presiones bajas, el producto quedará con un alto porcentaje de humedad y densidad (Huber, 2001).

#### **1.4.6 Propiedades fisicoquímicas de la materia prima**

Si se busca una mejor textura y mayor expansión, se debe trabajar con un porcentaje de almidones mayor al 60%. Sin embargo, si se emplean niveles menores al 60%, afectaran a las características organolépticas y fisicoquímicas del producto (Vásquez & Vega, 2019).

Dentro del mismo estudio, expone el caso de las amilasas, donde se recomienda trabajar con niveles de 5-20%, esto se debe, a que obtendremos un producto inflado y con fragilidad.

El contenido proteico puede verse afectado durante la extrusión, debido a que, al momento de usarse altas temperaturas ocurre la desnaturalización de las mismas, acompañada de una pérdida de nutrientes (Murillo, 2020).

La grasa de la materia prima servirá como lubricante ayudando en la, reducción de la expansión del producto. No obstante, se debe vigilar que, el nivel de grasas sea el adecuado, debido a que afecta a el tiempo de residencia de la masa dentro de la extrusora (Laureano & Avellaneda, 2018).

#### **1.4.7 Extrusión en alimentos que contienen almidón**

El almidón es una macromolécula importante en el proceso de extrusión, debido a que puede cambiar la textura y expansión del extrudido. En su composición contiene dos polisacáridos, amilosa y un polímero soluble que otorga una textura quebradiza, por otro lado, la amilopectina facilita el inflado del producto final extruido (Vásquez & Vega, 2019).

La gelatinización del almidón puede darse uniformemente durante la extrusión al tener una humedad del 20%, caso contrario sí se da a valores más bajos puede acentuarse a causa del esfuerzo que realiza el tornillo al efectuar el corte, provocando calor (Martínez et al., 2016)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Materias Primas

Se obtuvieron los residuos de plátano verde crudo (Barraganete) y yuca cartucho de una empresa dedicada a la producción y elaboración de snacks, estos residuos, se generan ya sea en la cortadora, o como rechazo del proceso por cambio en sus propiedades organolépticas, específicamente, por presentar fragmentaciones o cambios en su color durante el proceso de elaboración de snacks.

### 2.2 Preparación de harinas

Las muestras de plátano y yuca pasaron por un proceso de secado y molienda hasta conseguir un producto pulverizado.

#### 2.2.1 Pelado y cortado

Se retiró cascara de la materia prima, una vez realizado el pelado de la materia prima se corta a un diámetro de 3 cm y con un espesor de 0.5 cm, con el fin de distribuirlo bien por las bandejas del deshidratador, antes de colocarlos en las bandejas, se realizó una inmersión previa en ácido cítrico al 0.92% de concentración durante un tiempo de 10 minutos, para evitar el oscurecimiento enzimático (Dussan *et al.*, 2017).

#### 2.2.2 Secado

Para el proceso de secado, se utilizó el deshidratador de 3 bandejas marca "Precision" modelo Gsa. Para el efecto, primero se pesó las muestras de banano y de yuca en una balanza digital, sin embargo, primero revisamos la humedad de cada una de las muestras. Dándonos una humedad de 57% para el plátano verde, y de yuca con un 62% de humedad (Dussan *et al.*, 2017).

Al obtener el valor de humedad de las muestras se procedió a cortar las muestras en pequeñas rodajas con un grosor de 1.5 mm, con el fin de distribuir de mejor manera

toda la muestra en unas mallas que se colocaron dentro del deshidratador. El tiempo de secado fue de 3 horas aproximadamente para las muestras de plátano verde, mientras que, en el caso de la yuca, se dejó por 4 horas. La temperatura de secado que se usó en ambas muestras fue de 60°C (Pinili *et al.*, 2022).

Los productos snacks presentan valores bajos de humedad, este parámetro debe ser vigilado ya que afecta directamente a la textura final del producto, si la harina presenta un contenido de humedad alto, esta provocara un incremento de humedad del snack (Giraldo, 2019).

### **2.2.3 Molienda**

Se molieron las hojuelas de plátano verde y de yuca resultados del secado, para ello, se colocaron las hojuelas en el molino, hasta pulverizar toda la materia prima. Con el fin de reducirlo hasta llegar a gránulos pequeños, donde, los gránulos del almidón puedan absorber el agua caliente durante la preparación de la muestra, permitiendo que se gelatinice y pueda modificar su estructura interna (Navarrete & Stalin, 2018). Las harinas fueron llevadas a fundas herméticas de manera inmediata, para evitar cambios de humedad en la muestra.

### **2.2.4 Tamizado**

Se realizó el tamizado de las harinas, para poder obtener un producto con un tamaño de partícula de 212  $\mu\text{m}$  (Navarrete & Stalin, 2018).

### **2.2.5 Mezclado**

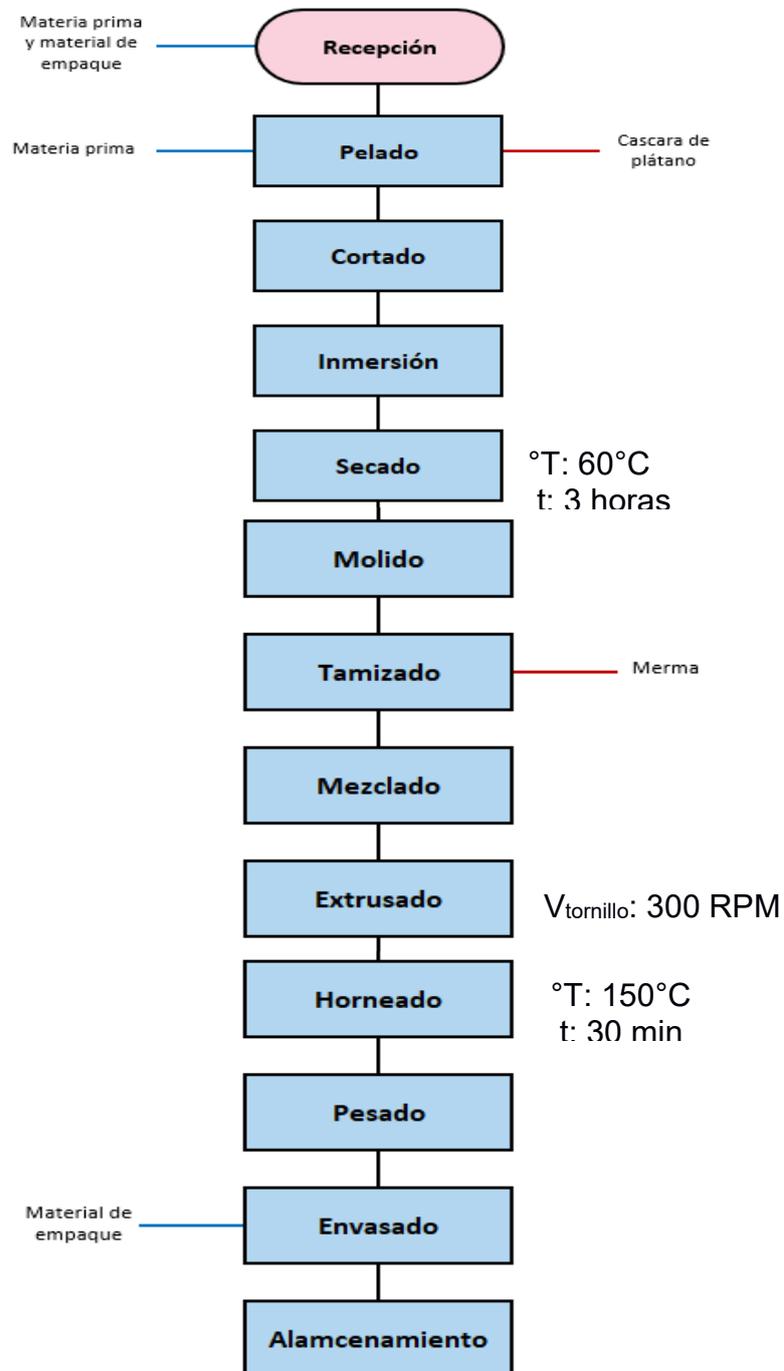
Se añadió harina de plátano, almidón de maíz, harina de yuca, sal, manteca vegetal con agua potable y se formó una masa con una batidora eléctrica.

