

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Desarrollo de un producto vegano a base de plátano orgánico de variedad barraganete (Musa paradisiaca) para consumo humano.

INGE-2205

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros en Alimentos

Presentado por:

Falconi Rivadeneira Leonardo André

Rodriguez Vera María José

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

A Dios que nunca me ha
abandonado en todo aspecto de mi
vida, mis padres y hermanos
quienes me impulsan a ser mejor
cada día y me ayudan a levantarme
cada día. A mi hijo, mi fuente de
inspiración para seguir a pesar de
muchas adversidades que se nos
presentaron. A ellos por enseñarme
a valorar lo que tengo, superar las
dolencias y luchar por lo que quiero.

María José Rodríguez Vera

Agradecimiento

Mi más profundo agradecimiento a Tania Guzmán PhD., Sócrates Palacios PhD., Patricio Cáceres PhD. y César Moreira PhD. por su apoyo en la realización de este proyecto integrador, con su experiencia y paciencia contribuyeron a mí experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación. También a mis compañeros, quienes estuvieron a mi lado durante estos años de estudio, apoyándonos y alentándonos en cada paso de nuestros años de estudio.

María José Rodríguez Vera

Quiero agradecerle a Tania Guzmán PhD., Sócrates Palacios PhD., Patricio Cáceres PhD. y César Moreira PhD, por su guía, recomendaciones, apoyo, y compartimos sus conocimientos relacionados al tema de este proyecto integrador. A mi compañera de tesis con la cual nos apoyamos durante la totalidad del trabajo.

Leonardo André Falconí Rivadeneira.

Declaración Expresa

Nosotros María José Rodríguez Vera y Leonardo Andre Falconi Rivadeneira acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al tutor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 02 de febrero del 2024.



María Jose Rodriguez
Vera



Leonardo Andre Falconi
Rivadeneira 11

Evaluadores

Tania Guzmán PhD.

Profesor de Materia

Patricio Cáceres PhD.

Tutor de proyecto

Resumen

A nivel mundial, la tercera parte de los productos alimenticio son desperdiciados sin considerar que aun contiene componentes nutritivos y sustancias bioactivas que al transformarlos en alimentos sustanciosos puede reducir la contaminación ambiental por la acumulación de estos desechos enfocado al desarrollo sostenible. En este proyecto se utiliza la cáscara de plátano en el desarrollo de una hamburguesa vegana con alto contenido proteico, se busca una dureza de la carne vegana cerca de una hamburguesa de origen animal y una estimación de costos de 200g de producto final. Se utilizó un balance de materia para la formulación basándose en la norma INEN NTE 1338, análisis proximal calculado mediante Excel, análisis de textura con el equipo Brookfield CT3, evaluación sensorial a 56 panelistas y una estimación de costos y precio de venta unitario. Se obtuvo los resultados para el análisis de textura de 40N, una aceptación del 70% por parte del consumidor y un precio de venta de \$6.56. En conclusión, la hamburguesa vegana cuenta con alrededor de 20% de proteína según la composición final donde el porcentaje de cáscara de plátano es aceptable para los consumidores, manteniéndose dentro de los requerimientos legales y técnicos dirigido para este tipo de producto.

Palabras Clave: carne vegana, desecho, proteína, consumidor.

Abstract

Worldwide, a third of food products are wasted without considering that they still contain nutritional components and bioactive substances that, when transformed into substantial foods, can reduce environmental pollution due to the accumulation of these wastes focused on sustainable development. In this project, plantain peel is used in the development of a vegan burger with high protein content, searches a hardness of the vegan meat close to a burger of animal origin and a cost estimate of 200 g of final product. A material balance was used for the formulation based on the INEN NTE 1338 standard, proximal analysis calculated using Excel, texture analysis with the Brookfield CT3 equipment, sensory evaluation of 56 panelists and an estimate of costs and unit sales price. The results for the texture analysis of 40N were obtained, an acceptance of 70% by the consumer and a sales price of \$6.56. In conclusion, the vegan burger has around 20% protein according to the final composition where the percentage of plantain peel is acceptable to consumers, remaining within the legal and technical requirements directed for this type of product.

Keywords: vegan meat, waste, protein, consumer

nakfbaf

Índice general

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Marco Teórico	5
1.4.1. Carne Vegana	5

1.4.2. Materia Prima	5
1.4.3. Antecedentes de productos a base de cáscara de plátano	8
1.4.4. Proceso	8
1.4.5. Tipos de carne vegana	9
CAPÍTULO 2	10
2. METODOLOGÍA	11
2.1. Formulación de la carne vegana	11
2.1.1. Balance de materia	11
2.1.2. Planteamiento de balance	12
2.1.3. Análisis Proximal	14
2.2. Producto terminado	14
2.3. Descripción de proceso de la elaboración de la hamburguesa vegana	14
2.4. Evaluación sensorial: Prueba de aceptación	15
2.4.1. Análisis Estadístico	16
Prueba de signo	16
2.5. Análisis de textura	18
2.6. Costos	18
CAPÍTULO 3	20
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	21

3.1. Formulación	21
3.2. Análisis Proximal	22
3.3. Aporte calórico de la hamburguesa vegana	24
3.4. Análisis de textura	24
3.5. Evaluación sensorial	26
3.5.1. Prueba de signo	26
3.5.2. Porcentaje de aceptación	27
3.6. Costo de producción	28
CAPÍTULO 4	32
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
4.1. Conclusiones	33
4.2. Recomendaciones	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	37

Abreviaturas

GaE	Acido gálico
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
PRONACA	Procesadora Nacional de Aves
P	Precio
Prot	Proteína
Carb	Carbohidratos
Gra	Grasa
Cen	Ceniza
H	Hamburguesa
Dep	Depreciación

Simbología

g	Gramo
Kg	Kilogramo
Kcal	Kilocaloría

Índice de figuras

Figura 1 Aporte calórico por macronutriente (Elaboración propia)	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 Resultados de dureza de las hamburguesas (Elaboración propia). ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 Resultados de prueba hedónica (Elaboración propia). ..	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Porcentaje de aceptación (Elaboración propia)	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5 Diagrama de flujo de elaboración de hamburguesa vegana	37
Figura 6: Diagrama general de la formulación (Elaboración propia)	38
Figura 7: Diagrama de flujo de elaboración de hamburguesa vegana (Elaboración propia).....	39
Figura 8: Gráfica de resultados (Carne vegana formulación propuesta)	40
Figura 9: Gráfica de resultados (Carne res preparación propia)	40
Figura 10: Gráfica de resultados (Carne vegana marca “Pronaca”)	41
Figura 11: Formato de prueba (Carne vegana formulación propuesta)	41
Figura 12: Formato de prueba (Carne res preparación propia).....	42
Figura 13: Formato de prueba (Carne vegana marca “Pronaca”)	42
Figura 14: Formato de prueba hedónica	43
Figura 15: Prueba de normalidad	45

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis proximal de la cáscara de plátano musa paradisiaca.....	6
Tabla 2 <i>Composición porcentual de las materias primas a utilizar (Elaboración propia)</i>	12
Tabla 3 <i>Escala hedónica de 9 puntos (Elaboración propia)</i>	16
Tabla 4 Balance de componentes de formulación (Elaboración propia).	22
Tabla 5 Análisis proximal de la hamburguesa vegana (Elaboración propia).....	23
Tabla 6 Prueba de signo (Elaboración propia)	27
Tabla 7 Costos Variables 1: Materia prima y material de envasado (Elaboración propia).....	28
Tabla 8 Costos Variables 2: Mano de obra (Elaboración propia)	29
Tabla 9 COSTOS VARIABLES 3: Mantenimiento y calibración (Elaboración propia)	29
Tabla 10 Gastos Activos De Inversión (Elaboración propia).....	30
Tabla 11 Gastos Fijos 1: Depreciación De Equipos (Elaboración propia).....	30
Tabla 12 Costos Fijos 2 (Elaboración propia).....	31
Tabla 13 Costos Fijos 3: Otros (Elaboración propia).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14 Precio unitario y punto de equilibrio (Elaboración propia).....	31
Tabla 15 Requisitos bromatológicos para productos cárnicos crudos.....	40
Tabla 16 Recopilación de datos de prueba hedónica (Elaboración propia)	44
Tabla 17 Datos calculados para prueba de aceptación	46

Capítulo 1

1. Introducción

1.1. Descripción del Problema

A nivel mundial, aproximadamente un tercio de los productos alimenticios se desecha, mientras que, debido a diversas circunstancias, existen individuos que no disponen de suficiente alimento. (Osorio & Hofmann, 2023). La ampliación de la variedad de alimentos esenciales o de las materias primas alimenticias puede ser una táctica efectiva para mitigar la falta de alimentos y el problema del hambre a escala global. (Lesmana et al., 2022).

Numerosos retos se plantean para los expertos en ciencia alimentaria en ámbitos académicos, gubernamentales e industriales, tales como la formulación de estrategias para abordar la meta de erradicar el hambre y garantizar la inocuidad de los alimentos es esencial y puede implicar diversas acciones y enfoques. (Osorio & Hofmann, 2023). Frecuentemente, los restos o sobrantes de la actividad agrícola aún contienen compuestos nutritivos y sustancias bioactivas, cuya conversión en alimentos enriquecidos puede contribuir a la disminución de los gastos de fabricación y, al mismo tiempo, a la reducción de la contaminación ambiental en general. (Lesmana et al., 2022).

Los plátanos, que pertenecen a la especie *Musa sp.*, ocupan el séptimo lugar en la lista de los cultivos alimentarios más importantes a nivel mundial. Este puesto los sitúa después de cultivos como el maíz, el arroz, el trigo, la soja y la mandioca. La producción mundial de plátanos superó los 138 millones de toneladas en el año 2010, destacándose como una fuente significativa de alimentos a nivel global (Valérie Passo Tsamo et al., 2014). El plátano es una fruta tropical ampliamente consumida en todo el mundo, y su cáscara, que comúnmente se descarta, representa aproximadamente el 40% del peso total de la fruta. (Shafi et al., 2022). La cáscara del plátano contiene cantidades significativas de dopamina y L-dopamina, que son catecolaminas con propiedades antioxidantes. La cantidad de compuestos fenólicos en la

cáscara de plátano puede variar significativamente según la variedad de plátano, su grado de madurez y el método de extracción. En general, se ha observado que la cáscara puede contener entre 3.1 y 380 miligramos de equivalentes de ácido gálico (GaE). Este rango representa aproximadamente el 1% del total de compuestos fenólicos presentes en la cáscara de plátano (Silva Carvalho & Conti-Silva, 2018). Adicionalmente, la cáscara del plátano contiene concentraciones reducidas, aunque seguras, de elementos potencialmente tóxicos, por lo que podría ser considerada como un suplemento dietético recomendable (Silva Carvalho & Conti-Silva, 2018).

