

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede de Atenas

Carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos

ESTUDIO DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y COMERCIAL DE UN PRODUCTO ANÁLOGO CONGELADO DE CARNE, UTILIZANDO MEZCLAS DE PROTEÍNAS VEGETALES (FRIJOL NEGRO, ESTÍPITE DE HONGO OSTRA, SOYA) COMO ALTERNATIVA A PREFORMADOS CÁRNICOS TRADICIONALES

Trabajo final de graduación para optar por el grado de
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

MARÍA VALENTINA QUIRÓS VARGAS
GLENDA MARIA VÍQUEZ AGUILAR

Atenas, Costa Rica
2023

DECLARACIÓN JURADA

Yo Glenda María Víquez Aguilar portadora de la cédula de identidad número 2-0768-0856 y María Valentina Quirós Vargas portadora de la cédula de identidad número 2-0787-0687, estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, conocedoras de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante la Directora de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborado siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los 29 días del mes de mayo del 2023.



Glenda María Víquez Aguilar
2-0768-0856



María Valentina Quirós Vargas
2-0787-0687

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos



Ana María Bárcenas Parra
Directora de Carrera



Priscilla Alvarado Marengo
Tutora del TFG



Edel Solís Solís
Lectora TFG



Adriana Araya Morice
Lectora TFG

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación lo dedico primeramente a Dios, por permitirme culminar un logro más en mi vida; a mis padres Mario y Guisela, por creer siempre en mí y desearme siempre lo mejor, mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este; a mis hermanos, por estar siempre presentes; a Albin, quien desde el inicio me ha regalado palabras de aliento, gracias por ser mi gran apoyo; y a todas las personas que de una u otra forma han estado presentes en este proceso.

Glenda

Le dedico este trabajo a mis papás, Isabel y Freddy, a mis dos hermanas Mery y Paulina, y a mi cuñado Steven, quienes me han apoyado incondicionalmente durante toda mi carrera como estudiante y como profesional. Pero en especial se lo dedico a mi ahijado y sobrino Luis Diego, el cual, desde el día que nació, ha sido mi motivación para seguir adelante; espero algún día ser un ejemplo para él como persona y como profesional.

Valentina

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por permitirme llegar hasta donde estoy, y a nuestra tutora y lectoras, quienes con paciencia han transmitido su conocimiento, apoyo y sabiduría en el transcurso de este proyecto.

Glenda

Agradezco a Dios, a mi familia y a mis amigos, por todo el apoyo que recibí durante este tiempo. A nuestra tutora y ambas lectoras, las cuales han sido un pilar fundamental para llevar a cabo este trabajo. Gracias por todo su tiempo y dedicación.

Valentina

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Área de Estudio	16
1.2. Delimitación del Problema.....	16
1.3 Justificación	18
1.4 Antecedentes	21
1.5. Objetivos.....	25
1.5.1 Objetivo general	25
1.5.2 Objetivos específicos.....	25
II. MARCO TEÓRICO	27
2.1 Carne.....	28
2.1.1 Composición nutricional de la carne	28
2.2 Impactos negativos de la carne en el medio ambiente.....	29
2.2.1 Deforestación	29
2.2.2 Pérdida de la biodiversidad	30
2.2.3 Gases de efecto invernadero.....	30
2.3 Impactos negativos de la carne en la salud humana	31
2.4 Productos cárnicos procesados	31
2.4.1 Torta de carne	32
2.4.2 Ingredientes de productos cárnicos procesados	33
2.5 Productos análogos de carne.....	35
2.5.1 Mercado de análogos de carne	35
2.5.2 Desarrollos tecnológicos para la elaboración de productos análogos cárnicos	39
2.6 Proteínas vegetales	39
2.6.1 Proteínas de Leguminosas	39
2.7 Análisis físicos del producto final.....	46
2.7.1 Textura	47
2.7.2 Color.....	47
2.7.3 Análisis bromatológicos proximales del producto final	49
2.8 Grupo Focal	53

III. MARCO METODOLÓGICO.....	54
3.1 Tipo de Enfoque.....	55
3.2 Tipo de investigación	56
3.3 Sujetos y fuentes de información	56
3.4 Hipótesis o Preguntas generadoras	57
3.5 Matriz de Variables	58
3.6 Población y muestra.....	61
3.7 Descripción de la metodología	62
3.7.1 Características bromatológicas del estípite del hongo ostra, proteína de soya y frijol negro como materias primas.....	62
3.7.2 Elaboración de producto preformado.....	67
3.7.3 Evaluación del proceso de elaboración de la torta análoga	67
3.7.5 Determinación de parámetros de producción y calidad.....	69
3.7.7 Aplicación de grupo focal.....	74
3.7.8 Determinación de la viabilidad financiera de la elaboración de la torta preformada análoga	76
3.8 Técnicas e instrumentos para recolección de información	79
3.9 Técnicas de análisis de la información.....	80
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	81
4.1 Características bromatológicas del frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	82
4.1.1 Caracterización del frijol negro cocido en agua.....	82
4.2 Desarrollo de formulaciones.....	83
4.2.1 Torta análoga de carne N° 1 utilizando 1 % de alginato de sodio como gelificante	83
4.2.2 Torta análoga de carne N° 2 utilizando 2 % de alginato de sodio como gelificante	85
4.2.3 Torta análoga de carne N° 3 utilizando metilcelulosa como gelificante sustituto del alginato de sodio.....	87
4.3 Diagrama de flujo de torta análoga de carne N° 3.....	88
4.4 Encuesta aplicada a la población vegetariana, vegana y flexitariana.....	90
4.5 Evaluación de los costos de la torta análoga de carne y posición en el mercado ..	93
4.6 Composición bromatológica de la torta análoga de carne	95
4.6.1. Resultados de análisis bromatológicos de la torta análoga de carne	96
4.7 Estudio de estabilidad a 30 días de las tortas análogas de carne	99