### **2.2.6 Extruido**

La masa se colocó en una bandeja limpia y se aplanó con una espátula. Luego, la masa se cortó en pequeños pedazos y se colocó en la extrusora fría a 300 rpm, con una temperatura de 130°C (Pinili *et al.*, 2022).

### **2.2.7 Horneado**

La masa extruida se cortó a una longitud estimada de 5 cm y se colocó en un horno a 180 °C durante aproximadamente 20 minutos (Pinili *et al.*, 2022)



**Figura 2.1 Diagrama de flujo de elaboración del producto extruido [Elaboración propia]**

## **2.3 Análisis fisicoquímicos**

### **2.3.1 Análisis de lípidos**

El contenido de grasa de las muestras seleccionadas se evaluó por medio del método Soxhlet (Reddy et al., 2014). Es un método comúnmente utilizado debido a que es eficiente y fácil de realizar, usa solventes orgánicos con el fin de extraer compuestos polifenólicos de fuentes naturales (Mussatto, 2015). Se revisó las normativas ecuatorianas donde indica según INEN (2561:2010) para productos extruido el porcentaje de grasas es de 40% máximo.

### **2.3.2 Análisis de proteínas**

Se realizó el análisis químico proximal de los tratamientos seleccionados entre los que se encuentran en el diseño de experimentos. El contenido de proteínas del producto terminado se estimó por medio del método Kjeldahl (Reddy et al., 2014). La metodología Kjeldahl 2.062 de AOAC 1984, en la actualidad sigue siendo el más usado el cual utiliza una digestión ácida entre ácido sulfúrico y catalizadores necesitando un tiempo de hasta 10 horas (Gregorio et al., 2016). Este método mide el contenido de nitrógeno de una muestra y se divide en 3 partes: mineralización, destilación y valoración (García & Fernández, 2012).

### **2.3.3 Análisis de humedad**

El contenido de humedad de las muestras seleccionadas se realizó por medio del equipo Termo balanza (Reddy et al., 2014), el cual se fundamenta en una balanza electrónica y un calefactor que sirve para evaporar la humedad de la muestra registrando su peso de manera constante (Buenrostro, 2018). Según la norma INEN (2561:2010) como se observa en la Tabla 2.1 para productos extruidos el porcentaje de humedad es máximo de 5%.

**Tabla 2.1. Normativa Ecuatoriana productos extruidos  
[INEN 2561, 2010]**

<b>Requisito</b>	<b>Máximo (%)</b>	<b>Método ensayo</b>
Humedad	5	NTE INEN 518
Grasa	40	NTE INEN 523

Por otro lado, se realizaron análisis físicos para parámetros de calidad del producto extruido son: el peso, diámetro y longitud (Reddy et al., 2014).

#### **2.4 Evaluación sensorial**

Para la evaluación sensorial de los bocaditos extruidos de plátano, se realizó una prueba de aceptabilidad. Se evaluó aspectos como color, sabor y apariencia del producto extruido con 37 panelistas no entrenados que demostraron sus preferencias hacia el producto. Se utilizó la escala hedónica que miden las respuestas tanto de agrado como desagrado del consumidor (Castañeda, 2013).

La escala contiene cinco puntos que van desde 1= me disgusta mucho a 5= me gusta mucho. Además, se evaluó en las distintas muestras la textura como son la crocancia y dureza por medio de una muestra referencia en este caso se utilizó chifles para realizar la respectiva prueba sensorial de Comparación por pares con 10 panelistas no entrenados, las hojas maestras utilizadas en las evaluaciones sensoriales se muestran en el apéndice B. El análisis de los datos de la evaluación sensorial se realizó por medio de las medidas de tendencia central con la finalidad de obtener diferencias entre los aspectos a evaluar (Liria, 2008).

## 2.5 Diseño de experimentos

Tabla 2.2 Formulaciones para la mezcla de harinas

<i>Tratamientos</i>	Harina de plátano	Harina de yuca	Maicena
1	60	30	10
2	10	60	30
3	30	10	60
4	50	20	30
5	30	50	20
6	20	30	50
7	50	30	20
8	30	20	50
9	20	50	30
10	50	10	40
11	40	50	10
12	10	40	50
13	40	10	40
14	10	40	40
15	40	40	10

De los 15 tratamientos que se propusieron observados en la tabla 2.2, se escogieron 4 para realizar las diferentes mezclas de harina, siendo estos, los tratamientos 1, 4, 7 y 10. Ya que, estos cuatro tratamientos son los que presentan mayor contenido de plátano verde en su mezcla, esto debido a que, se requiere minimizar la cantidad de subproducto del mismo causado en las líneas de producción de chifles, además el plátano verde contiene una gran cantidad de minerales tales como, potasio, fósforo, magnesio, sodio y hierro. Estos minerales son de gran importancia ya que ayudan en la contracción muscular y mejorar el control del ritmo cardiaco (Navarrete & Stalin, 2018).

Se realizó un análisis bibliográfico de las interacciones de las harinas para los resultados de humedad, grasas y proteínas.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Diseño de mezclas

**Tabla 3.1 Tratamientos planteados [Elaboración propia]**

	HP(g)	HY(g)	M(g)	Humedad (%)	Grasas (%)	Proteínas (%)
<b>M1</b>	60	30	10	7.25	8.77	0.8302
<b>M2</b>	50	20	30	4.044	7.8	0.9849
<b>M3</b>	50	30	20	9.472	8.08	2.4802
<b>M4</b>	50	10	40	5.0855	7.68	2.0447

Como observamos en la tabla 3.1, se trabajó con 4 de los 15 tratamientos que se tenían desde un principio. Este cambio se debió a que se decidió trabajar con mezclas que presentaran mayor porcentaje de harina de plátano en su formulación.