Se han llevado a cabo investigaciones acerca de la inclusión de cáscara de plátano como sustituto de la harina de trigo en diversos productos, como galletas y pan. Los resultados obtenidos indican que esta adición no solo no produce efectos negativos en las características físicas y el sabor de los productos, sino que además mejora sus propiedades antioxidantes. Esta aplicación innovadora de la cáscara de plátano no solo aprovecha un subproducto comúnmente desechado, sino que también puede añadir beneficios nutricionales y funcionales a los productos alimentarios. (Shafi et al., 2022). La cáscara de plátano se ha empleado en diversas aplicaciones industriales, que abarcan la producción de biocombustibles, la creación de biosorbentes, la fabricación de cosméticos, la producción de pulpa y papel, actividades relacionadas con la energía, tratamientos de aguas residuales y procesos vinculados a la biotecnología (Shafi et al., 2022). Por lo tanto, teniendo en cuenta la relevancia de los compuestos fenólicos y la gran cantidad de residuos generados durante la producción de plátanos, este proyecto se concentra en la creación de una alternativa de carne vegana. Se llevará a cabo un análisis de su composición proximal y textura para lograr una similitud cercana a la carne de origen animal.

1.2. Justificación

En el presente proyecto se utilizará como ingrediente la cáscara de plátano en el desarrollo de una hamburguesa vegana, aprovechando desechos orgánicos, dado que estos residuos se descomponen en acumulación y resultan en una seria preocupación ambiental.

La afectación se da en los alrededores de los lugares de desecho por parte de industrias alimentarias que utilizan el plátano, ya que el desecho genera gases de efecto invernadero y supone un riesgo potencial de diseminación de enfermedades.

La finalidad de este enfoque es la valorización del residuo, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible que recupere y aproveche el subproducto que normalmente es desechado. Este proceso tiene como meta la generación de un nuevo producto que contribuya a la iniciativa de "hambre cero". Al aprovechar el contenido proteico, aminoácidos esenciales, fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados, potasio y polifenoles presentes en la cáscara de plátano, se busca no solo reducir el desperdicio alimentario, sino también proporcionar un alimento nutricionalmente rico que pueda contribuir a abordar la problemática de la malnutrición y el hambre.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un producto vegano empleando cáscara de plátano orgánico para el aprovechamiento de residuos producidos por la industria alimentaria.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Formular un producto con alto contenido proteico vegetal utilizando balance de materia.
- Comparación de dureza entre la formulación seleccionada con productos en el mercado mediante un análisis de textura.

- Estimar los costos de producción para una presentación de 200g de producto de final para la comparación de otros productos del mercado.

1.4. Marco Teórico

1.4.1. Carne Vegana

La carne vegetal se elabora a partir de células vegetales derivadas de legumbres o cereales, como la soja, guisantes o trigo. Estas células se combinan con otros ingredientes utilizando técnicas novedosas de cultivo celular. Los elementos empleados para la elaboración son mayoritariamente de origen vegetal, como concentrado de remolacha, cúrcuma, aceites (puede ser de girasol o coco), goma xantana, los elementos fibrosos de zanahoria o bambú, entre otros. Sin embargo, se incorporan espesantes, conservantes y colorantes que no siempre son de origen natural. Algunos fabricantes también emplean levaduras genéticamente modificadas en la extracción de proteínas y otras sustancias de origen vegetal durante el proceso de producción (Audino et al., 2020).

1.4.2. Materia Prima

La cáscara de plátano

Subproducto principal obtenido en procesos de industrias de plátano, representando alrededor del 30% del peso del fruto, y su aplicación varían dependiendo de su composición química. Es alta en fibra dietética, aminoácidos esenciales, proteínas, ácidos grasos poliinsaturados y potasio. En adición, es considerada como fuente potencial de sustancias antioxidantes y antimicrobianas, también compuestos fotoquímicos con actividad contra radicales libres (Zambrano, 2019).

A continuación, se detalla brevemente el análisis proximal de la cáscara de plátano reportada en distintos estudios.

Tabla 1*Análisis proximal de la cáscara de plátano musa paradisiaca*

Parámetro	Reportado(g)
Proteína	7.74±1.96
Lípidos	5.63±3.51
Ceniza	12.88±5.23
Carbohidratos digeribles	24.04±8.28
Fibra dietética	53.34±10.45
Fibra cruda	10.16±1.09
Carbohidratos totales	73.86±7.22

Nota: *Datos tomados de ACS Food Sci. Tecnología (2022)*

Harina de cáscara de plátano

Es un alimento de alto valor nutritivo, con un porcentaje de grasa mayor en comparación a otras harinas, también un alto porcentaje de fibra cruda, y un elevado porcentaje de proteína. Es una alternativa para dar valor al subproducto que se genera del plátano, ya que no se aprovecha cerca del 95% de los residuos. Su elaboración es sencilla y no conlleva muchos costos. La transformación se da comenzando con una deshidratación de la cáscara, ya sea en hornos o directo al sol. Una vez deshidratada, se tritura para la obtención del producto final (Zambrano, 2019).

Quinoa

Se la destaca como un alimento completo dado que presenta compuestos de alto valor funcional como lo son los polifenoles, fitoesteroles y flavonoides. También se pueden encontrar todos los aminoácidos esenciales en su composición. Otras propiedades para destacar son las propiedades: antioxidantes, citotóxicas, antidiabéticas y antiinflamatorias. Desde la perspectiva

nutricional es una gran fuente de los macronutrientes: carbohidratos, proteínas y lípidos, también tiene un rango extenso de minerales y vitaminas (Zambrano, 2015).

Garbanzo

El garbanzo en su composición química expone un alto contenido de grasa y fibra, en cuanto a la cantidad de proteína alcanza hasta un 22%. Sin embargo, el porcentaje más alto es correspondiente a los carbohidratos, cercano al 60%, donde el almidón corresponde al 50% de los polisacáridos. Una de las propiedades funcionales del garbanzo, corresponde a la hidratación, gracias a su matriz de proteína. Otra propiedad funcional que remarcar son las propiedades tanto la capacidad emulsionante como la estabilización de emulsión (Raymundo and Vélez, 2013).

Goma Xantana

Se encuentra compuesta por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos, si bien no es un agente gelificante, esta goma puede producir elevadas viscosidades en bajas concentraciones. Su solubilidad es completa en agua tanto fría como caliente y es totalmente estable al calor y pH, mostrando mantener la viscosidad en las soluciones que está presente, en rangos de temperatura desde los 0°C hasta los 100°C y de 1 hasta 13 de pH. Normalmente es utilizada en los productos con la función de estabilizante, espesante y agente para mantener suspensiones (Pasquel, 2010).

Proteína aislada de soya

Son altas en proteínas y carbohidratos, también bajas en grasa, al mismo tiempo, son una buena fuente de fibra y vitaminas. Su proteína constituye el nutriente con un interés alto en la industria alimentaria, dado que se encuentra formada en un 70% de globulinas, entre 10% a 20% de albuminas, 10% a 15% de glutelina y el porcentaje restante en prolamina (Vallejos, 2018).

1.4.3. Antecedentes de productos a base de cáscara de plátano

A continuación, se detalla algunos productos desarrollados con base de cáscara de plátano. Para galleta se han utilizado porcentaje de 7.5% a 15% de cáscara de plátano, donde se encontró diferencia significativa de humedad, proteína, grasa cruda y ceniza, además, causa efecto sobre el peso, diámetro, el espesor y la proporción de extensión(Shafi et al., 2022). Donde la dureza aumenta con la creciente proporción de harina de cáscara en las galletas al igual que las propiedades antioxidantes donde se encontró contenido fenólico, DPPH y peroxidación lipídica(Shafi et al., 2022).

Por otro lado, en pan y pasta se añadió hasta un 10% donde obtuvieron un contenido de fibra más elevado, mejorando el crecimiento de la levadura durante la fermentación de la masa, aportando altura al pan, sin embargo, la masa se seca y necesita más trabajo para su desarrollo adquiriendo un color marrón oscuro(Segura et al., 2022). En otra investigación, desarrollaron salchicha de pollo usando del 2% al 6% de harina de cáscara de plátano, mejorando el contenido de fibra dietética, aumenta el WHC, TDF, ceniza y retarda la oxidación lipídica(Zaini et al., 2020).

1.4.4. Proceso

José (2022) expone un proceso para elaboración de una hamburguesa vegana a base de proteína de guisante y remolacha. Este comienza con la recepción, control de calidad y almacenamiento de materias primas. El siguiente paso corresponde al lavado, cortado y cocción de la remolacha, siendo posteriormente, triturada y mezclada con el resto de los ingredientes. La mezcla obtenida es luego moldeada en hamburguesas, y pasa por un proceso de congelación para finalmente se envasadas. El producto final una vez envasado, está listo para su correspondiente almacenamiento. La Figura 5 (Ver en Anexos), recopila el proceso de elaboración en un diagrama de flujo.

1.4.5. Tipos de carne vegana

Carne Vegetal

La carne vegetal se elabora utilizando células vegetales provenientes de legumbres o cereales como la soja, guisantes o trigo. Estas células se combinan con otros ingredientes mediante avanzadas técnicas de cultivo celular (Audino et al., 2020).

Los componentes empleados en el procedimiento de fabricación son mayoritariamente de origen vegetal, como concentrado de remolacha, cúrcuma, aceites (puede ser de girasol o coco), goma xantana, los elementos fibrosos de zanahoria o bambú. No obstante, se incorporan espesantes, conservantes y colorantes cuya procedencia suelen ser de origen no natural (Audino et al., 2020).

Algunos fabricantes también utilizan levaduras modificadas genéticamente durante la producción o en la extracción de proteínas y otras sustancias de las plantas. Las alternativas de carne a base de vegetales se encuentran fácilmente en el mercado en diversas presentaciones, como salchichas, hamburguesas, albóndigas y filetes (Audino et al., 2020).