4.7.1 Análisis de textura	99
4.7.2 Análisis de color	101
4.8 Análisis microbiológicos	105
4.9 Aplicación del grupo focal	106
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
5.1 Conclusiones	110
5.2 Recomendaciones	111
VI. REFERENCIAS.....	113
VII. APÉNDICES	126
IX. ANEXOS.....	137

Índice de tablas

Tabla 1. Composición proximal de la carne proveniente de res y cerdo	29
Tabla 2. Composición química de las leguminosas más importantes por cada 100 g	40
Tabla 3. Composición nutricional de soya texturizada (g/100 g).....	444
Tabla 4. Caracterización bromatológica de estípite y píleo del hongo ostra.....	466
Tabla 5. Definición y operacionalización de variables	58
Tabla 6. Factor de conversión para obtener la tasa de proteína bruta a partir del nitrógeno total	65
Tabla 7. Especificaciones técnicas deltexturizado de concentrado de soya según ficha técnica de proveedor AGBM (2020).....	66
Tabla 8. Contenido de humedad cocinado en frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	82
Tabla 9. Contenido de proteína en frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i>) en base seca.....	82
Tabla 10. Ingredientes (en orden decreciente) de la torta análoga de carne	87
Tabla 11. Precio total de la torta análoga de carne y diferentes tortas de origen vegetal por el método de costeo por lote	94
Tabla 12. Caracterización bromatológica (g/100 g) de torta análoga de carne, torta de carne comercial y torta vegetariana	95
Tabla 13. Fuerza de corte promedio torta análoga de carne y referencias.....	99
Tabla 14. Valores de las coordenadas L*a*b* para los tres lotes de producción.....	1011
Tabla 15. Porcentaje de rendimiento por cocción de tres tipos diferentes de tortas	1044

Índice de Ilustraciones

Figura 1. Principales materias primas utilizadas como alternativas de la carne de origen animal en América Central y América del Sur, del 2016 al 2021.....	19
Figura 2. Emisión de gases de efecto invernadero debido a la producción y transporte por kg de producto alimenticio.....	31
Figura 3. Representación gráfica del Sistema CIELAB	49
Figura 4. Apariencia de la torta análoga de carne N° 1, cocida.....	84
Figura 5. Apariencia de la torta análoga de carne N° 2, cocida.....	85
Figura 6. Apariencia de la torta análoga N° 3, cocida, utilizando 2 % de metilcelulosa.....	88
Figura 7. Diagrama de flujo de la elaboración de torta análoga de carne.....	892
Figura 8. Disponibilidad de productos vegetarianos/veganos en el mercado.....	92
Figura 9. Hábitos de consumo de productos vegetarianos/veganos.....	93
Figura 10. Intención de compra y características esperadas en una torta elaborada a base de estípite de hongo ostra, proteína de soya texturizada y frijol negro.....	93

RESUMEN

Con el fin de presentar una opción dirigida a una población cada vez más exigente, como la vegetariana, vegana y flexitariana, se realizó el estudio de las materias primas viables para elaborar una torta análoga de carne. Se utilizaron como fuente de proteína vegetal la soya texturizada, utilizada industrialmente como extensor en la elaboración de productos cárnicos; el frijol negro, fuente de proteína que forma parte de la dieta básica de las personas costarricenses; y el estípite de hongo ostra, no solo por sus propiedades, sino también para generar un valor agregado al aprovechar un subproducto alimentario que se destina a desecho.

Por medio de pruebas piloto, se elaboraron tres formulaciones con distintas materias primas funcionales, demostrándose que la metilcelulosa fue la más viable, ya que permitió lograr las características sensoriales deseadas por las personas consumidoras, las cuales son color, textura, sabor, olor y apariencia general, de forma que la torta análoga sea lo más cercana a las características de una torta de carne convencional.

Se estimó un precio de venta, con base en el costo de producción de la torta análoga de carne de ₡ 11,93/g, y un precio de venta por presentación de seis tortas de 75 g cada una de ₡5.369, demostrando la posibilidad de presentarles, a las personas consumidoras, un producto más accesible con relación con la competencia, el cual es mayoritariamente importado.

Se realizaron análisis de estabilidad, análisis microbiológicos y bromatológicos, donde se obtuvieron resultados favorables, que permitieron ser comparados con las tortas de carne que se encuentran en el mercado. Finalmente, por medio de un grupo focal, se validó la aceptación de las características sensoriales de la torta análoga de carne, demostrándose que es viable, desde una perspectiva técnica y comercial, elaborar un producto preformado análogo de carne a base de frijol negro, hongo ostra y soya, que cumpla con características nutricionales y sensoriales similares a los productos cárnicos tradicionales.