### 3.2 Análisis físicos

**Tabla 3.2 Parámetros físicos de la muestra [Elaboración propia]**

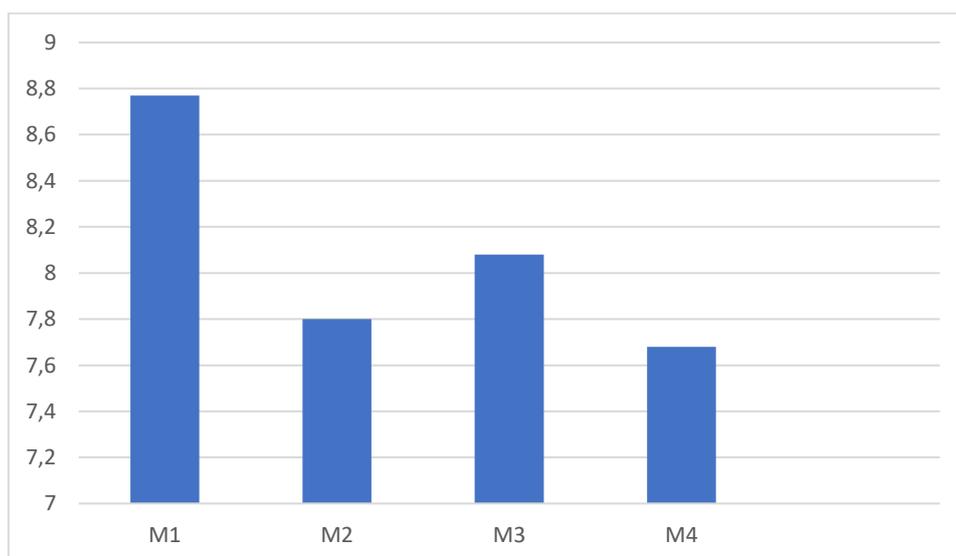
<b>DIAMETRO INTERIOR</b>	11 mm
<b>DIAMETRO EXTERIOR</b>	13 mm
<b>TAMAÑO</b>	10-15 mm
<b>PESO</b>	0,5-0,7 g
<b>FORMA</b>	Cilíndrica hueca
<b>COLOR</b>	Beige
<b>OLOR</b>	Queso
<b>SABOR</b>	Ligeramente a queso



**Figura 3.1 Bocaditos paletizados con harina de plátano [Elaboración propia]**

En la Tabla 3.2 se muestran de manera general las características físicas del producto observado en la Figura 3.1 estableciéndolas como parámetros de calidad. Sin embargo, las características físicas van a variar de acuerdo con el tratamiento realizado con las diferentes mezclas de harinas.

### **3.3 Análisis de grasas**



**Figura 3.2 Resultados de grasas para los 4 tratamientos [Elaboración propia]**

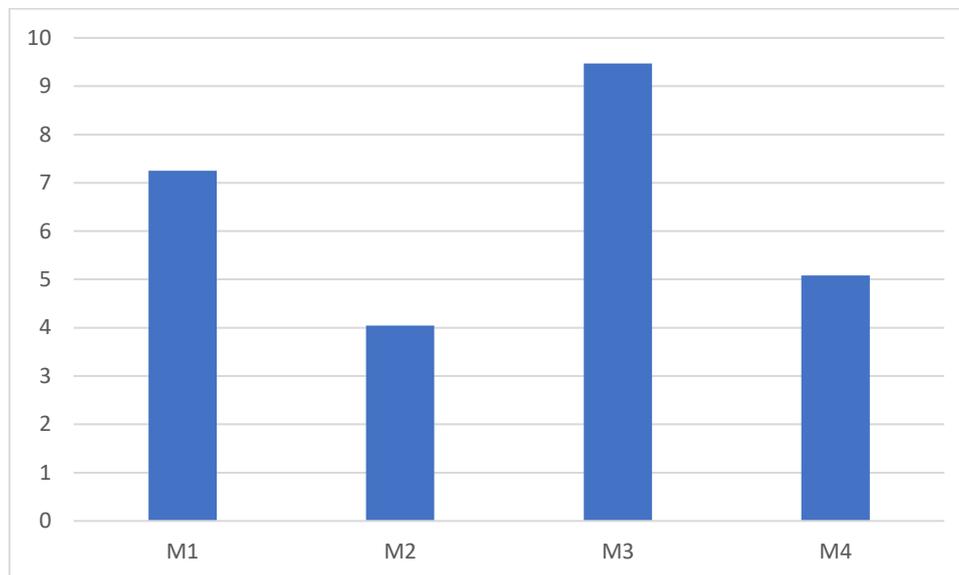
Se realizó el análisis de grasas por extracción de Soxhlet, como se puede observar en la Figura 3.2 de los 4 tratamientos que se realizaron solo 2 salieron con valores altos,

tanto el M1 y el M3 obtuvieron valores de 8.77% y 8.08% respectivamente, al hacer la comparación con la normativa NET INEN 2 561:2010 para bocaditos de productos vegetales, todos los tratamientos están dentro del rango que establece un porcentaje máximo de 40% en grasas.

Como se dijo anteriormente, los tratamientos 1 y 3 tuvieron mayor porcentaje de grasas en su composición, la formulación del tratamiento 1 fue de (60% HP, 30% HY y 10% M), mientras que el tratamiento 3 tuvo (50% HP, 30% HY y 20% M). El aumento de contenido de grasa se debe, a que los tratamientos fueron horneados, lo que provocó un aumento en la evaporación del agua en el alimento, de este modo, favoreció la porosidad y creó espacios vacíos donde se reemplazó con el contenido de grasa.

Resultados similares se ha visto en (Wang *et al.*, 2014), donde hicieron galletas con harina de yuca y se las sustituyó con pequeñas cantidades de harina de plátano, el resultado de esto fue una tendencia a disminuir el contenido de grasas provocado por el menor grado de expansión y de formación de película, seguido de una disminución de la superficie específica y la cantidad de poros de las galletas fritas, haciendo que, no haya espacio suficiente para la absorción de aceite. A su vez los hidrocoloides, que, gracias a sus propiedades naturales del almidón o la proteína, reducen la absorción de aceite mediante la formación de una película a temperaturas superiores a su gelificación incipiente durante la fritura (Funami *et al.*, 1999).

### 3.4 Análisis de humedad

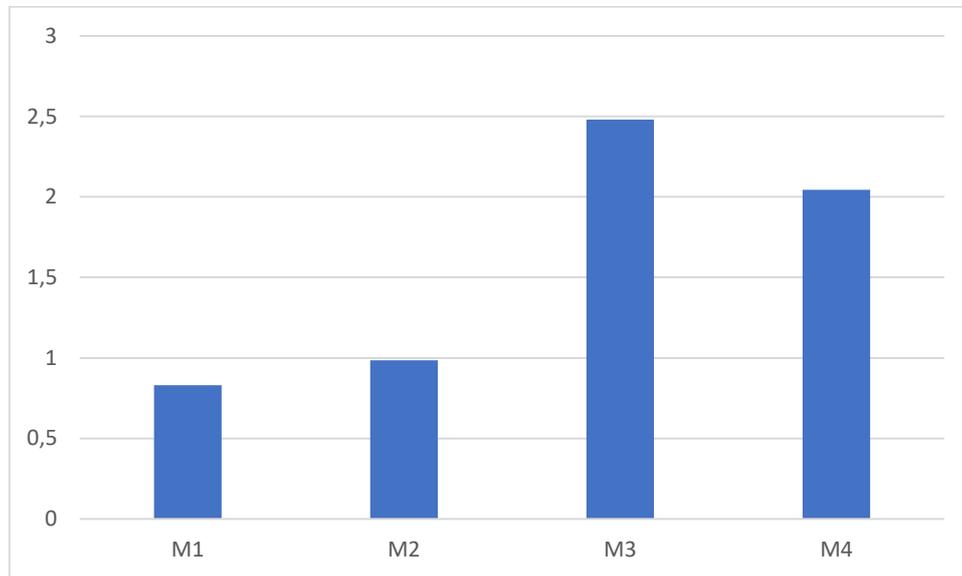


**Figura 3.3 Resultados de humedad para los 4 tratamientos [Elaboración propia]**

Una vez extruidas y horneadas las masas, se procedió a realizar el análisis de humedad de cada uno de los tratamientos observados en la Figura 3.3. De los cuales, el tratamiento 2 y 4 son los que se encuentran dentro del rango de humedad permitida por la NTE INEN 2 561:2010, el cual establece un valor máximo de humedad del 5%. Mientras que los tratamientos 1 y 3 sobrepasaron el valor de humedad establecido por la normativa ecuatoriana. Los tratamientos 1 y 3, contienen 60% y 50% de harina plátano respectivamente en su formulación.