Carne cultivada

La producción de carne cultivada implica la utilización de células madre animales, las cuales se multiplican *in vitro* o en biorreactores mediante procesos biotecnológicos característicos de la medicina regenerativa, similares a los empleados para generar células, tejidos y órganos para trasplantes humanos (Audino et al., 2020).

Las células empleadas para iniciar el cultivo celular pueden obtenerse a través de una biopsia de músculos tomada de animales vivos o después de la matanza. Como alternativa, se generan líneas celulares, también conocidas como células madre, mediante técnicas de ingeniería genética, edición genética o mediante mutaciones inducidas o espontáneas. Las células se multiplican en soluciones líquidas que poseen los nutrientes fundamentales para el crecimiento del tejido (Audino et al., 2020).

Capítulo 2

2. Metodología

El proceso de formulación de la carne vegana a base de cáscara de plátano se llevó a cabo mediante la realización de experimentaciones preliminares, un balance de materia y una investigación bibliográfica de las materias primas involucradas. En la sección experimental, se llevaron a cabo análisis proximales que abarcaron el contenido de proteína, grasa, humedad, cenizas y carbohidratos del producto final.

Diferentes formulaciones fueron propuestas, considerando la variación de los parámetros de proteína, grasa y humedad como objetivos clave. Posteriormente, se llevó a cabo un panel sensorial para evaluar la aceptación de la formulación obtenida. Este proceso fue respaldado por un análisis estadístico utilizando el software Minitab, que incluyó pruebas de normalidad y de signos para determinar la significancia de los resultados.

Además, se realizó un análisis de costos para determinar el precio de venta al público, teniendo en cuenta los costos asociados con las materias primas, procesamiento y otros factores relevantes. Este enfoque integral abarca aspectos sensoriales, nutricionales y económicos para asegurar la viabilidad y aceptación del producto final en el mercado.

2.1. Formulación de la carne vegana

La formulación se la planteó considerando las especificaciones presentes en la normativa ecuatoriana INEN 1338 para productos cárnicos. El parámetro aproximado obtenido es el porcentaje de proteína de 20%. Teniendo la consideración de sabor y textura, también se estableció los porcentajes aproximados de grasa 10% y humedad 55%. A continuación, se detalla los requisitos bromatológicos en la tabla 2.1 (Ver en Anexo).

2.1.1. Balance de materia

En el proceso de formulación, se realizó un balance general teniendo en cuenta los porcentajes de proteína, grasa y agua presentes en una hamburguesa de origen animal como

referencia. Se estableció como objetivo que el producto final debería contener un 10% de grasa, un 20% de proteína, un 55% de agua y un 2.2% de sal. Estos parámetros se seleccionaron considerando las normas de balanceo típicas para productos cárnicos.

Se mantuvo una relación grasa/proteína dentro del rango de 1.5 a 2.5 con el fin de obtener un producto que ofreciera una buena textura y sabor, sin experimentar pérdidas significativas durante la cocción. Asimismo, se estableció un rango de humedad/proteína de 4 a 5 para prevenir la deshidratación y mantener una consistencia adecuada en el producto final.

Tabla 2

Composición porcentual de las materias primas a utilizar

Materia Prima	Proteína	Grasa	Agua	Ceniza	Carbohidratos
Quinoa	14,12%	6,07%	13,28%	2,38%	64,16%
Garbanzo	19,40%	5%	0,97%	0,92%	27,42%
Aislado de soya	80%	4%	10%	6%	0%
Cáscara de plátano	5,89%	5,12%	5,84%	7,59%	92,24%
Pulpa de plátano	8,75%	0,51%	19,45%	2,18%	97,53%

La composición de las materias primas se determinó mediante la generación de porcentajes para la elaboración de la carne vegana. Esto se logró mediante un balance de componentes, como se indica en la Figura 6 (ver en anexo). A través de este balance, se obtuvo la representación en porcentaje de cada parámetro presente en la formulación del producto final.

2.1.2. Planteamiento de balance

Se comenzó realizando la ecuación de balance de masa para nuestro producto. Se tomó en consideración las materias primas en conjunto con el aceite(G), agua (H₂O) y los aditivos (A).

$$H + H_2O + G + A = P \quad (2.1)$$

Todas las harinas correspondieron a el valor de H, por ende:

$$Q + S + G + C = H \quad (2.2)$$

Teniendo en cuenta que se deseó un porcentaje de 14% de proteína, se realizó el siguiente balance:

$$\begin{aligned} Hx_p + H_2Ox_p + Gx_p + Ax_p &= Px_p \quad (2.3) \\ (H)(x_p) + (H_2O)(0) + (G)(0) + (A)(0) &= 0,14 \\ (H)(x_p) &= 0,14 \end{aligned}$$

De igual manera los balances con respecto a la grasa y humedad:

Se puso como objetivo de grasa un 20%

$$\begin{aligned} Hx_g + H_2Ox_g + Gx_g + Ax_g &= Px_g \quad (2.4) \\ (H)(x_g) + (H_2O)(0) + (G)(1) + (A)(0,04) &= 0,20 \\ (H)(x_g) + (G)(1) + (A)(0,04) &= 0,20 \end{aligned}$$

Se puso como objetivo de humedad un 55%

$$\begin{aligned} Hx_h + H_2Ox_h + Gx_h + Ax_h &= Px_h \quad (2.5) \\ (H)(x_h) + (H_2O)(1) + (G)(0) + (A)(0,18) &= 0,55 \\ (H)(x_h) + (H_2O)(1) + (A)(0,18) &= 0,55 \end{aligned}$$

A través del cálculo realizado considerando el peso en gramos de cada componente, se determinó el porcentaje de cada materia prima en la formulación. Este cálculo se llevó a cabo para una base de 100 g, tomando en cuenta una merma del 0,02% debido a la pérdida de agua durante el proceso de congelamiento del producto. La consideración de la pérdida de agua es

esencial para obtener porcentajes precisos y ajustados a la realidad del proceso de producción de la carne vegana a base de cáscara de plátano.

2.1.3. Análisis Proximal

El análisis proximal del producto final se llevó a cabo mediante cálculos realizados en una hoja de Excel. Estos cálculos proporcionaron información detallada sobre la cantidad de proteína, grasa, agua, cenizas y carbohidratos aportados por cada gramo de materia prima utilizada en la formulación de la carne vegana a base de cáscara de plátano. El resultado final fue la suma total de cada uno de estos componentes, lo que permite obtener una visión integral de la composición nutricional del producto.

Es importante destacar que, debido al proceso de elaboración y almacenamiento del producto hasta su uso, se registró una pérdida de agua del 0.02%. Además, el cálculo por pérdida de cocción mediante la fórmula:

$$\% \text{ pérdida de cocción} = \frac{\text{Peso de H antes de cocinar} - \text{Peso de H después de cocinar}}{\text{Peso de H antes de cocinar}} \times 100 \quad (2.6)$$

2.2. Producto terminado

El producto terminado fue producto precocido que necesitó ser freído o cocinado a la parrilla antes de consumir. Alimento destinado al público en general de todas las edades. El diámetro de la hamburguesa fue de 12cm y un grosor de 10 mm en una ración de 100 g, donde el empaque contuvo 2 unidades, tuvo como empaque interior bolsas de PEAD termoselladas y como empaque externo una caja de cartón. Se conservó en congelación a una temperatura menor de -18 C para preservar las características de frescura, higiene y calidad.

2.3. Descripción de proceso de la elaboración de la hamburguesa vegana

El proceso de elaboración comenzó con la recepción de la materia prima, donde se llevó a cabo la valoración e inspección de los ingredientes recibidos, asegurando el cumplimiento de

los estándares de valores nutricionales y las normativas aplicables. Aquellas materias que cumplieron con los requisitos pudieron avanzar al siguiente paso, que fue la etapa de emulsión.

En la etapa de emulsión, se procedió a mezclar el agua con el aceite y el aislado de soja para preparar la emulsión base del producto. Una vez completada la preparación de la base, se inició la mezcla, incorporando las demás fuentes de proteína y aditivos a la emulsión base. Después de obtener la mezcla deseada, esta fue introducida en tripa de plástico con un diámetro de 18 cm.

Posteriormente, el embutido resultante pasó por un proceso de cocción a una temperatura máxima de 70 °C durante 5 minutos. Luego, el embutido experimentó un período de reposo en refrigeración durante 30 minutos para adquirir firmeza. Una vez que el embutido alcanzó la firmeza deseada, se procedió a cortarlo en las dimensiones establecidas para formar hamburguesas de aproximadamente 100g.

Las hamburguesas fueron sometidas a un proceso de congelación a -18 °C y luego fueron envasadas y almacenadas. El envasado se llevó a cabo mediante un proceso de sellado al vacío para cada unidad, y las unidades envasadas se colocaron en cajas plegables, con dos unidades por caja y un peso total de 200g por caja. Este proceso completo aseguró la calidad y la conservación adecuada del producto final. El diagrama de flujo se presenta en la Figura 7 (Ver en Anexos).

2.4. Evaluación sensorial: Prueba de aceptación

Se realizó la evaluación del nivel de aceptación de la formulación de la hamburguesa a base de cáscara de plátano mediante un panel sensorial compuesto por 56 panelistas no entrenados, quienes son consumidores cotidianos de productos cárnicos. Durante la evaluación, se consideraron los atributos de sabor, textura y la apreciación general del producto. Este análisis se efectuó utilizando una prueba de escala hedónica de 9 puntos, donde

los participantes expresaron su nivel de aceptabilidad, variando desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". Este enfoque permitió recopilar información valiosa sobre la percepción subjetiva de los consumidores respecto a la hamburguesa vegana elaborada con cáscara de plátano.

Tabla 3

Escala hedónica de 9 puntos

1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta un poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

2.4.1. Análisis Estadístico

Prueba de signo

Se utilizó el software Minitab para analizar los datos de aceptación de la muestra mediante pruebas de normalidad y la prueba de signos. La prueba de normalidad se llevó a cabo para las tres variables, estableciendo un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Los resultados indicaron que los datos no seguían una distribución normal, como se observa en los anexos, Figura 15, ya que se distribuyeron de manera aleatoria e independiente.