I. INTRODUCCIÓN

La carne procesada de origen animal tiene un alto consumo por parte de la población, debido, entre otros tópicos, a su contenido nutricional y versatilidad. La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018) define la carne procesada o embutidos como la carne que se ha transformado a través de la salazón, el curado, la fermentación, el ahumado u otros procesos para mejorar el sabor o la conservación. Dentro de esta definición se pueden incluir entonces productos como embutidos, carnes marinadas, tortas y otros productos preformados congelados.

Según García (2020), estudios realizados por la Universidad de Costa Rica reportan que, en el país, el 66,5 % de la población dice consumir carne procesada (embutidos). Este porcentaje se puede relacionar con lo que determinó un estudio dado a conocer por la Corporación Ganadera Nacional [CORFOGA], en el cual se menciona que 86 % de los hogares consumían este tipo de producto (La Nación, 2017). En términos absolutos, según Gutiérrez (2017), los costarricenses consumen más de dos kilogramos de carne de res por semana en cada uno de los hogares.

Gómez y Cofrades (2019) manifiestan que se estima que, para el año 2050, la población mundial va a ascender a más de 9.000 millones de personas, y esta creciente población va a repercutir en un incremento de la demanda de alimentos de origen animal de entre un 70-80 %.

También mencionan que la mejora de los rendimientos de producción agrícola no mantiene el mismo ritmo que en el pasado, lo cual conlleva a la búsqueda de fuentes de proteína más sostenibles como la vegetal, con las que se puedan desarrollar productos cárnicos análogos con una menor huella de carbono.

Con respecto a los productos análogos, Publitec (2020) menciona que los análogos de carne son productos elaborados con insumos vegetales, que se aproximan a ciertas cualidades sensoriales como la textura, el sabor, el color y los nutrientes de tipos específicos de carne.

El presente trabajo de investigación se centra en el estudio de viabilidad técnica y comercial de un producto análogo congelado de carne, como opción sustitutiva de la carne animal en productos tradicionales, dirigido a aquella población que desea seguir una alimentación basada en plantas, utilizando como materias primas alternativas el frijol negro, el estípite de hongo ostra y la proteína de soya texturizada en la elaboración de un preformado tipo torta, con el fin de lograr características sensoriales esperadas y llamativas al consumidor.

1.1 Área de Estudio

Esta investigación se desarrolla en el área de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, específicamente en la línea de elaboración de una alternativa de productos análogos de la carne. El desarrollo de las tortas a partir del estípite de hongo ostra, proteína de soya texturizada y frijol negro como materias primas, genera un alto valor de proteína de origen vegetal, dirigido a la población que desea seguir una alimentación basada en plantas; no obstante, también podrá ser consumido por la población en general.

1.2. Delimitación del Problema

En las industrias de alimentos, se requiere gran cantidad de recursos para crear un producto, desde su producción hasta su distribución, y es la huella ecológica y consumo de carne y otros derivados animales en los países desarrollados, una de las grandes responsables de la crisis climática que se vive. Las emisiones del sector a nivel global representan ya el 14,5 %, y es la ganadería industrial especialmente responsable de estas emisiones, debido al crecimiento exponencial de estas explotaciones intensivas en las últimas décadas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019).

Se estima que, en América Latina y el Caribe, la producción ganadera de carne bovina es la encargada de emitir el 30 % de los gases de efecto invernadero en el mundo (FAO, 2019).

Por esto, al desarrollar un producto que no incluya dentro de su formulación y como materia prima la carne de origen animal, se estaría mitigando este tipo de contaminación y, al mismo tiempo, creando un producto sostenible al disminuir el uso de carnes.

Debido al creciente aumento de la población, las Naciones Unidas proyectan una cifra cercana a los 9.700 millones de habitantes para el año 2050 (Muratore, 2017) y, ante ello, la producción de alimentos debe tener un aumento equivalente. Según el informe de Perspectivas Agrícolas 2021-2030, elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la FAO (OCDE-FAO, 2021), se prevé que la oferta mundial de carne se incrementará durante el periodo de proyección, hasta alcanzar 374 millones de toneladas. Este informe menciona, además, que en el periodo 2018-2020, las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la industria de la carne, representaron cerca de 54 % del total de emisiones de la actividad agropecuaria, y que la industria está estudiando alternativas para reducir dicho impacto.

Por otra parte, según Procomer (2019), actualmente la población costarricense tiene tendencia a consumir más alimentos de origen vegetal en su dieta, como sustituto de los alimentos tradicionales, lo que lleva a reducir su consumo diario de carne y lácteos, en pro de mejorar su estilo de vida, además de tomar conciencia con respecto a la vida y bienestar animal.

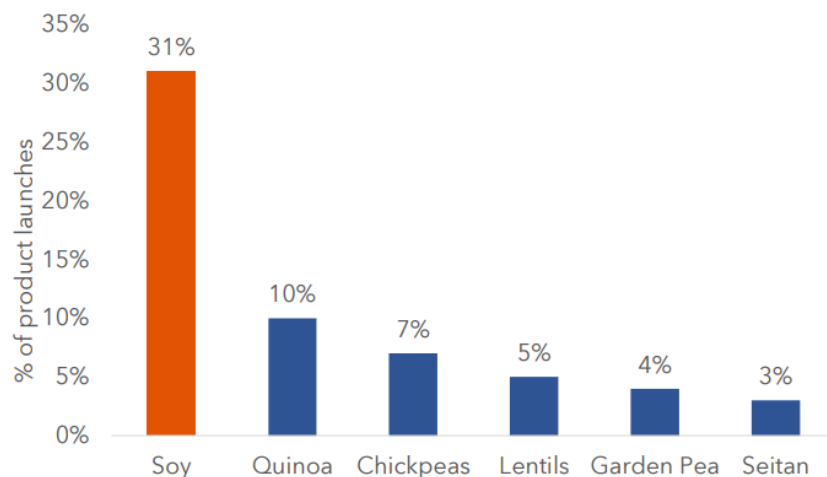
Es importante mencionar que el aumento de la población vegana, vegetariana y flexitariana en los últimos años genera nuevas formas de consumo, enmarcadas en la tendencia denominada “plant-based” que, según Bolaños (2021) es la alimentación y desarrollo de productos enfocados en la inclusión de ingredientes vegetales como granos, legumbres, frutas, semillas y aceites vegetales, reduciendo o eliminando alimentos de origen animal.