Resultados similares se pueden encontrar en el estudio de (Narváez & Salazar, 2022), donde realizaron chips de plátano y de yuca, donde se observaron que los valores de humedad eran menores en los chips de yuca en comparación con los chips de plátano. Esto se debe a que el plátano presenta una baja cantidad de sólidos solubles, pero contiene grandes cantidades de almidón, lo que provoca, que requiera de mayor cantidad de humedad para poder obtener un grado de gelatinización alto. El contenido de humedad también aumento por la presencia de cadenas hidrofílicas en el plátano (Amini *et al.*, 2020).

### 3.5 Análisis de proteínas



**Figura 3.4 Resultados de proteínas para los 4 tratamientos [Elaboración propia]**

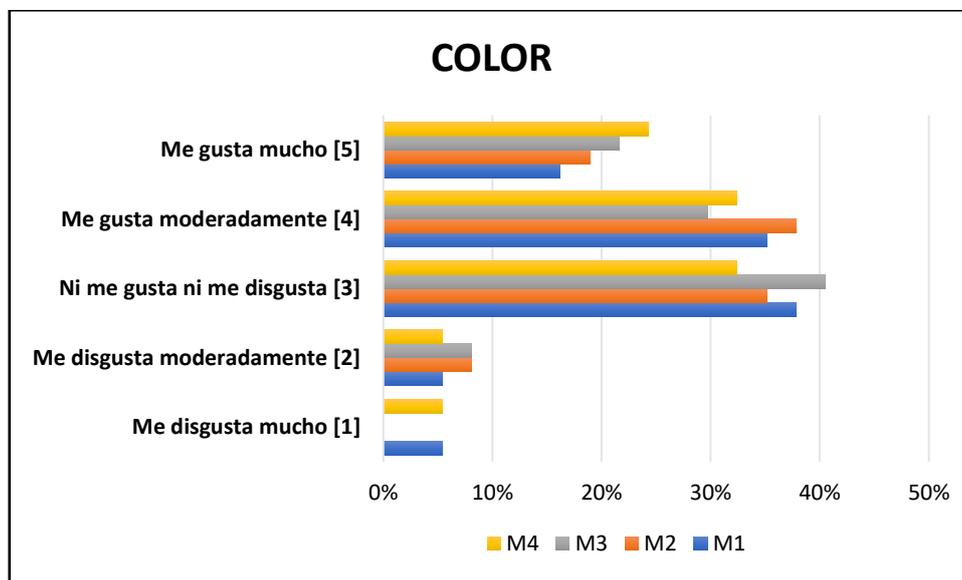
Luego de haberse realizado la digestión, destilación y la titulación. Se obtuvo los resultados de proteínas para las cuatro muestras observadas en la Figura 3.4, donde, las muestras 3 y 4 mostraron mayor contenido de proteínas frente a las muestras 1 y 2. Según lo encontrado por (Narváz & Salazar, 2022), en sus chips de yuca, se observó menor porcentaje de proteínas en comparación a los chips de plátano, esto se debe a que la yuca tiene mayor concentración de almidones, mas no de proteínas, que se encuentran entre un 2-3 % por cada 100 gr de snack. Otro factor que altero el contenido de proteínas, son las exposiciones del producto a temperaturas altas, ya que provocan cambios fisicoquímicos, de los cuales, el contenido de proteínas se ven afectados por tener características termosensibles.

### 3.6 Evaluación sensorial

De los cinco tratamientos escogidos previamente se procedió a realizar una prueba sensorial de aceptación donde participaron 37 jueces. Los atributos fueron color, sabor y apariencia.

**Tabla 3.3 Grado de aceptabilidad del Color con 37 jueces de las diferentes muestras [Elaboración propia]**

COLOR				
ESCALA	M1	M2	M3	M4
Me disgusta mucho [1]	5%	0%	0%	5%
Me disgusta moderadamente [2]	5%	8%	8%	5%
Ni me gusta ni me disgusta [3]	38%	35%	41%	32%
Me gusta moderadamente [4]	35%	38%	30%	32%
Me gusta mucho [5]	16%	19%	22%	24%



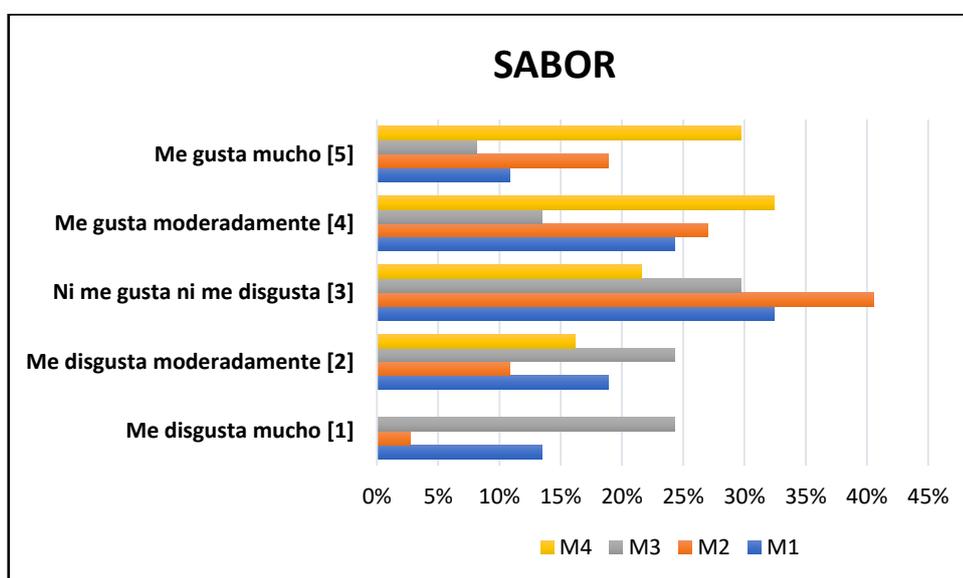
**Figura 3.5 Comparaciones de los resultados del atributo Color en las muestras [Elaboración propia]**

En la Tabla 3.3 se encuentran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del atributo color en las diferentes muestras. Los mayores porcentajes en las muestras M1, M2, M3 y M4 son de 38, 38, 41 y 32 % respectivamente donde sus elevados porcentajes va desde “Ni me gusta ni me disgusta” hasta “Me gusta moderadamente”.

En la Figura 3.5 se puede observar que el mayor porcentaje entre todas las muestras es de 41% perteneciente a la M3 con la escala “Ni me gusta ni me disgusta”. Mientras que se observa preferencias en las muestras M4, M3 con 24 y 22 % respectivamente con la escala “Me gusta mucho”. Sin embargo, las muestras M1 y M4 son rechazadas ambas con un 5% en la escala “Me disgusta mucho”.