Dado que se confirmó la falta de normalidad en los datos, se optó por realizar pruebas no paramétricas, específicamente la prueba de signos, para cada variable. Se plantearon las respectivas hipótesis nulas y alternativas para evaluar la significancia de las diferencias

observadas en la aceptación de la hamburguesa a base de cáscara de plátano en términos de sabor, textura y apreciación general por parte de los panelistas.

Hipótesis para el atributo textura

Ho: Para la formula la aceptación por el atributo textura es mayor o igual a la mediana 6.

H1: Para la formulación la aceptación por el atributo textura es menor a la mediana 6.

hipótesis para el atributo sabor

Ho: Para la formula la aceptación por el atributo sabor es mayor o igual a la mediana 7

H1: Para la formulación la aceptación por el atributo sabor es menor a la mediana 7.

hipótesis para el atributo general

Ho: Para la formula la aceptación por el atributo general es mayor o igual a la mediana 7

H1: Para la formulación la aceptación por el atributo general es menor a la mediana 7.

Estas hipótesis establecen comparaciones entre la aceptación de la formulación y las medianas definidas para cada atributo, proporcionando una base para evaluar si hay diferencias significativas en la percepción de los panelistas sobre la textura, el sabor y la apreciación general de la hamburguesa vegana a base de cáscara de plátano.

Prueba de aceptación

Para la prueba de aceptación se calculó el porcentaje de aceptabilidad del producto utilizando la ecuación 2.6.

$$\%Aceptabilidad = \left(\frac{m+M}{N} \right) \times 100\% \quad (2.7)$$

Donde:

N: Numero de panelistas

m = Datos iguales a la mediana

M = Datos mayores a la mediana

Se utilizó la mediana obtenida en la prueba de signo y se contabilizó la cantidad de datos iguales y mayores a la mediana según cada variable. (Ver Anexos, Tabla 6).

2.5. Análisis de textura

Para el análisis de textura se realizó mediante el uso del equipo analizador de textura Brookfield CT3 (ver Anexos). La finalidad de este análisis fue la comparación de dureza y masticabilidad de nuestro producto final con una hamburguesa vegana de la marca PRONACA y con una hamburguesa de carne de res de producción propia. Para mantener concordancia en la corrida, se trabajó con 1cm de espesor para las tres hamburguesas. Se obtuvo valores relacionados y con mayor similitud a la mordida, se trabajó con las hamburguesas cocinadas en breve con relación al momento de realizar el análisis. Se utilizó el software de Brookfield Engineering Labs, Inc. correspondiente al equipo utilizado, en la Figura 11 se muestra la descripción y método de la prueba (Ver anexos).

2.6. Costos

Se efectuó el cálculo del precio por gramo de la masa necesaria para preparar las hamburguesas, sumando el valor total de las materias primas utilizadas en el proceso. Además, se determinó el precio de venta al público, considerando los costos asociados con la materia prima, los aditivos necesarios según los requisitos y los costos de producción en general.

Los cálculos incluyeron una evaluación de los costos de inversión, costos fijos y costos variables, así como la depreciación de equipos. Se determinó el punto de equilibrio, que es la producción necesaria para cubrir todos los costos, junto con la utilidad que podría generar este proceso.

Se enfocó especialmente en una producción a escala de industria pequeña, con un estimado de 240 kg en total por día, considerando que cada hamburguesa pesa alrededor de 100 gramos. Este enfoque detallado en los costos y la rentabilidad permite una visión clara de la viabilidad económica del proceso de producción de las hamburguesas veganas a base de cáscara de plátano.

CAPÍTULO 3

3. Resultados y análisis

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos a través de la aplicación de la metodología propuesta previamente. Se brinda un detalle exhaustivo de la formulación, el balance de componentes, el análisis proximal, el análisis de textura y la evaluación de los atributos sensoriales. En particular, se destaca la preferencia de los panelistas hacia la muestra en términos de sabor, textura y, en general, la aceptación de la carne vegana a base de cáscara de plátano.

Además, se presentan los costos asociados con la producción de las hamburguesas veganas, abordando aspectos económicos cruciales para evaluar la viabilidad del proceso. Este capítulo ofrece una visión integral de los resultados obtenidos en la experimentación, destacando tanto los aspectos cualitativos relacionados con la calidad del producto como los aspectos cuantitativos vinculados a la eficiencia económica del proceso de producción.

3.1. Formulación

La formulación establecida en la Tabla 4, representa la composición del producto final, hamburguesa vegana. El aislado de soya con el porcentaje de 21.87%, garbanzo 9.87%, quinoa 5.33%, pulpa de plátano 1,87%, cascara de plátano 0.80%, agua 47.99%, aceite 8%, sal 1.05%, panela 0.80% y 1.61% de condimentos.

La normativa INEN exige un mínimo de 14% de proteína, por lo que la formulación establecida lo cumple teniendo un 21%. Así mismo se mantuvo la ausencia de productos provenientes de animales. Con estas condiciones se logró mantener la formulación dentro de los requerimientos legales y técnicos dirigido para este tipo de producto.

Tabla 4*Balance de componentes de formulación*

Ingredientes	Formulación			Porcentaje				Valor Obtenido				
	%	gramos	prot	gra	agua	cen	car	prot	gra	agua	cen	car
Quinoa	5.33	5.33	14.12	6.07	13.28	2.38	64.16	0.75	0.32	0.71	0.13	3.42
Garbanzo	9.87	9.87	19.40	5.00	0.97	0.92	27.42	1.91	0.49	0.10	0.09	2.71
Aislado de soya	21.87	21.87	80.00	4.00	10.00	6.00	0.00	17.50	0.87	2.19	1.31	0.00
Cáscara	0.80	0.80	5.89	5.12	5.84	7.59	75.56	0.05	0.04	0.05	0.06	0.60
Pulpa	1.87	1.87	8.75	0.51	19.45	2.18	69.11	0.16	0.01	0.36	0.04	1.29
Goma	0.80	0.80						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agua	47.99	48.00			100.00			0.00	0.00	48.00	0.00	0.00
aceite	8.00	8.00		100.00				0.00	8.00	0.00	0.00	0.00
Sal	1.05	1.05						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Panela	0.80	0.80						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cebolla polvo	0.27	0.27						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ajo polvo	0.27	0.27						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pimienta	0.13	0.13						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comino	0.27	0.27						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tomillo	0.13	0.13						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paprika	0.27	0.27						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
albahaca	0.27	0.27						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sum Total		100.00						20.37	9.74	51.40	1.63	8.02
Merma	0.02	2.00								-1.05		
% Total	100.00	98.00						20.37	9.74	52.44	1.63	8.02

3.2. Análisis Proximal

A partir del balance de componentes, se determinó la composición nutricional de 100 g de hamburguesa vegana. Los valores obtenidos son los siguientes:

- Proteína: 20.37%
- Grasa: 9.74%
- Humedad: 52.44%
- Carbohidratos: 8.02%
- Pérdida de cocción: 4.5%

Estos porcentajes reflejan la distribución de macronutrientes y la humedad en la hamburguesa vegana elaborada a partir de la cáscara de plátano. Además, la pérdida de cocción del 4.5% indica la proporción de peso que se perdió durante el proceso de cocción.

Tabla 5

Análisis proximal de la hamburguesa vegana

Análisis Proximal	%
Proteína Total	20.37
Grasa	9.74
Humedad	52.44
Carbohidratos	8.02
Cenizas	1.63
Perdida por cocción	4.5

La formulación presentada destaca por su capacidad de retención de agua en la proteína, lo cual mejora la textura de la hamburguesa. La relación equilibrada entre proteína y grasa contribuye a la maleabilidad de la masa, manteniendo una proporción de proteína/grasa entre 1.5 y 2.5, favoreciendo la estabilidad de la emulsión. Sin embargo, se observó una pérdida de cocción del 4.5% en la hamburguesa de 100 g, atribuida principalmente a la pérdida de grasa según los valores resultantes en la composición final.

De acuerdo con Salazar et al. (2021), en productos similares se espera una pérdida de cocción reducida al utilizar harina de pulpa de plátano y cáscara de plátano con alto contenido de fibra y almidón. Aunque estos ingredientes no poseen propiedades idénticas, su mayor inclusión tiende a minimizar la pérdida por cocción.

Estos resultados resaltan la importancia de la formulación en la calidad y características finales del producto (Fuentes et al., 2010). En cuanto a la humedad, con relación a una

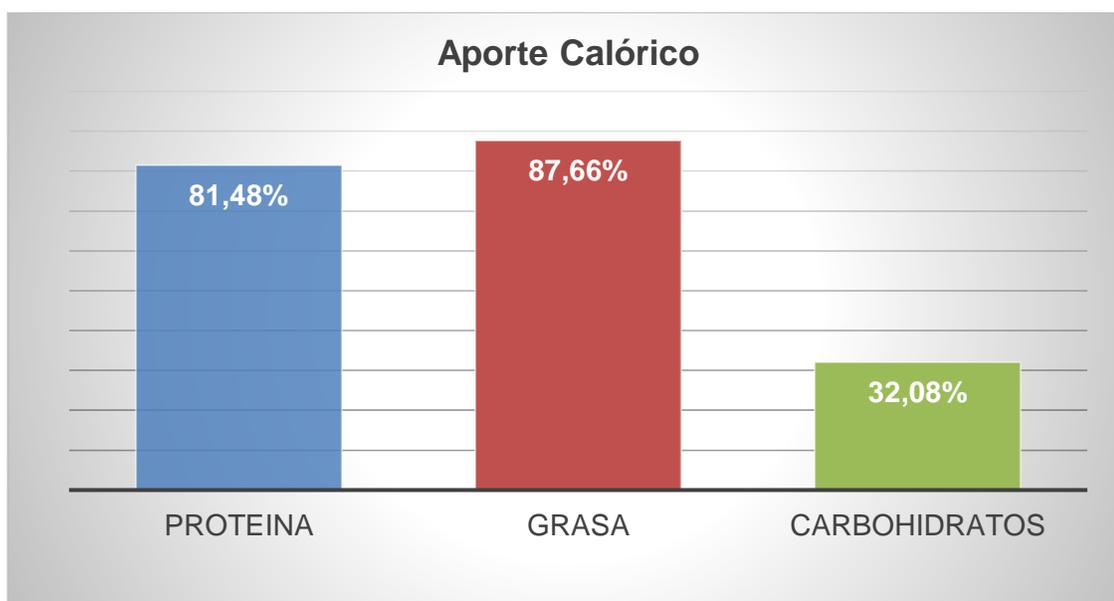
hamburguesa convencional es alta con pérdida de grasa mayor. Para hamburguesas de res reportado por (García et al., 2012) sin adición de harinas, la humedad alcanzaba el 35.53% y grasa el 66,96%.