1.3 Justificación

A medida que crece la población mundial, aumenta la necesidad de proteínas alternativas confiables y, a pesar de que la carne se considera una buena fuente de proteínas de alto valor biológico, su alto consumo no es sostenible con los sistemas de producción que se aplican en muchos lugares del mundo, además de considerar las necesidades y preferencias de alimentación de origen vegetal de la población hoy en día, esto por motivos religiosos, de bienestar animal, o hasta inclusive por mejorar su estilo de vida y alimentación.

Por lo tanto, es interesante conocer y estudiar la diversidad de materias primas de origen vegetal, que se pueden utilizar como sustituto de proteínas cárnicas y, así, elaborar productos de alto contenido nutricional, que incorporen en sus formulaciones algunas de las materias primas de origen vegetal, como las que se muestran en la figura 1.

Figura 1. Principales materias primas utilizadas como alternativas de la carne de origen animal en América Central y América del Sur, del 2016 al 2021



Nota: Tomado de Lopes (2021), de *Tendencias en alternativas a la carne en Centro y Sudamérica*.

Es importante tomar en cuenta aspectos del mercado que conllevan a la creación de este tipo de productos basados en plantas, entre ellos, según Bolaños (2021), se pueden mencionar: el etiquetado que es cada vez más exigente, ya que los consumidores están cada vez más informados; la pandemia del Covid 19, un factor relevante que marcó un antes y después en el entorno mundial; la mala nutrición, sin olvidar, como se ha mencionado anteriormente, el tema de la sustentabilidad ambiental.

Por otro lado, hoy en día existen gran variedad de productos a base de proteína vegetal en el mercado, lo que, para Lopes (2021), se refleja en el crecimiento significativo de alternativas a las carnes de origen animal en productos alimenticios.

También se toman en cuenta otros aspectos relevantes, tales como alternativas libres de gluten, productos bajos y libres de azúcar, orgánicos, sin aditivos ni preservantes, sin grasas trans y reducidos en colesterol; además, se buscan productos que sean fortificados y así poder aumentar su valor nutricional.

Es por ello que el objetivo de esta investigación es utilizar materias primas como el estípite del hongo ostra, el frijol negro y la proteína de soya texturizada, como opciones vegetales, para elaborar un producto análogo de carne, cumpliendo con las tendencias y aportando alternativas innovadoras al mercado.

A continuación, se detallan las razones de la selección de dichas materias primas:

El estípite (pie) de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), cuenta con un bajo contenido de grasa, un contenido de fibra mayor (6,4 %) en relación con el píleo del hongo, con un contenido significativo de hierro y potasio (Vargas y Víquez, 2022). Por otra parte, aportan vitaminas y minerales al organismo y se ha catalogado como carne vegetal al presentar el doble contenido proteico que los vegetales tradicionales, además es fuente importante de calcio y fósforo. (Albán, 2021).

Se ha seleccionado el frijol negro común (*Phaseolus vulgaris*) por ser una leguminosa de producción local, con alto contenido de proteína, muy poca grasa saturada y nada de colesterol; además, es fuente de fibra, antioxidantes y minerales (Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo, 2020).

La soya (*Glycine max*) es una proteína vegetal ampliamente utilizada en la industria cárnica. Debido a la calidad de su contenido proteico y a su bajo precio, esta será la principal fuente proteica del producto.

1.4 Antecedentes

Dentro de los trabajos encontrados sobre la elaboración de productos análogos de carne, Quispe y Valdivia (2014) evaluaron la elaboración de un chorizo a base de proteína de soya texturizada, con inclusión de aglutinantes como mejoradores de textura, donde se utiliza “carne vegetal” (proteína de soya texturizada) para su elaboración. Este tipo de producto normalmente se elabora con carne de cerdo o una mezcla con carne de res, y no es un producto *premium*, ya que se elabora con recortes que quedan de los cortes mayores.

Como parte de los resultados obtenidos tras el desarrollo del producto, se observó la salida de agua y grasa, debido a que no se logró ligarlas con la proteína; esto causó que tuviera una textura con grietas, aspecto desagradable a simple vista y que al cortar se desmoronara, por lo que se optó por agregar almidón y harina preparada. Posterior a esta modificación, el producto presentó una textura suave, manejable al tacto, apariencia agradable a simple vista, y solamente el color no era el característico del chorizo.

Otra investigación encontrada es la que plantea Ramírez (2009), en la cual se ha estudiado la obtención y la caracterización de compuestos bioactivos a partir de diversos hongos comestibles para el diseño de productos cárnicos funcionales.