**Tabla 3.4 Grado de aceptabilidad del Sabor con 37 jueces de las diferentes muestras [Elaboración propia]**

SABOR				
ESCALA	M1	M2	M3	M4
Me disgusta mucho [1]	14%	3%	24%	0%
Me disgusta moderadamente [2]	19%	11%	24%	16%
Ni me gusta ni me disgusta [3]	32%	41%	30%	22%
Me gusta moderadamente [4]	24%	27%	14%	32%
Me gusta mucho [5]	11%	19%	8%	30%



**Figura 3.6 Comparaciones de los resultados del atributo Sabor en las muestras [Elaboración propia]**

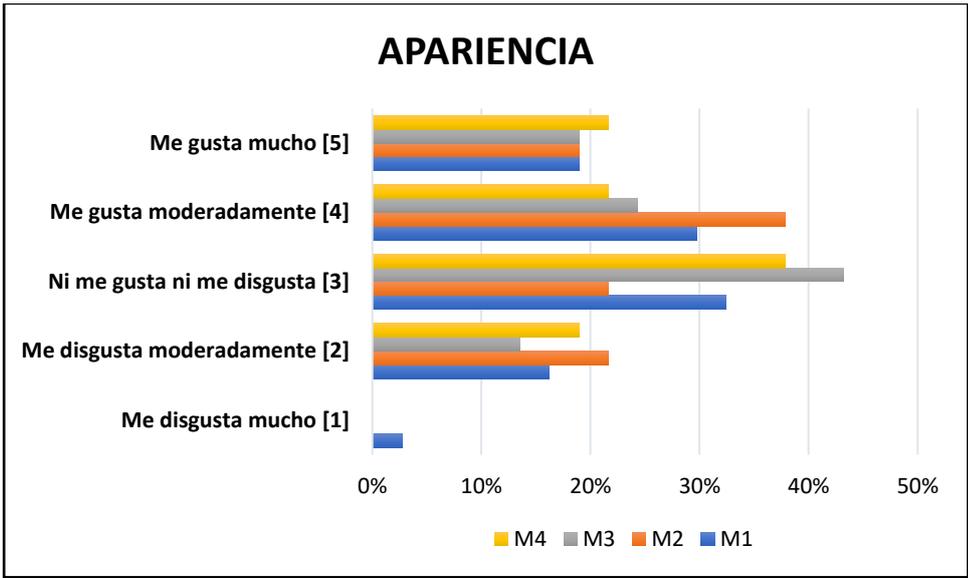
En la Calificación del sabor por parte de los panelistas en la escala hedónica con la puntuación 3 con la preferencia “Ni me gusta ni me disgusta” obtuvieron mayores porcentajes en las muestras M1, M2, M3 con 32, 41, 30 % respectivamente. Sin embargo, se puede observar en la Tabla 3.4 que en la M4 se tiene un mayor porcentaje en la preferencia de “Me gusta moderadamente” con 32%, siguiendo con la puntuación más alta en la escala con el nivel de agrado “Me gusta mucho” con un 30%.

En la Figura 3.6 se puede visualizar que la M2 tiene un porcentaje de 41 siendo el mayor a las demás muestras con el nivel de agrado “Ni me gusta ni me disgusta” y así mismo

un 5% de rechazo con el número 1 que indica “Me disgusta mucho”. La muestra M4 es aquella que no obtiene rechazo por parte de los panelistas y a su vez la puntuación más elevada de 4 y 5.

**Tabla 3.5 Grado de aceptabilidad de la Apariencia con 37 jueces de las diferentes muestras [Elaboración propia]**

APARIENCIA				
ESCALA	M1	M2	M3	M4
Me disgusta mucho [1]	3%	0%	0%	0%
Me disgusta moderadamente [2]	16%	22%	14%	19%
Ni me gusta ni me disgusta [3]	32%	22%	43%	38%
Me gusta moderadamente [4]	30%	38%	24%	22%
Me gusta mucho [5]	19%	19%	19%	22%



**Figura 3.7 Comparaciones de los resultados del atributo Apariencia en las muestras [Elaboración propia]**

En la apariencia de las diferentes muestras se puede observar en la Tabla 3.5 que se obtiene un mayor porcentaje en el nivel de agrado “Ni me gusta ni me disgusta” siendo la muestra M3 la que obtiene 43%. Mientras que el rechazo únicamente se da en la M1 con un porcentaje de 3, podemos inferir que la apariencia tuvo mayor aceptabilidad por parte de los panelistas.

Las muestras que tuvieron mayor aceptabilidad se pueden observar en la Figura 3.7 siendo las escalas superiores 4 y 5 donde la M2 es aquella que tiene un porcentaje de 38 con la aceptabilidad de “Me gusta moderadamente” mientras que la M4 tiene 22 en la escala más alta que indica “Me gusta mucho”.

**Tabla 3.6 Análisis estadístico de las diferentes muestras [Elaboración propia]**

<b>MUESTRA M1</b>			
<b>Muestras</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Apariencia</b>
$\bar{X}$	4	3	3
<b>DS</b>	1,02	1,2	1,07
<b>CV</b>	29%	40%	31%
<b>MUESTRA M2</b>			
$\bar{X}$	4	3	4
<b>DS</b>	0,88	1,02	1,04
<b>CV</b>	24%	29%	29%
<b>MUESTRA M3</b>			
$\bar{X}$	4	3	3
<b>DS</b>	0,92	1,24	0,96
<b>CV</b>	25%	48%	28%
<b>MUESTRA M4</b>			
$\bar{X}$	4	4	3
<b>DS</b>	1,09	1,06	1,04
<b>CV</b>	30%	28%	30%

En la Tabla 3.6 se puede observar el promedio ( $\bar{x}$ ) de las diferentes muestras las cuales oscilan entre 3 y 4 para los tres atributos que son color, sabor y apariencia, así mismo se muestra que la mayor desviación encontrada entre resultados es de 1,09 y la menor es de 0,88 teniendo una diferencia entre ambas insignificante.

**Tabla 3.7 Resultados de la Crocancia en las distintas muestras  
[Elaboración propia]**

¿Cuál es la muestra con mayor Crocancia?								
Panelistas	R	M1	R	M2	R	M3	R	M4
1	✓			✓		✓		✓
2		✓	✓			✓		✓
3	✓			✓	✓		✓	
4	✓		✓		✓		✓	
5	✓		✓		✓			✓
6	✓		✓			✓		✓
7	✓			✓		✓	✓	
8		✓	✓		✓			✓
9	✓		✓		✓		✓	
10	✓			✓		✓		✓
TOTAL	80%	20%	60%	40%	50%	50%	40%	60%

**Tabla 3.8 Resultados de la dureza en las diferentes muestras  
[Elaboración propia]**

¿Cuál es la muestra con mayor dureza?								
Panelistas	R	M1	R	M2	R	M3	R	M4
1	✓			✓		✓		✓
2	✓			✓	✓			✓
3	✓			✓		✓	✓	
4		✓		✓		✓	✓	
5		✓		✓	✓		✓	
6		✓		✓	✓		✓	
7	✓			✓	✓		✓	
8		✓		✓	✓		✓	
9		✓		✓		✓	✓	
10	✓			✓	✓		✓	
TOTAL	50%	50%	0%	100%	60%	40%	80%	20%

Se puede observar en la Tabla 3.7 la muestra referencial (chifle) tiene mayor crocancia en las muestras M1 y M2 en cambio la muestra M3 contiene un resultado parejo, sin embargo, la muestra M4 obtuvo un 60% de crocancia. En cambio, para la muestra con mayor dureza mostrada en la Tabla 3.8 es la M2 con 100% y la M4

obtuvo un valor de 20% de dureza en comparación a la muestra referencial (chifle) que obtuvo un 80%.

La M4 es aquella que tiene en su promedio la puntuación más alta en el atributo sabor con el número 4 que indica el nivel de agrado “Me gusta moderadamente” y a su vez se observa que el coeficiente de variación se encuentra a 28% más bajo que todos en dicho atributo, mostrando menos variación entre los resultados obtenidos de los jueces. Además, que obtiene mayor crocancia en comparación a una muestra referencial (chifle) y menor dureza.