3.3. Aporte calórico de la hamburguesa vegana

A continuación, se detalla las calorías que aporta la hamburguesa por cada 100 gramos de producto en la formulación:

Figura 1

Aporte calórico por macronutriente



El total de calorías equivales a 201.22 Kcal por 100 gramos de producto terminado según la formulación seleccionada. Como el producto consta de 2 unidades de 100 gramos, el peso neto sería de 200 g con 402.44 Kcal en total.

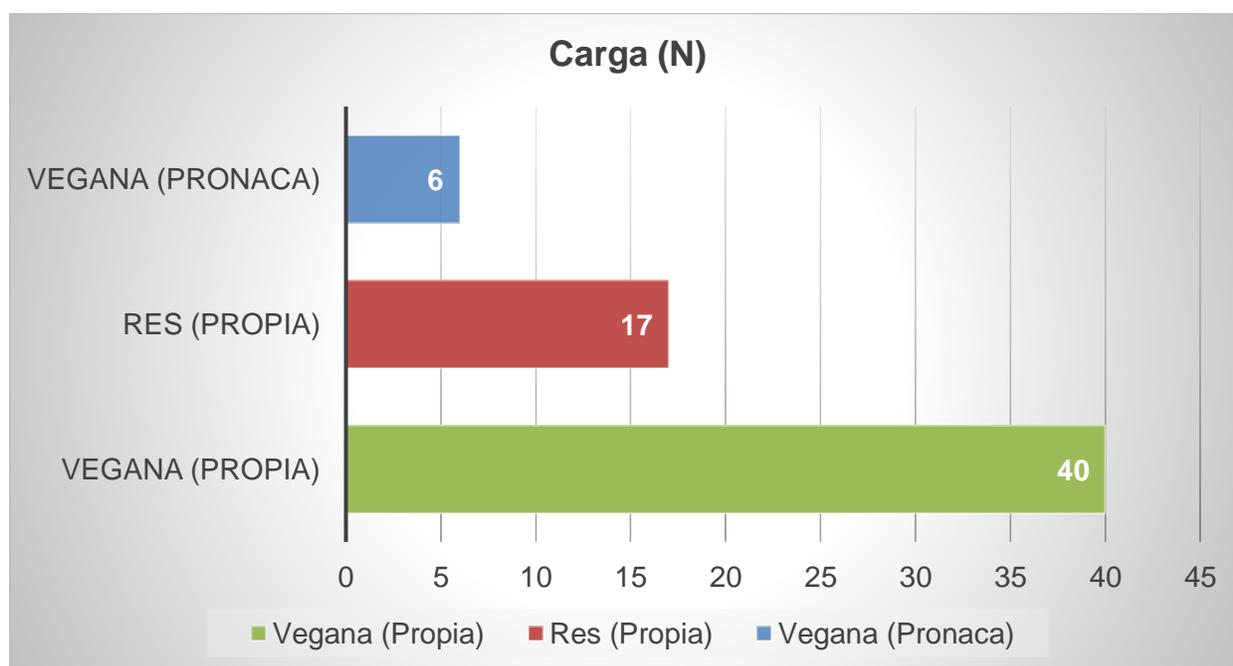
3.4. Análisis de textura

Los valores obtenidos los expone el software en una gráfica de Carga (N) v Tiempo (s). Con estas graficas se pudo analizar el parámetro de dureza, que está definido como la fuerza

que se requiere para que el alimento sea comprimido entre los molares. Los resultados obtenidos fueron de 6N, 17N y 40N, para la carne vegana de la marca PRONACA, la carne de res, y la formulación establecida respectivamente.

Figura 2

Resultados de dureza de las hamburguesas



Los resultados hallados teniendo como base la carne de res, tiene una dureza de 17 N, mientras que, la formulación establecida tiene una dureza de 40 N, a diferencia de la vegana de PRONACA con solo 6 N. La explicación de esta diferencia es en el porcentaje de grasa y la procedencia de la proteína. La formulación seleccionada se trabajó con 10% de grasa y proteína de soya, mientras que la hamburguesa de PRONACA tiene un porcentaje de grasa de 29% siendo a base de proteína de arveja. Torres (2013), explica que a mayor cantidad de humedad la textura resultará más pastosa. También, si se aumenta la proteína y dependiendo de su capacidad de retención de agua, se puede conseguir una textura de mayor consistencia y una mordida más parecida a la carne animal. De esta manera se puede explicar la diferencia

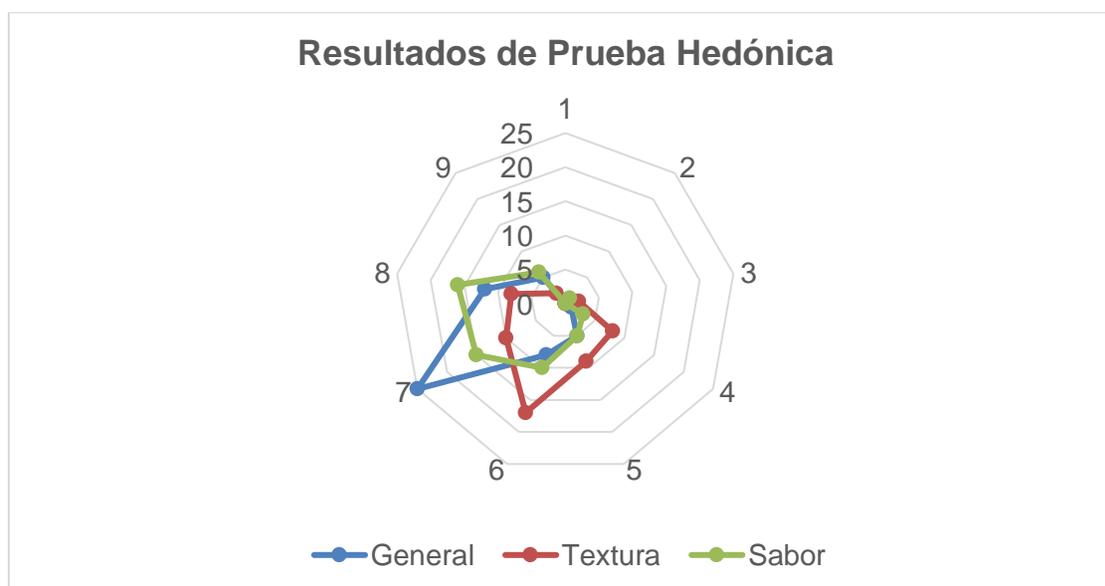
entre la formulación producida y hamburguesa de PRONACA, ya que tenemos un porcentaje de 21% de proteína comparado con el 17% que provee PRONACA.

3.5. Evaluación sensorial

Se realizó el análisis sensorial de la fórmula seleccionada de la hamburguesa vegana a base de cáscara de plátano a 56 panelistas, consumidores diarios de carne vacuno. Se muestra en la Figura 3 los datos tabulados correspondientes al panel sensorial para dicha formulación.

Figura 3

Resultados de prueba hedónica



Según los datos, el atributo general del producto contempla el nivel 7 de la escala hedónica, textura se atribuye al nivel 6 y el sabor a un nivel 8. Estos resultados muestran una actitud positiva de la población a la introducción de nuevos productos innovadores al mercado.

3.5.1. Prueba de signo

Los resultados hallados en la prueba de signo muestran que no se rechazan las hipótesis nulas para cada atributo, ya que el valor p es mayor a 0.05. Se demuestra que hay

evidencia suficiente para indicar que la muestra tiene mas del nivel 7 de preferencia en la escala hedónica en el atributo sabor y general, al igual que el atributo textura con mediana 6. Esto sugiere que el producto fue considerablemente aceptado por el consumidor, sin embargo, la textura afecto la percepción del panelista frente al producto.

Tabla 6

Prueba de signo

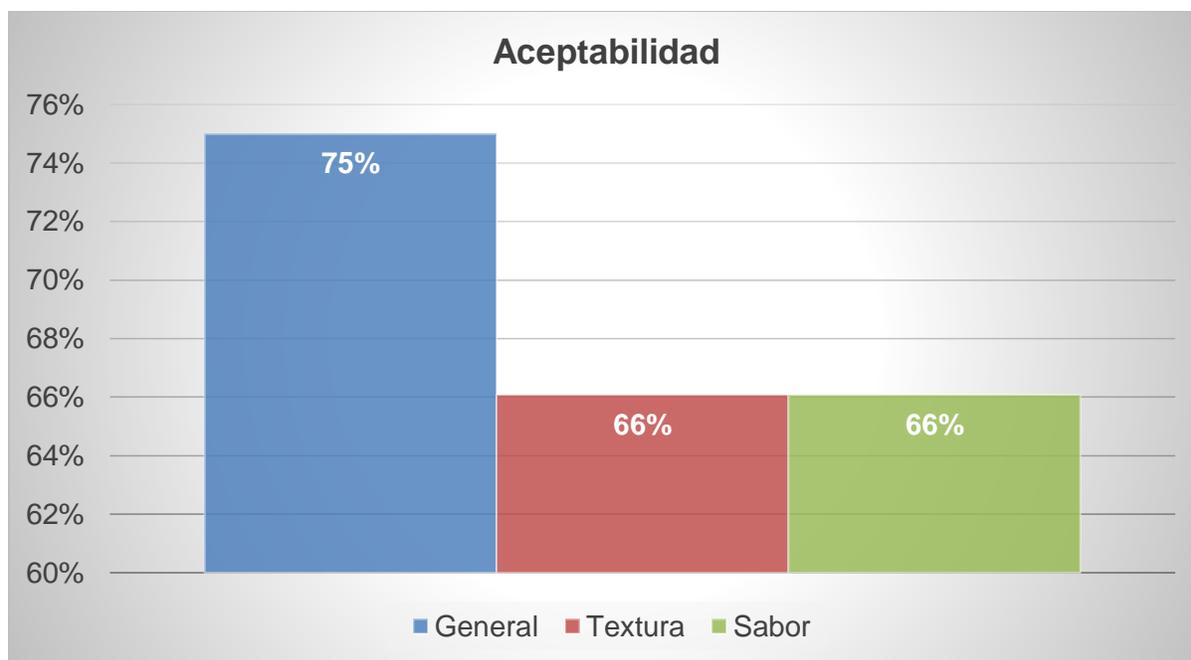
Muestra	Mediana	Número menor que mediana	Número igual que mediana	Número mayor que mediana	p
General	7	14	25	17	0.764
Textura	6	19	17	20	0.626
Sabor	7	19	15	22	0.734

3.5.2. Porcentaje de aceptación

La aceptabilidad del 75% manifiesta que 42 de los 56 participantes valoran la apreciación general de la hamburguesa con un valor mayor o igual a 7 según la escala hedónica a un gusto moderado por el producto. La aceptabilidad del 75% indica que 42 de los 56 participantes valoran la apreciación general de la hamburguesa con un valor igual o superior a 7 en la escala hedónica. El 66,07% de los panelistas equivale a 37 de los 56 panelistas para el atributo sabor y textura. Estos resultados hallados sugieren la positiva aceptación del consumidor frente a la carne vegana presentada, proponiendo que las harinas integrales de plátano, con pulpa y cáscara pueden posicionarse como ingrediente y sustituto de grasa conveniente ya que mejora las características físicas del producto.