El trabajo llevado a cabo se centró en siete especies de hongos comestibles silvestres y cultivados, entre ellas *Pleurotus ostreatus* (setas pleurotas).

En este, se hizo el diseño de un paté de hígado de cerdo, con el hongo *Boletus edulis* como ingrediente con capacidad antioxidante, y se estudió el efecto del procesado y almacenamiento en sus propiedades antioxidantes. Además, se realizó el diseño de croquetas de pollo con *Boletus edulis* como ingrediente funcional, donde se estudió el efecto de la fritura con distintos aceites, y del proceso de digestión en los compuestos antioxidantes y evaluación de su posterior biodisponibilidad *in vitro*.

De esta forma, se concluyó que la adición de un 2,5 % (p/p) de *B. edulis* a patés de hígado de cerdo produce un aumento considerable de la capacidad antioxidante de los mismos. Sin embargo, la adición al paté de las fracciones acuosa o metabólica obtenidas de *B. edulis*, en vez del hongo completo, no mejora la actividad antioxidante encontrada. El tratamiento térmico aplicado durante la elaboración de este producto produce una disminución de la capacidad antioxidante, tanto de los patés control como los suplementados, mientras que su almacenamiento a 4 °C durante 30 días no afecta a dicha capacidad antioxidante.

Además, se debe mencionar una investigación sobre alternativas de proteínas vegetales realizada por Asgar et al. (2010), en la cual se menciona la gran cantidad de alternativas vegetales que pueden ser utilizadas para elaborar análogos de carne y que son utilizados, también, como extensores.

Al considerar que el reemplazo de la proteína de la carne ha ganado interés en la última década, estas proteínas vegetales tienen un precio más bajo que las proteínas musculares y, en consecuencia, permiten reducir el costo del producto cárnico, siendo estas opciones desde la proteína de soya, de leguminosas, semillas oleaginosas, proteína de cereales y micoproteínas.

Por otro lado, dicha investigación señala cómo las proteínas vegetales texturizadas pueden extender los productos cárnicos, a la vez que proporcionan un contenido económico, funcional y rico en proteínas. Los análogos de la carne tienen éxito debido a su imagen (sin colesterol), textura similar a la carne y bajo costo. Además, mencionan la micoproteína (de origen fúngico) utilizada como una alternativa que permite aportar alto contenido de proteínas, mediante un ingrediente alimenticio bajo en grasa, que promueve la salud.

Otra investigación encontrada es la *Bioproducción de micelio de champiñón de Agaricus bisporus mediante fermentación comercial sumergida para la producción de análogo de la carne* (Kyoungju et al., 2011), la cual explica cómo se utiliza la micoproteína como micelio fúngico, para proporcionar una sensación de masticación distintiva en la elaboración de productos cárnicos análogos. La observación al microscopio evidenció una estructura fibrosa y direccional, en lugar de una estructura de gránulos más típica, y el análogo de carne con el micelio del hongo tenía mejores propiedades de textura, siendo más alto en dureza, elasticidad y masticabilidad.

Además, el producto análogo presentó características umamis, en comparación con los análogos de la carne que utilizan proteína de soya. Asimismo, en dicha investigación, se explica que se han elaborado varios análogos de la carne utilizando aislados de proteína de soya y trigo con agentes de textura y procesos de cizallamiento, para formar características de los análogos de la carne.

Por otra parte, en un trabajo experimental, se elaboró un embutido tipo Frankfurt, sustituyendo parcialmente la carne de res con harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris L.*) (Bárcenas, 2021). Se menciona que este tipo de frijol es una leguminosa de alto contenido proteico, que se produce y se consume mucho en el Ecuador como grano fresco, el cual es ampliamente utilizado en la alimentación humana.

Al sustituir gran parte de la carne de res, que es utilizada en este tipo de embutidos, se mejora el valor nutritivo del embutido, por el alto contenido de proteínas que contiene el frijol. En esta investigación, se mostró que la cantidad de proteína que aporta esta harina de frijol es de un 10,2 %, pero además tiene otros beneficios, como la capacidad de mejorar la elasticidad y textura de los embutidos, tanto en la presentación cruda como en la precocida.

En este estudio, se desarrollaron tres formulaciones del embutido tipo Frankfurt con sustitución parcial de carne de res por harina de frijol blanco. En el tratamiento 1 se usó 20 % de harina de frijol, en el tratamiento 2 se usó 15 % y en el tratamiento 3 se usó 10 % de la harina elaborada. Se logró determinar, mediante un panel sensorial, que el tratamiento 2 posee la más alta aceptabilidad en color, sabor, olor y textura.

De esta forma, con base en las investigaciones anteriores, se evidencia cómo se han realizado productos a base de materia prima vegetal y extensores cárnicos, que aportan la base teórica para poder desarrollar una torta como preformado análogo de carne.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica y comercial de un preformado análogo de carne congelado elaborado a partir de una mezcla de proteínas vegetales alternativas (frijol negro, estípite de hongo ostra y proteína de soya), mediante ensayos experimentales y definición de parámetros de producción y calidad, para la obtención de un alimento vegetariano nutritivo.

1.5.2 Objetivos específicos

Caracterizar las materias primas alternativas (frijol negro, estípite de hongo ostra y proteína de soya texturizada), mediante análisis bromatológicos y sistematización de información de referencia para la propuesta de posibles formulaciones del preformado.