### **3.7 Análisis de costos**

No se tomó en cuenta el costo del plátano y la yuca, ya que estos son desperdicios que quedan después de la producción de los snacks. En el apéndice D, se pueden observar las diferentes tablas con los cálculos de materia prima, equipos y mano de obra. El costo de los equipos se estableció en uno \$11277.20, la materia prima \$1350.50 y mano de obra \$1140.45. El costo de producción del producto se calcula en unos \$0.37, en un día de trabajo.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Se obtuvo una formulación aceptable para un bocadito producido con harina de plátano verde formada a partir de un subproducto de la industria de chifles, harina yuca y almidón de maíz (maicena). Donde se usaron los análisis fisicoquímicos para determinar si la humedad y las grasas estaban dentro de los parámetros establecidos para este tipo de producto.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis fisicoquímicos nos permitieron demostrar que no solo el producto se encuentra dentro de los estándares de la normativa INEN 2561:2010 para bocaditos de origen vegetal, sino que dentro de su formulación se vio que existe contenido alto de proteínas y bajo porcentaje de grasas, siendo la muestra 4 la que obedece a las nuevas tendencias de la sociedad en ingerir productos nutritivos y que no representen riesgos en su salud.

En la evaluación sensorial la muestra que tiene mayor aceptabilidad parte de los panelistas con el número de escala 5 que indica “Me gusta mucho” es la muestra M4 en los atributos color, sabor y apariencia con 24, 30 y 22% respectivamente, además de que se obtiene resultados favorables a la textura con una mayor crocancia en comparación con una muestra testigo (chifle) y menor dureza. La muestra que le sigue es la M2 con el porcentaje de 19% en el sabor, en el color se encuentra en el tercer lugar con el 19% y en la apariencia un empate con las demás muestras en apariencia, sin embargo, es aquella que tiene mayor dureza entre todas las muestras con un 100%.

La muestra 4 es aquella que contiene valores de proteínas de 2.0447%, aunque, la muestra 3 fue la que destacó en proteínas al tener 2.4802%, sin embargo, no fue del total agrado de los panelistas. En cuanto a grasas, la muestra 4 presentó el

porcentaje de grasas más bajo de todas las formulaciones, mientras que en humedad se obtuvo un 5.08555%, convirtiéndola, en un producto no perecedero.

El costo de producción unitario del producto es e \$0.37 en una presentación de 75 g, con un costo al público de \$0.55. Lo que hace que nuestro producto sea barato a lado de nuestra competencia, que ofrece un producto de 50 g con un precio similar al nuestro.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Implementar una cuchilla automática en el extrusor para obtener una apariencia con tamaño uniforme.
- Efectuar los análisis fisicoquímicos de las pruebas del producto de manera inmediata para que los resultados no se vean afectados por el medio y la forma en donde se lo almacena.
- Realizar el tratamiento con mayor aceptabilidad y valor nutricional en una extrusora con vapor para ayudar a mejorar la textura del producto.
- Realizar réplicas de cada tratamiento en los análisis fisicoquímicos, así se tendrá mayor confianza en los resultados obtenidos de cada análisis.

# BIBLIOGRAFÍA

Amini Khoozani, A., Kebede, B., Birch, J., & Bekhit, A. E. D. A. (2020). The effect of bread fortification with whole green banana flour on its physicochemical, nutritional and in vitro digestibility. *Foods*, 9(2), 152. Accedido el 12 de enero, 2023 desde <https://doi.org/10.3390/foods9020152>

Bianchi, M. (2010). Banana Verde: propiedades y beneficios. Accedido el 04 de noviembre, 2022, desde [https://valemaisalimentos.com.br/novosite/pdfs/BananaVerde-Propriedades\\_e\\_Beneficios.pdf](https://valemaisalimentos.com.br/novosite/pdfs/BananaVerde-Propriedades_e_Beneficios.pdf)

Buenrostro, R. (2018). Análisis y Elaboración de Gráficos Mediante Pruebas, para Evaluar Condiciones y Validar Repetitividad en los Métodos de Determinación de Humedad en la Empresa Contacto con Esfera Blanca Brillante S.A de C.V. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <https://utem.edu.mx/wp-content/uploads/2020/banco/tsuqai-2016-7.pdf>

Castañeda, C. (2013). Comparación de la Escala Hedónica de Nueve Puntos con la Escala Hedónica General de Magnitud (gLMS) Utilizada por Personas de Dos Regiones de América Latina. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0e036a32-7809-4aa8-8746-6d5855a7b1b6/content>

Choquehuanca Aquino, E. L., & Masco Caceres, Y. M. (2019). Influencia de la extrusión en las características fisicoquímicas en un snack a base de maíz (*Zea mays*), plátano (*Mussa cavendish*) y yuyo (*Chondracanthus chamissoi*). Accedido el 3 de noviembre, 2022, desde <http://190.119.145.154/bitstream/handle/20.500.12773/11450/IAchagel%26macaym.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cuggino, M. I. (2008). Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz-leguminosa (Doctoral dissertation). Accedido el 4 de noviembre, 2022, desde <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/60>

Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 9(S1), 122-132. Accedido el 1 de noviembre, 2022, desde <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/530>

Destro, T. M., Junior, H. S., Lima, T. G., Miranda, L. A., & Ferreira, M. P. (2020). Potential use of green banana biomass in the preparation of chocolate cake and salty pie. *Agronomy Science and Biotechnology*, 6, 1-11. Accedido el 3 de noviembre, 2022, desde <https://mecnaspublishing.com/journals/index.php/asbjournal/article/view/129/235>

Dussán-Sarria, S., Gaona-Acevedo, A. F., & Hleap-Zapata, J. I. (2017). Efecto del uso de antioxidantes en plátano verde Dominicano-Hartón (*Musa AAB Simmonds*) cortado en

rodajas. Información tecnológica, 28(4), 03-10. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400002>

Freire, W., Ramírez-Luzuriaga, M., Belmont, P., Mendieta, M., Silva-Jaramillo, K., Romero, N., Sáenz, K., Piñeiros, P., Gómez, L., Monge, R. (2013). Encuesta Nacional de salud y Nutrición 2011-2013. ENSANUT-ECU 2012, Accedido el 3 de noviembre, 2022, desde [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/ENSANUT/MSP\\_ENSANUT-ECU\\_06-10-2014.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf)

Funami, T., Funami, M., Tawada, T., & Nakao, Y. (1999). Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using curdlan. *Journal of Food Science*, 64(5), 883-888. Accedido el 11 de enero, 2023, desde <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15933.x>

Galanakis, C. M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 68-87. Accedido el 1 de noviembre, 2022, desde <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224412000532>

García, M., y Ramírez, P. (2012). Potencial del Plátano Macho Verde para la Elaboración de Botanas Saludables. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 3(5), 20–30. Accedido el 3 de noviembre, 2022, desde <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498150313002>

García, E., & Fernández, I. (2012). Determinación de Proteínas de un Alimento por el Método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <http://hdl.handle.net/10251/16338>

Gregorio, J., Lanza, P., Churión, C., & Gómez, N. (2016). Comparación entre el Método Kjeldahl Tradicional y el Método Dumas Automatizado (N Cube) para la Determinación de Proteínas en Distintas Clases de Alimentos. *Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 28(2). Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <https://www.redalyc.org/journal/4277/427749623006/427749623006.pdf>

Huber, G. (2001). Developments and trends in extruded snacks. Vol, 14. Accedido el 4 de noviembre, 2022 desde <https://www.naturalproductsinsider.com/archive/developments-and-trends-extruded-snacks>