Figura 4

Porcentaje de aceptación



3.6. Costo de producción

Tabla 7

Costos Variables 1: Materia prima y material de envasado

Descripción	Cantidad para 240kg por día	Cantidad mensual necesaria	P. unitario	P. total
Aislado de soya	15.6	312	\$13.65	\$4,258.80
Harina de quinua	39	780	\$4.10	\$3,198.00
Harina de garbanzo	62.5	1250	\$4.00	\$5,000.00
Cáscara de plátano	3.1	62	\$0.15	\$9.30
Pulpa de plátano	15.1	302	\$5.44	\$1,642.88
Agua	125	2500	\$0.15	\$375.00
Aceite	39	780	\$2.50	\$1,950.00
Sal	2.2	44	\$0.50	\$22.00
Especias	1.8	36	\$50.00	\$1,800.00
Empaque	120	4800	\$0.45	\$2,160.00
TOTAL, COSTOS VARIABLES 1				\$20,415.98

El costo total variable 1 de \$20.415,98 se obtuvo para la producción de un total de 4800 kg de producto mensualmente.

Tabla 8*Costos Variables 2: Mano de obra*

Descripción	Personal	Sueldo Base	
Obrero	1	\$450.00	\$450.00
Servicios generales	1	\$470.00	\$470.00
Atención y ventas	1	\$600.00	\$600.00
Reparaciones	1	\$600.00	\$600.00
TOTAL, COSTOS VARIABLES 2			\$2,120.00

Tabla 9*Costos variables 3: Mantenimiento y calibración*

Descripción	Precio
Calibración de báscula plataforma	\$55.00
Calibración de bascula sobremesa avanzada	\$150.00
Mantenimiento de batidora amasadora	\$150.00
Mantenimiento de marmita a gas	\$150.00
Mantenimiento de congelador	\$150.00
Mantenimiento de embutidora	\$150.00
Mantenimiento de sellador al vacío	\$150.00
TOTAL, COSTOS VARIABLES 3	\$955.00

Total, costos variables = \$ 23,490.98

Tabla 10*Gastos Activos De Inversión*

Equipos	Cantidad	P. unitario	P. total
Escritorio	2	\$96.00	\$192.00
Silla	2	\$85.00	\$170.00
Pallet base plástico		\$100.00	\$0.00
Estantería	3	\$178.00	\$534.00
Mesa de trabajo acero inoxidable	1	\$160.00	\$160.00
Báscula Plataforma	1	\$142.45	\$142.45
Báscula sobremesa avanzada	1	\$313.92	\$313.92
Marmita a gas	1	\$1,972.32	\$1,972.32
Batidora amasadora	1	\$3,374.04	\$3,374.04
Congelador	1	\$880.00	\$880.00
Sellador al vacío	1	\$1,100.00	\$1,100.00
Embutidora	1	\$200.00	\$200.00
Lavamanos	1	\$90.00	\$90.00
TOTAL, GASTOS ACTIVOS DE INVERSION			\$9,128.73

Tabla 11*Gastos Fijos 1: Depreciación De Equipos*

Equipos	Precio unitario	Vida Útil (años)	Depreciación. anual	Depreciación mensual
Escritorio	\$96.00	10	\$9.60	\$0.80
Silla	\$85.00	10	\$8.50	\$0.71
Pallet base plástico	\$100.00	10	\$10.00	\$0.83
Estantería	\$178.00	10	\$17.80	\$1.48
Mesa de trabajo acero inoxidable	\$160.00	10	\$16.00	\$1.33
Báscula Plataforma	\$142.45	10	\$14.25	\$1.19
Báscula sobremesa avanzada	\$313.92	10	\$31.39	\$2.62
Marmita a gas	\$1,972.32	10	\$197.23	\$16.44
Batidora amasadora	\$3,374.04	10	\$337.40	\$28.12
Congelador	\$880.00	10	\$88.00	\$7.33
Sellador al vacío	\$1,100.00	10	\$110.00	\$9.17
Embutidora	\$200.00	10	\$20.00	\$1.67
Lavamanos	\$90.00	10	\$9.00	\$0.75
TOTAL, GASTOS FIJOS 1				\$72.43

Tabla 12*Costos Fijos 2*

Descripción	Precio
Teléfono	\$15.00
Electricidad	\$40.00
Internet	\$40.00
Agua	\$40.00
Material de oficina	\$20.00
Impuestos prediales	\$250.00
Seguros	\$250.00
TOTAL, COSTOS FIJOS 2	\$655.00

Total, de costos fijos = \$ 727.43

Tabla 13*Precio unitario y punto de equilibrio*

Total, costo de producción	\$24,218.41
Costo total unitario	\$5.05
Porcentaje criterio	30%
Precio de venta unitario	\$6.56
Punto de equilibrio	749.96

Se obtuvo un costo total unitario de \$5.05 para la formulación establecida.

Considerando 30% de utilidad se estableció como precio de venta \$6.56, dando como ganancia un total de \$1.51. Se estimó 4800 kg de producto por mes, por lo que la ganancia total mensual debería ser de \$36,240. También se obtuvo el punto equilibrio en 750 kg de producto, el mismo que se puede alcanzar al cuarto día de producción si se cumple el estimado de 240 kg de producto por día.

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La hamburguesa vegana cuenta alrededor de 20% de proteína según la composición final.
- La elaboración de la hamburguesa vegana que contiene cascara de plátano es aceptable para los consumidores, se mantiene dentro de los requerimientos legales y técnicos dirigido para este tipo de producto.
- El análisis proximal de la formula establecida junto con el cálculo de aporte calórico determinado teóricamente, permite observar una simulación de la composición del producto terminado.
- Según la evaluación sensorial, estadísticamente el producto tuvo una preferencia mayor a 7, siguiendo de una aceptación de más del 70%.
- La prueba de textura mostró que la formulación establecida tiene una dureza mayor que la carne de res, resultando en una sensación de mordida comparable con la de un producto animal.
- El precio de venta se estimó a \$6.56, siendo este competitivo en el mercado hoy en día, con un promedio de \$7 el costo de este tipo de productos.
- El punto de equilibrio se definió en 750kg de producto, el mismo que se logra al cuarto día de producción siguiendo los parámetros establecidos.

4.2. Recomendaciones

- Evaluación rigurosa del cumplimiento de los parámetros microbiológicos de la hamburguesa para garantizar que la hamburguesa cumpla con los estándares de seguridad alimentaria establecidos por las autoridades reguladoras.
- Efectuar el análisis de polifenoles y compuesto bioactivos presentes en la hamburguesa.
- Desarrollar un estudio de vida útil para determinar el tiempo de consumo del producto para ayudar a determinar cuánto tiempo el producto puede mantener sus características organolépticas, nutricionales y microbiológicas dentro de los estándares aceptables
- Continuar con la mejora de la formulación, evaluando y aplicando otras técnicas para obtener una textura idéntica a una hamburguesa de origen animal.
- Consultar con diferentes proveedores de materia prima para optimizar el costo de producción.

Referencias

- Abellaneda, J. (2022). *Diseño de una hamburguesa vegana a base de proteína de guisante y dimensionamiento de una instalación de refrigeración congelación para su conservación.*
- Aguilar-Raymundo, V. G., & Vélez-Ruiz, J. F. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 25–34.
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Aguilar-Raymundo-et-al-2013.pdf>
- Audino, A., Bakudila, A., Milano, S., Nano, P., Pantzer, Y., & Ponzio, R. (2020). Los sustitutos de la carne. *Slow Food Foundation for Biodiversity*, 1, 1–16.
- García, M., & Lóor, M. (2017). *Efecto de la incorporación de tres tipos de almidones en las propiedades texturales de una carne vegetal.* Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Lesmana, D., Vianney, Y. M., Goenawan, Y. A., Natalie, K., Sukweenadhi, J., Buschle-Diller, G., Mukti, Y. P., Erawati, C. M., & Purwanto, M. G. M. (2022). Valorization of Peel-Based Agro-Waste Flour for Food Products: A Systematic Review on Proximate Composition and Functional Properties. *ACS Food Science and Technology*, 2(1), 3–20.
<https://doi.org/10.1021/acscfoodscitech.1c00353>
- Osorio, C., & Hofmann, T. (2023). Toward an Equilibrium: Zero Hunger and Food Safety as Targets. *ACS Food Science and Technology*, 3(1), 1–2.
<https://doi.org/10.1021/acscfoodscitech.2c00432>
- Pasquel, A. (2010). Gomas : Una aproximación a la industria de alimentos. *Panorama*, 6–12.
- Segura-Badilla, O., Kammar-García, A., Mosso-Vázquez, J., Ávila-Sosa Sánchez, R., Ochoa-Velasco, C., Hernández-Carranza, P., & Navarro-Cruz, A. R. (2022). Potential use of banana peel (*Musa cavendish*) as ingredient for pasta and bakery products. *Heliyon*, 8(10), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11044>