Establecer los parámetros de producción y calidad del producto análogo congelado de carne, utilizando materias primas alternativas de origen vegetal, mediante revisión bibliográfica y aplicación de métodos de procesamiento, para la validación técnica de su elaboración.

Caracterizar el producto análogo congelado de carne elaborado a partir de la mezcla de proteínas vegetales, mediante análisis bromatológicos, físicos, microbiológicos y ensayos de estabilidad, para la determinación de su perfil final.

Valorar la percepción de las características sensoriales de la torta análoga de carne desarrollada, mediante un grupo focal con funcionarios de la Universidad Técnica Nacional.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica que permite contextualizar el tema y explicar conceptos teóricos importantes relacionados con la investigación desarrollada.

2.1 Carne

En Costa Rica, el *Reglamento sanitario y de inspección veterinaria de mataderos, producción y procesamiento de carnes* (SCIJ, 2023) define, en el capítulo 1, la carne animal como:

Parte muscular comestible de los animales de matanza sacrificados y procesados en un matadero aprobado, se incluyen porciones de grasas, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios, vasos sanguíneos y linfáticos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no son separados de éste (sic) durante el procesamiento. (Sistema Costarricense de Información Jurídica [SCIJ], 2023, p. 14)

2.1.1 Composición nutricional de la carne

La carne es parte importante de la dieta humana, al aportar diferentes nutrientes como proteínas, vitaminas minerales, entre otros.

“El aporte de los nutrientes de la carne es muy variado, aporta un 75% de agua, 22% de proteína, la grasa no sobrepasa el 2% y la ceniza se debe a los minerales presentes, siendo los carbohidratos insignificantes” (Bulgarelli y León, 2013). La composición química de la carne varía en función de la especie y parte anatómica de la que proviene, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. *Composición proximal de la carne proveniente de res y cerdo*

Tipo de carne o grasa	Agua	Proteína	Grasa	Ceniza	kJ*
Carne magra de res	75	22,3	1,8	1,2	116
Carne magra de cerdo	75,1	22,8	1,2	1	112
Pollo	75	22,8	0,9	1,2	105
Grasa de res (subcutánea)	4	1,5	94,8	0,1	854
Grasa de cerdo (tocino lonja)	7,7	2,9	88,7	0,7	812

(*) kJ: kilojoules

Nota: Tomado de Meat processing technology for small - to medium - scale producers (FAO, 2007).

2.2 Impactos negativos de la carne en el medio ambiente

2.2.1 Deforestación

La producción de carne animal ha generado un gran impacto en la deforestación del ambiente, ya que “la producción de carne de vacuno requiere más tierras que otras carnes al necesitar 28 veces más tierras que las necesarias para los productos lácteos, la carne de cerdo, la carne de aves de corral y los huevos juntos” (Soto, 2020); lo anterior es tan grave, porque se liberan miles de millones de toneladas de dióxido de carbono en la atmósfera.

No solo la deforestación se considera parte de los impactos negativos de la producción de carne, sino que también se presenta la pérdida de la biodiversidad y los gases de efecto invernadero.

Según la ONU (2006), en un estudio realizado por la FAO, el sector ganadero es responsable del 9 % de CO₂ de todas las actividades humanas, y esto hace que produzca un alto porcentaje de gases de efecto invernadero.

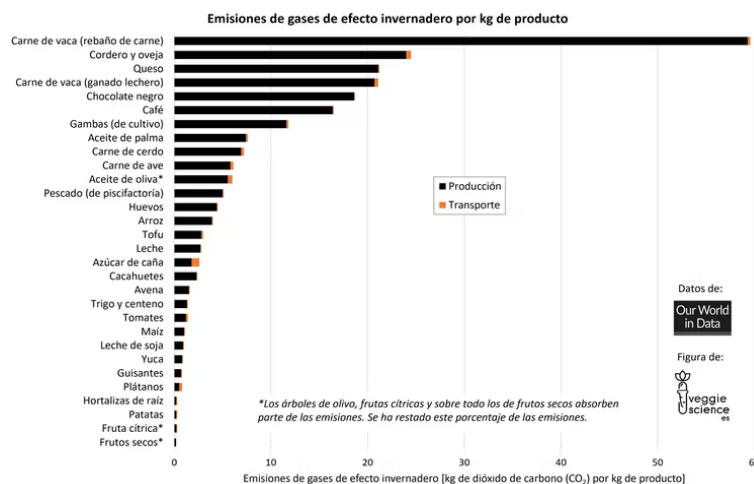
2.2.2 Pérdida de la biodiversidad

La pérdida de biodiversidad también es un tema preocupante para la población, ya que se ha estimado una pérdida de más de dos tercios de las poblaciones de animales silvestres en los últimos 40 años. Inclusive, algunos sistemas agroalimentarios actuales distan de ser sostenibles, y están provocando la destrucción desenfrenada de los ecosistemas (Rosier y Carbó, 2021).

2.2.3 Gases de efecto invernadero

Como se ha mencionado antes, los gases de efecto invernadero corresponden a un tema muy importante; se han realizado estudios que indican que la producción de carne produce entre 10 y 50 veces más gases de efecto invernadero que la producción de alimentos de origen vegetal, con excepción de la elaboración de chocolate, café y aceite de palma (Rosier y Carbó, 2021). La figura 2 muestra de forma gráfica las emisiones asociadas a distintos tipos de alimentos:

Figura 2. Emisión de gases de efecto invernadero debido a la producción y transporte por kg de producto alimenticio



Nota: Tomado de Rosier y Carbó, The Conversation (2021).