Giraldo, C. (2019). Desarrollo de alimentos aptos para celíacos a base de maíz y de subproductos de la industria alimentaria (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). Accedido el 11 de enero, 2023, desde [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/85856/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/85856/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Laureano Carbajal, L. E., & Avellaneda Tejada, M. R. (2018). Influencia de la temperatura de extrusión en la calidad de un snack elaborado a base de pallar (*Phaseolus lunatus*) y arroz (*Oryza sativa*). Accedido el 4 de noviembre, 2022, desde <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3233>

Liria, M. (2008). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde [www.iin.sld.pe](http://www.iin.sld.pe)

Martínez, Y., Islas, J., Gutiérrez, F., & Osorio, P. (2016). Formulación de una Botana por Extrusión con Mezcla de Plátano y Amaranto. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos1(2), 728–733. Accedido el 31 de octubre, 2022, desde <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/8/127.pdf>

Murillo González, R. (2020). Aplicación de la tecnología de extrusión en productos con alto contenido en proteína (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). Accedido el 4 de noviembre, 2022, desde <https://riunet.upv.es/handle/10251/150018>

Mussatto, S. I. (2015). Generating Biomedical Polyphenolic Compounds from Spent Coffee or Silverskin. *Coffee in Health and Disease Prevention*, 93–106. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00011-5>

Narváez Enríquez, M. J., & Salazar Rosero, K. L. (2022). Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno. UPEC. Accedido el 11 de enero, 2023, desde <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1535>

Navarrete, F., & Stalin, D. (2018). Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (*Musa AAB*) precocida y fortificada (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16340/1/T-UCE-0008-CQU-027.pdf>

Paz, R., & Pesantez, Z. (2013). Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador. *Yachana Revista Científica*, 2(2). Accedido el 1 de noviembre, 2022, desde <http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/47>

Pérez-Navarrete, C., Cruz-Estrada, R. H., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2006). Caracterización Física de Extrudidos Preparados con Mezclas de Harinas de Maíz QPM (*Zea mays L.*) y Frijol Lima (*Phaseolus lunatus L.*). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 5, 145–155. Accedido el 3 de noviembre, 2022, desde <https://www.redalyc.org/pdf/620/62050205.pdf>

Pinili, E. L., Tabinas, R. J. A., Besas, J. R., & Esprela, L. T. (2022). Optimization of the sensory qualities of extruded crunchies using mixture design. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/998/1/012058/meta>

Reddy, M. K., Kuna, A., Devi, N. L., Krishnaiah, N., Kaur, C., & Nagamalleswari, Y. (2014). Development of extruded Ready-To-Eat (RTE) snacks using corn, black gram, roots and

tuber flour blends. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1929–1937. Accedido el 10 de diciembre, 2022, desde <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1251-0>

Vásquez Muñoz, D. N., & Vega Chicoma, B. A. (2019). Efecto de los porcentajes de maíz (*Zea mays*) maca (*Lepidium meyenii*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*) en la aceptabilidad de un suplemento alimenticio instantáneo. Accedido el 4 de noviembre, 2022, desde <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5926>

Wang, Y., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2012). Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *LWT-Food science and technology*, 47(1), 175-182. Accedido el 10 de enero, 2023, desde <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.011>

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

Desarrollo de los diferentes tratamientos [Elaboración propia]



Extrusor utilizado para la elaboración del bocadito paletizado



Alimentación del extrusor



**Salida del producto paletizado**



**Bocaditos paletizados listos para hornear**

## APÉNDICE B

### Desarrollo de la evaluación sensorial [Elaboración propia]

PRUEBA SENSORIAL				
Producto: Snack de platano verde				
Nombre:		Fecha:		
<b>Instrucción:</b>				
Por favor, pruebe las muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el numero que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.				
<b>Escala de preferencia</b>				
<b>Puntaje</b>	<b>Nivel de agrado</b>			
5		Me gusta mucho		
4		Me gusta moderadamente		
3		No me gusta ni me digusta		
2		Me disgusta moderadamente		
1		Me disgusta mucho		
Colocar en la siguiente tabla el puntaje de agrado según la muestra a degustar				
<b>Atributo</b>	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Color				
Sabor				
Apariencia				
Comentarios: _____				
_____				

### Hoja maestra de la Prueba de aceptación

**PRUEBA SENSORIAL**

Producto: Snack de platano verde

Nombre:

Fecha:

**Instrucción:**

Por favor, pruebe las muestra de izquierda a derecha y antes de cada muestra tome un sorbo de agua y responda con un ✓ según su juicio

Marque con un ✓ la muestra más crocan

R

M1

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Marque con un ✓ la muestra con mayor dureza

R

M1

\_\_\_\_\_

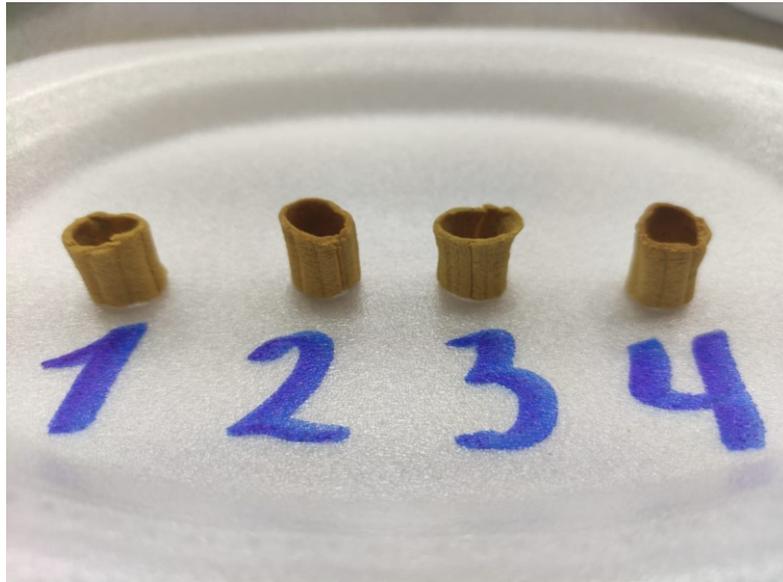
\_\_\_\_\_

Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hoja maestra de la prueba de comparación por pares donde cambia el número de M según la muestra a degustar**