- Shafi, A., Ahmad, F., & Mohammad, Z. H. (2022). Effect of the Addition of Banana Peel Flour on the Shelf Life and Antioxidant Properties of Cookies. *ACS Food Science and Technology*, 2(8), 1355–1363. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00159>
- Silva Carvalho, V., & Conti-Silva, A. C. (2018). Storage study of cereal bars formulated with banana peel flour: Bioactive compounds and texture properties. *Nutrition and Food Science*, 48(3), 386–396. <https://doi.org/10.1108/NFS-09-2017-0193>
- Torres, A. F. (2013). *Tecnificación del Proceso Artesanal de la Carne de Soya a partir de la Torta (Okara) Proveniente de la Leche de Soya Resumen* (Issue 1). Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Valérie Passo Tsamo, C., Andre, C. M., Ritter, C., Tomekpe, K., Ngho Newilah, G., Rogez, H., & Larondelle, Y. (2014). Characterization of Musa sp. fruits and plantain banana ripening stages according to their physicochemical attributes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(34), 8705–8715. <https://doi.org/10.1021/jf5021939>
- Vallejos Ibarra, Y. E. (2018). *Obtención de concentrados proteicos de la harina de arveja (Pisum sativum) y determinación de su actividad antioxidante por el método del ácido tiobarbitúrico (TBA)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Zaini, H. B. M., Sintang, M. D. Bin, & Pindi, W. (2020). The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage. *Food Science and Nutrition*, 8(10), 5497–5507. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1847>
- Zambrano, A. C. (2015). *Alimento nutricional con alto contenido proteico para veganos, utilizando frejol canario y harina de quinua enriquecido con proteína celular*.
- Zambrano, J. (2019). *Elaboracion De Harina De Cascara De Platano Para Usarlo En Pollos De Engorde*. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Anexos



Figura 5 Diagrama de flujo de elaboración de hamburguesa vegana

Nota. Datos tomados de los autores (Abellaneda, 2022)

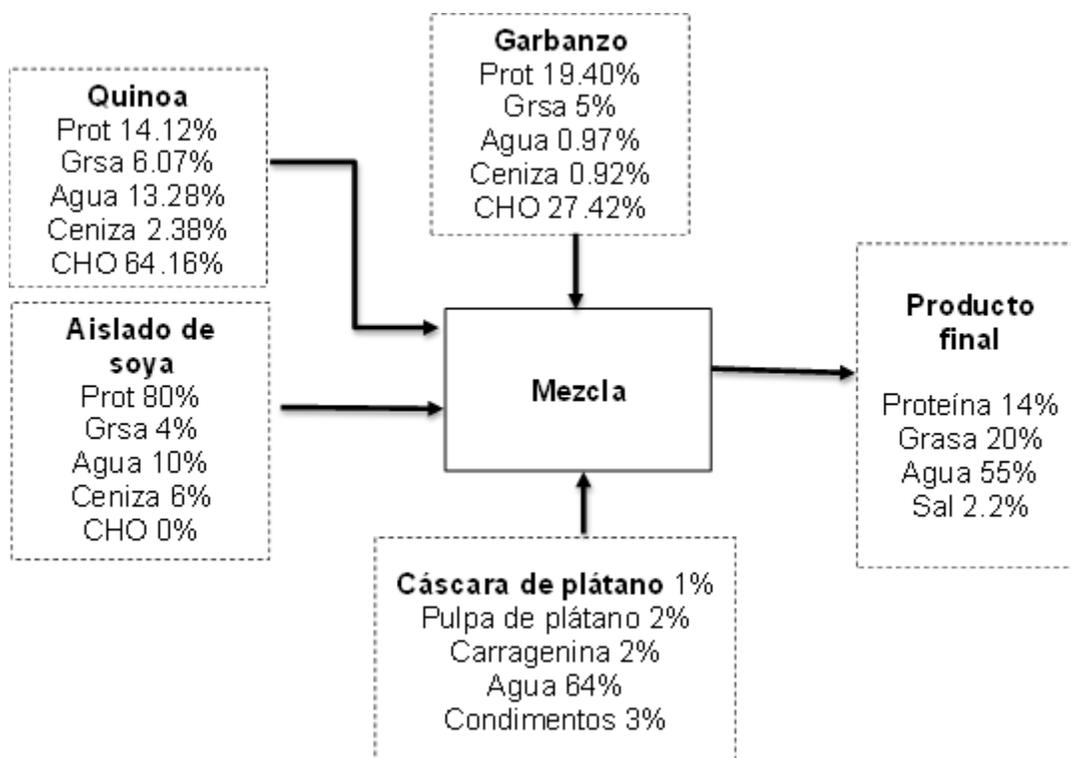


Figura 6: Diagrama general de la formulación (*Elaboración propia*)

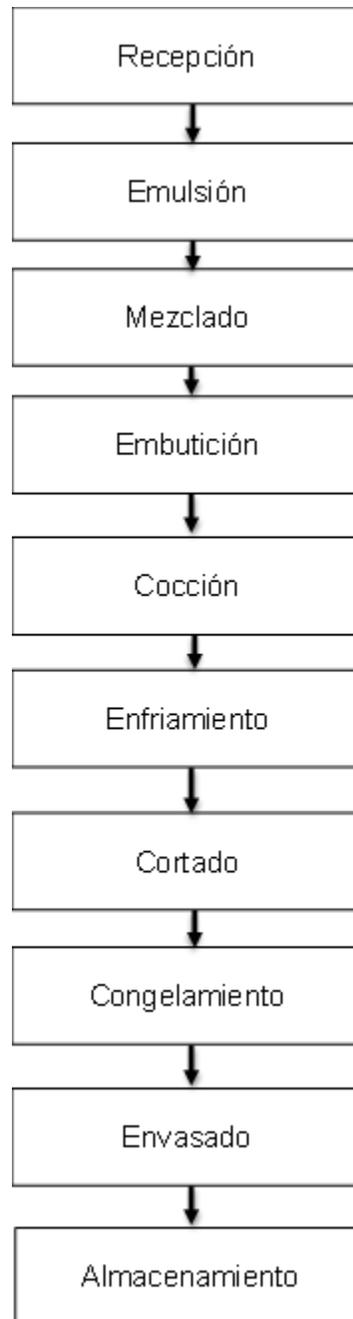


Figura 7: Diagrama de flujo de elaboración de hamburguesa vegana (*Elaboración propia*)

Tabla 14 Requisitos bromatológicos para productos cárnicos crudos

Parámetro	PRODUCTO TIPO I		PRODUCTO TIPO II		PRODUCTO TIPO III	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Proteína total	14%	-	12%	-	10%	-
Proteína no cárnica	Ausencia		-	2%	-	4%

Nota. Datos tomados de INEN NTE 1338

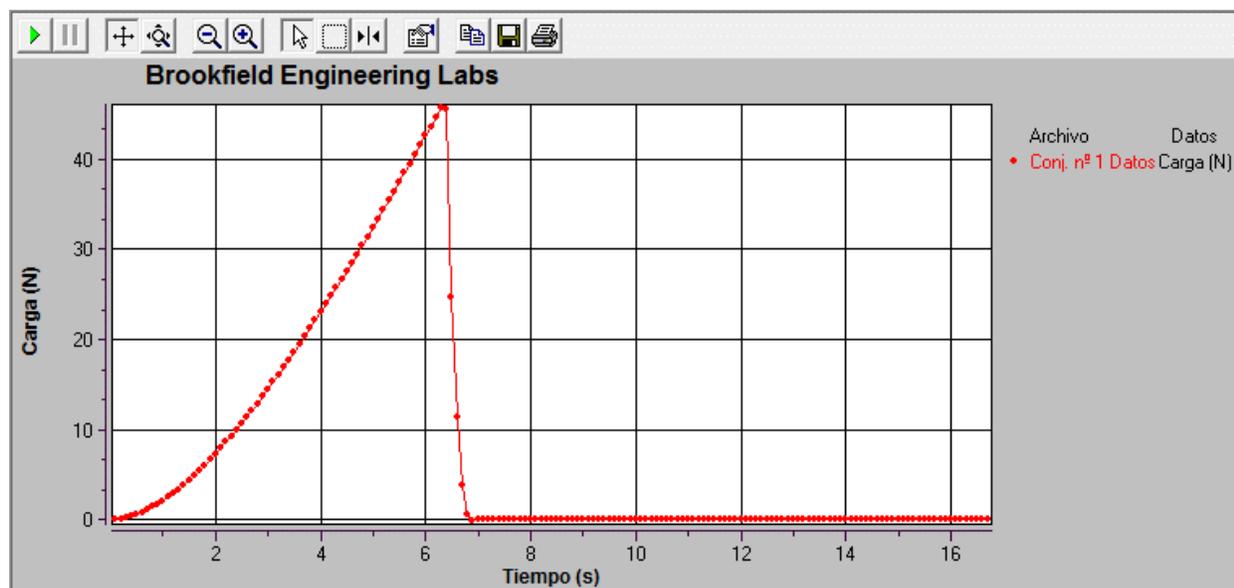


Figura 8: Gráfica de resultados (Carne vegana formulación propuesta)

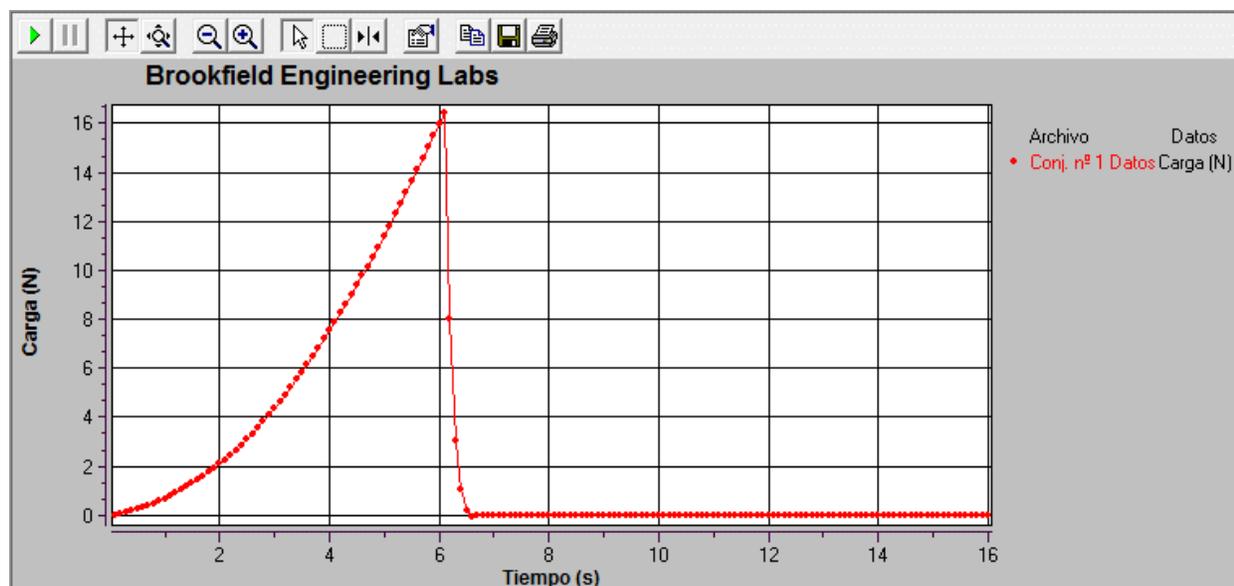


Figura 9: Gráfica de resultados (Carne res preparación propia)