2.3 Impactos negativos de la carne en la salud humana

Una razón muy importante para reducir el consumo de carne, o inclusive sustituirlo por proteínas de origen vegetal, es debido a que este tiene impactos negativos en la salud humana. Como mencionan González et al. (2020), “la ingesta de carne roja o carne procesada aumenta riesgos de cáncer, el consumo de carne roja debe reducirse por debajo de los 50 g/día para evitar un mayor riesgo de cáncer de próstata, de mama o colorrectal” (párr.12).

2.4 Productos cárnicos procesados

Existe una gran diversidad de productos cárnicos procesado. Álzate (2019), los define como:

La carne que se ha transformado a través de la salazón, el curado, la fermentación, el ahumado u otros procesos para mejorar el sabor o la conservación, son preparados a partir de carne picada, grasa, sal, condimentos, fosfatos (reguladores de acidez), eritorbato y otros aditivos conservantes que se introducen en fundas. (párr. 3)

2.4.1 Torta de carne

Uno de los productos cárnicos procesados que se expenden en el mercado es el de las tortas de carne, las cuales son utilizadas más comúnmente para preparación de platos como las hamburguesas.

Este tipo de productos, por su facilidad de masticación, versatilidad, fácil preparación y presentación, son más atractivos y uniformes que el clásico filete de carne. En el *Reglamento sanitario y de inspección veterinaria de mataderos, producción y procesamiento de carnes*, de Costa Rica (SCIJ, 2023), se definen las tortas de carne como aquellas que “se elaboran con carne bobino (sic), porcino (sic) o mezcla de ambos tipos de carne, redondas, con un contenido de grasa uniforme, homogéneo y normalizado, y con un sabor similar, presentándose frescas o conservadas por refrigeración o congelamiento” (párr. 25).

El uso de proteínas vegetales, como ingrediente de este tipo de productos, permite reducir el contenido de grasa y colesterol propios de las materias primas de origen animal, por lo cual pueden resultar atractivas a las personas consumidoras.

2.4.2 Ingredientes de productos cárnicos procesados

2.4.2.1 Aditivos

Según la OMS (2018), los aditivos alimentarios se definen como “las sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, su frescura, su sabor, su textura o su aspecto. Algunos de ellos se llevan empleando desde hace siglos para conservar alimentos” (párr. 1).

2.4.2.2 Alginato

Una materia prima utilizada en la industria cárnica es el alginato. Su uso ha cobrado importancia debido a su capacidad de retención de agua, a las propiedades de formación de gel y su habilidad para sustituir grasa sin comprometer características de textura de productos cárnicos emulsionados y salamis, características que pueden variar en función del tipo de alginato (de sodio, de calcio, de propilenglicol) (Guachamín, 2022; Iribarren, 2018).

Los alginatos se clasifican como gomas y son hidrocoloides viscosos que abundan en la pared celular de las algas café y que se utilizan para ligar carnes en frío, ayudando a unir trozos de carne y a disminuir la concentración de Cloruro de Sodio (Álvarez et al., 2019)

2.4.2.3 Metilcelulosa

La búsqueda de materias primas alternativas a las de origen animal, con capacidad de formar emulsiones, ha permitido estudiar y desarrollar derivados de la celulosa, que, si bien en su estado original no se puede utilizar como emulsionante, si lo puede ser siendo modificada por medio de grupos metoxilo e hidroxipropilo, añadidos mediante enlaces éter, formando metilcelulosas (MC) (Pons, 2017).

Esta celulosa modificada, distribuida como materia prima seca, es utilizada como suplemento de fibra con poco o nulo contenido de grasa y en la industria de alimentos se utiliza como espesante, emulsionante, estabilizante, gelificante o emulsionante. Específicamente en productos fritos, los geles de metilcelulosa modificada permiten que, al alcanzar altas temperaturas, contribuyan con la textura y mantenimiento de estructura del producto, reduciendo la ingesta de aceite y permitiendo el desarrollo de productos aptos para los vegetarianos (Celtech, 2020).

2.4.2.4 Especies

Según la definición de la Real Academia Española (RAE, 2023), la palabra especias se refiere a aquellas sustancias vegetales que sirven como condimento.

El término engloba diversas sustancias de origen vegetal que han sido usadas ancestralmente para dar sabor a los alimentos (también llamadas saborizantes), debido a que contienen aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas y por lo general, provienen de metabolitos secundarios de diversos tejidos vegetales (Waizel-Bucay y Waizel-Haiat, 2016).

2.5 Productos análogos de carne

Los análogos de carne, de acuerdo con Mendoza (2016), son “productos fabricados o simulados para semejar a aquellos productos con textura, aroma, color y composición química similar a los de la carne” (párr.1).

Estos productos se elaboran con proteínas vegetales, cuentan con propiedades sensoriales y nutritivas similares a la carne, por lo que permiten satisfacer la demanda de ciertos sectores de la población, quienes, por razones de salud, culturales o sociales, evitan el consumo de productos animales como la carne o la leche y sus derivados.

2.5.1 Mercado de análogos de carne

A pesar del creciente interés de los consumidores y la necesidad de buscar alternativas más sostenibles a la producción alimentaria actual, el mercado de los análogos a la carne supone una cuota mínima del mercado mundial inferior al 1 %. Los consumidores actuales están preocupados por la falta de sostenibilidad de los sistemas de producción y consumo de alimentos, y esto hace que reclamen, con sentido de urgencia a nivel mundial, el desarrollo de carnes de origen vegetal (The Food Tech, 2022a).