**Preparación de las muestras para los jueces**



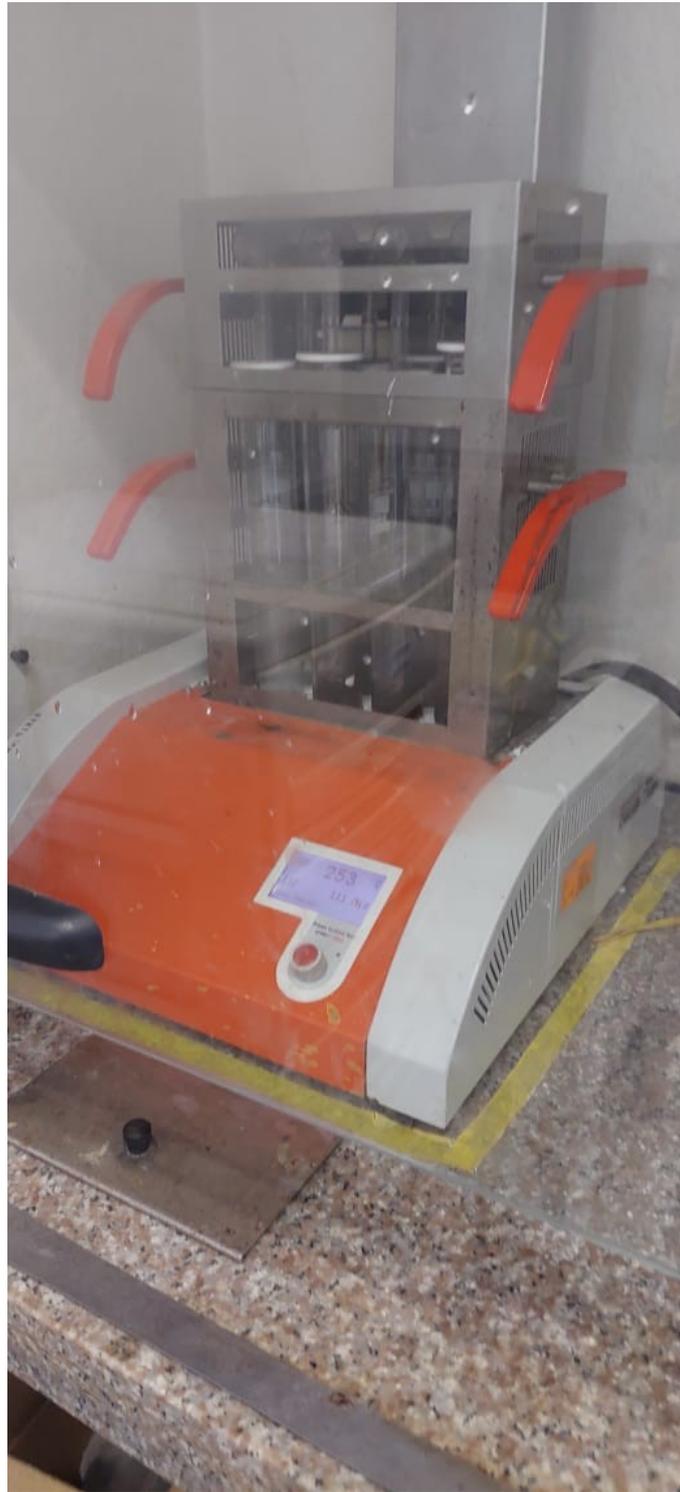
**Evaluación sensorial de los bocaditos paletizados**

## APÉNDICE C

### Desarrollo de los análisis Físicoquímicos [Elaboración propia]



Extracción de grasas por Soxhlet



**Digestor**

## APÉNDICE D

### Análisis de costos [Elaboración Propia]

#### Detalle de activos

Detalle	No de unidades	Precio por Unidad, US\$	total
Extrusora a vapor	1	10000.00	10000.00
Estufa	1	528.50	528.50
molino	1	599.00	599.00
Mesa de trabajo	1	150.00	150.00
<b>Costo total equipo</b>			<b>11277.50</b>

#### Detalle de materia prima

Detalle	cantidad (kg)	Unitario	total
Manteca vegetal	95.04	\$ 1.50	<b>\$142.56</b>
sal	25.92	\$ 0.30	<b>\$7.78</b>
Agua	864	\$ 0.00	<b>\$2.59</b>
maicena	345.6	\$ 1.70	<b>\$587.52</b>
Empaque	8640	\$ 0.02	<b>\$400.00</b>
<b>SUBTOTAL 1</b>			<b>\$1,140.45</b>

#### Detalle de mano de obra

Trabajador	cantidad	unitario	total
Obrero Calificado	1	450.50	\$450.50
Ayudante	2	450.00	\$900.00
<b>SUBTOTAL 2</b>			<b>\$1,350.50</b>

### Detalle de depreciación

Detalle	VIDA ÚTIL (años)	Depreciación anual	Depreciación mensual
Extrusora a vapor	10	1000	83.33333333
Estufa	7	75.5	6.291666667
molino	10	59.9	4.991666667
Mesa de trabajo	5	30	2.5
<b>TOTAL DEPRECIACIÓN MENSUAL</b>			<b>97.11666667</b>

### Detalle de costos fijos

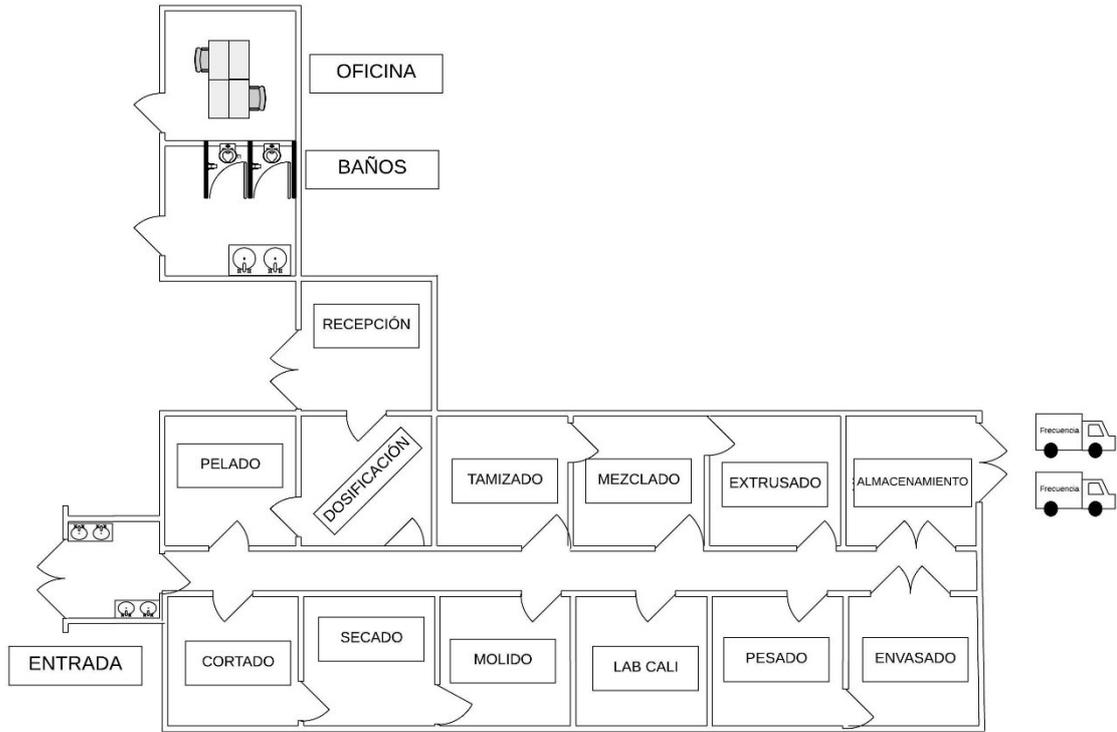
Descripción	Mensual, US\$
Limpieza y desinfeccion	25.00
Papeleria y utiles de escritorio	25.00
<b>Depreciacion de equipos</b>	<b>97.12</b>
Energía/combustible	30.00
<b>Costo mensual de mano de obra</b>	<b>526.50</b>
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>703.62</b>

### Detalle de costos de producción

<b>COSTO MENSUAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>\$1,140.45</b>
<b>MATERIA PRIMA E INSUMOS</b>	<b>\$1,350.50</b>
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>\$2,490.95</b>
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>\$703.62</b>
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>	<b>\$3,194.57</b>
TOTAL DE UNIDADES A PRODUCIR	8640.00
COSTO VARIABLE UNITARIO	<b>\$0.29</b>
COSTO UNITARIO DE PRODUCCION	\$0.37
PRECIO DE VENTA UNITARIO	<b>\$0.55</b>
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>	<b>2689</b>

# APÉNDICE E

## Diseño de planta [Elaboración Propia]



Layout