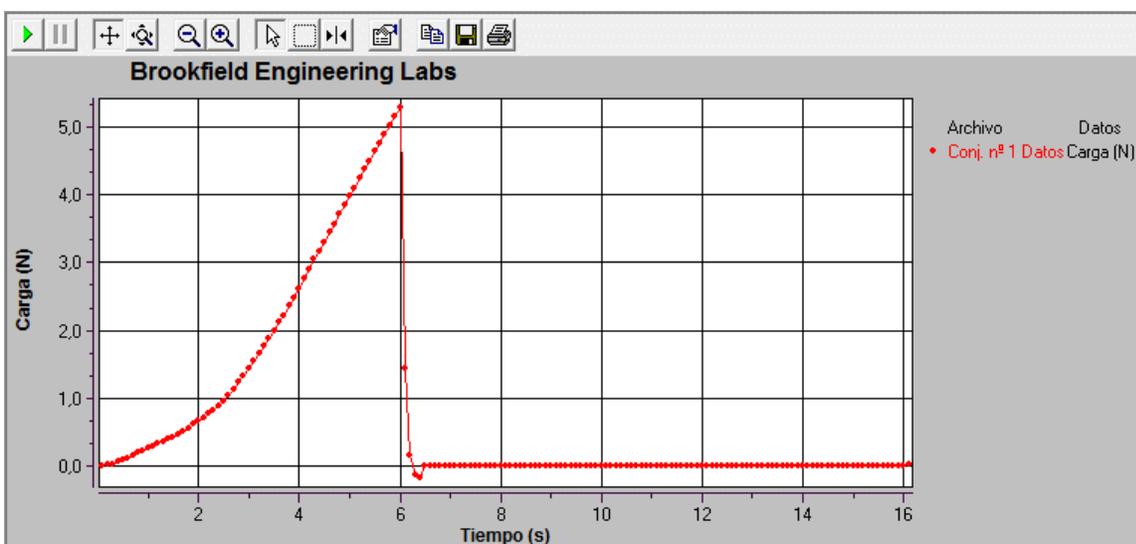


Figura 10: Gráfica de resultados (Carne vegana marca "Pronaca")

TexturePro CT V1.1 Build 7

Brookfield En

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	carne vegana		Notas:
Nº lote:	1		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	13,87	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	120,00	mm	
Método Test			
Fecha:	16/11/2023	Hora:	13:35:28
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	0 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	0 s	Velocidad Pretest:	1 mm/s
Carga Activación:	0,000 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	0,5 mm/s	Sonda:	TA11/1000
Velocidad Vuelta:	4,50 mm/s	Elemento:	TA-BT
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	4500g

Figura 11: Formato de prueba (Carne vegana formulación propuesta)

TexturePro CT V1.1 Build 7

Brookfield Engi

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	carne res	Notas:	
Nº lote:	1		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	15,67	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	100,00	mm	
Método Test			
Fecha:	16/11/2023	Hora:	13:43:12
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	0 s
Objetivo:	3,0	mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	0	s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación:	0,000	N	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	0,5	mm/s	Sonda: TA11/1000
Velocidad Vuelta:	4,50	mm/s	Elemento: TA-BT
Contador ciclos:	1		Celda Carga: 4500g

Figura 12: Formato de prueba (Carne res preparación propia)

TexturePro CT V1.1 Build 7

Brookfield E

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	carne pronaca	Notas:	
Nº lote:	1		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	14,93	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	100,00	mm	
Método Test			
Fecha:	16/11/2023	Hora:	13:46:30
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	0 s
Objetivo:	3,0	mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	0	s	Velocidad Pretest: 1 mm/s
Carga Activación:	0,000	N	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	0,5	mm/s	Sonda: TA11/1000
Velocidad Vuelta:	4,50	mm/s	Elemento: TA-BT
Contador ciclos:	1		Celda Carga: 4500g

Figura 13: Formato de prueba (Carne vegana marca "Pronaca")

Tabla 15 *Recopilación de datos de prueba hedónica (Elaboración propia)*

Panelista	Edad	Sexo	General	textura	Sabor
1	19	M	6	6	7
2	19	M	7	8	6
3	19	F	6	7	9
4	20	F	6	4	6
5	20	F	7	5	4
6	21	M	8	5	7
7	23	M	7	6	6
8	22	M	7	4	7
9	23	M	8	9	8
10	20	M	7	8	6
11	23	M	7	5	6
12	23	F	6	6	2
13	20	F	8	6	9
14	19	M	7	4	7
15	20	M	9	9	9
16	22	F	8	8	8
17	21	F	9	7	8
18	23	F	7	7	7
19	25	F	8	7	8
20	23	M	8	8	8
21	20	F	8	6	9
22	23	F	7	5	6
23	22	F	8	8	9
24	22	F	7	4	8
25	21	F	7	7	6
26	22	F	7	6	8
27	23	F	6	5	6
28	25	M	6	6	5
29	22	F	7	3	6
30	23	M	5	4	5
31	21	M	7	6	8
32	20	M	8	8	8
33	20	M	7	4	8
34	20	M	9	7	8
35	21	M	7	6	7
36	24	M	5	3	5
37	23	M	8	7	8
38	20	M	4	6	5
39	20	F	7	4	8
40	20	M	7	6	8
41	21	F	6	5	6
42	22	M	8	8	7

43	22	M	6	7	7
44	25	M	7	7	9
45	18	M	5	5	4
46	24	M	7	5	7
47	23	M	7	6	7
48	19	M	7	8	8
49	19	M	9	6	8
50	21	F	9	6	7
51	21	M	5	4	4
52	20	F	8	6	7
53	21	M	7	6	7
54	18	M	7	6	7
55	22	M	7	7	7
56	21	F	5	5	5

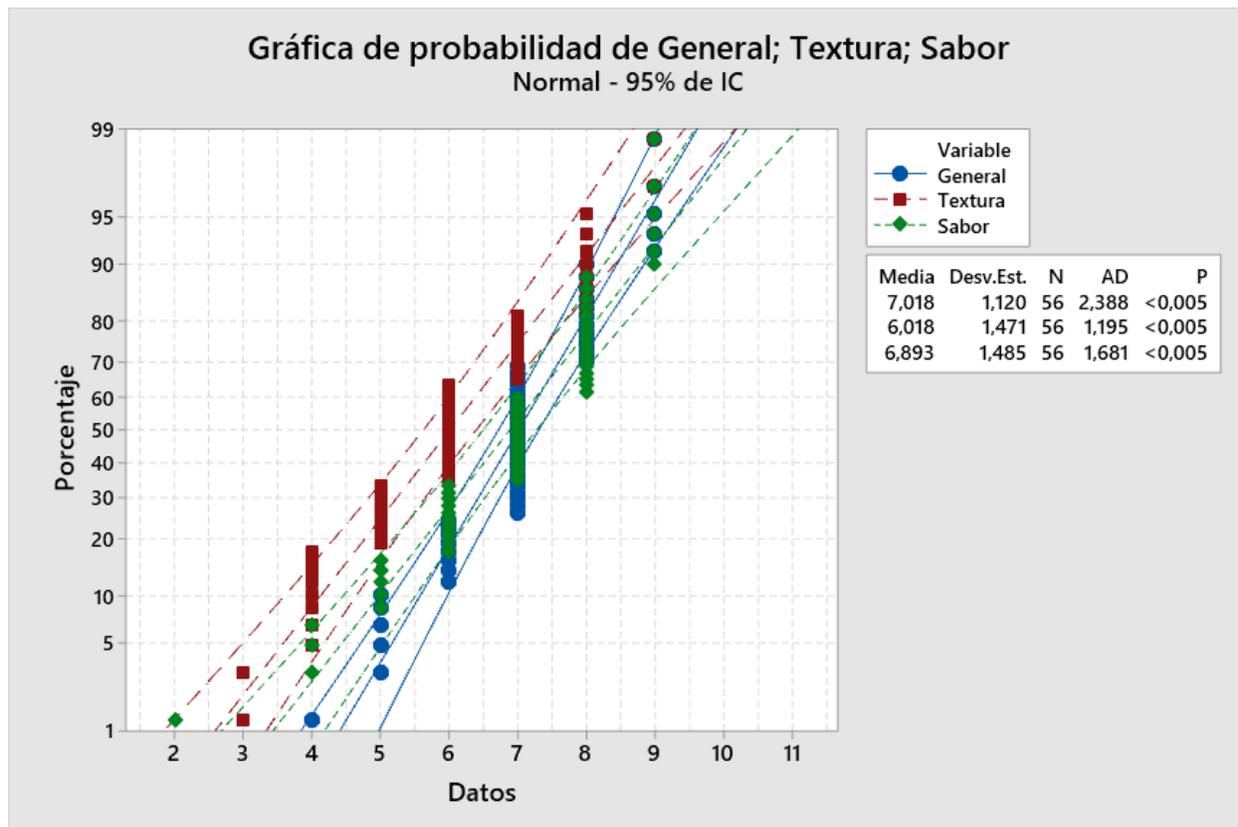


Figura 15: Prueba de normalidad

Tabla 16*Datos calculados para prueba de aceptación*

Atributo	Panelista	Mediana	Igual a Mediana	Mayores a Mediana
General	52	7	25	17
Textura	52	6	17	20
Sabor	52	7	15	22