De esta forma, se vislumbra un incremento en las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que impulsan este mercado, que atraigan a todos los consumidores convencionales y no solo a ciertos segmentos como los vegetarianos, veganos o flexitarianos.

2.5.1.1 Tendencia de consumos de alimentos vegetarianos y/o veganos

El aumento de las dietas vegetarianas y veganas se relaciona con un aumento en el consumo de sustancias vegetales que permiten al consumidor limitar o abandonar la ingesta de alimentos de origen animal (Fuentes et al, 2020).

Según un estudio de la consultora Nielsen (2022) en Europa, las alternativas saludables como los productos ecológicos o veganos son una tendencia en auge. Por ejemplo, en Europa Occidental, entre el 3 y el 5 % de los ciudadanos de sigue una dieta completamente vegana o vegetariana, y un porcentaje mayor de los hogares de esta región dicen haber reducido el consumo de carne por razones de salud.

De acuerdo con Diez (2021) a nivel mundial, los consumidores están mostrando más interés por reducir, en su alimentación, el contenido de productos con carne y aumentar el consumo de opciones vegetales y otras fuentes de proteínas alternativas.

Es importante definir algunos términos relacionados con las personas que consumen alimentos basados en plantas: la población vegana, vegetariana y flexitariana. Las personas veganas son las más estrictas de todas. Según la RAE (2022a), los veganos son aquellas personas que rechazan alimentos o artículos de consumo de origen animal.

Por otro lado, una persona vegetariana es aquella que sigue un régimen alimenticio basado principalmente en el consumo de productos vegetales, pero admite el uso de alimentos procedentes de un animal vivo, como lácteos, miel y huevos (RAE 2022b)

Por otro lado, la población flexitariana, quien no es tan exigente como la anterior, es aquella que mantiene en su dieta el consumo ocasional de alimentos de origen animal, dentro de una dieta habitualmente vegetariana (Unilever Food Solutions, 2022).

Según Pérez (2018), datos de la consultora Mintel indican que: “existen 50 millones de vegetarianos en China, 80% de la población en la India lo son por motivos religiosos, el 10% de estadounidenses son vegetarianos”. (párr. 2).

La Revista Digital Alimentaria de la Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (2021) afirma lo siguiente:

A pesar de que en Costa Rica no existen datos oficiales de crecimiento, se sabe por experiencia que el consumo de esta tendencia va en aumento y esta (sic) aunado a consumidores que quieren tener una mejor salud y buscan productos alternativos que les aporten cosas nutritivas, naturales y orgánicas, dispuestos a renunciar a los alimentos de origen animal para reducir su huella de carbono. (párr. 5)

De acuerdo con Ekmeiro (2021), “esta decisión se toma muchas veces por su apego a criterios espirituales, filosóficos, morales o emocionales” (párr. 2). En gran medida puede considerarse parte de un estilo de vida o de identidad.

Este tema cuenta con importantes implicaciones para Costa Rica, ya que, como se evidenció anteriormente, el segmento de los alimentos vegetales es una de las categorías de mayor crecimiento en los últimos años, donde los productos a base de plantas han destacado entre los principales, debido a un mayor conocimiento y aceptación por parte de los consumidores.

Según Procomer (2019):

(...) el enfoque está en generar propuestas atractivas, saludables y de mejor sabor a base de plantas como sustitutos para alimentos tradicionales, en línea con una tendencia global en donde el 40% de las personas ha incrementado su consumo normal de productos a base de frutas y vegetales. (párr. 6).

2.5.2 Desarrollos tecnológicos para la elaboración de productos análogos cárnicos

Actualmente, existen nuevas tecnologías que favorecen la elaboración de productos plant-based, vegano o análogos. Por ejemplo, The Food Tech (2022a) menciona algunas alternativas a favor de este sector; una de ellas es la extrusión húmeda, una de las tecnologías de mayor demanda, que logra mejorar la textura de los análogos cárnicos vegetales. También se han desarrollado alternativas como las proteínas microbianas o Single Cell Protein, las cuales se pueden utilizar como parte de las materias primas de estos productos, gracias al alto porcentaje de proteína en su composición nutricional.

2.6 Proteínas vegetales

Existen diversos tipos de proteínas vegetales, entre las que se destacan a continuación:

2.6.1 Proteínas de Leguminosas

La Asamblea General de la ONU declaró el 2016 como el Año Internacional de las Legumbres (Gaucín, 2016). Este tipo de alimentos pertenece a la familia de las leguminosas, la cual incluye alrededor de 19.500 especies, siendo las más consumidas en el mundo los frijoles, garbanzos, habas y lentejas (Muñoz, 2022).

En la primera mitad de la segunda década del siglo XXI, la producción mundial de legumbres creció a una tasa promedio anual de 3.1%, hasta alcanzar en el 2015 una producción de 78 millones de toneladas anuales. La mitad de esta producción se concentra en cinco países: India (26%), Canadá (8%), Myanmar, China (6% cada uno) y Brasil (4 %) (Gaucín, 2016).

Según menciona Del Cerro (2017), la FAO recomienda el consumo habitual de legumbres por varias razones, entre ellas: son uno de los alimentos más nutritivos del planeta, su cultivo es beneficioso en la lucha frente al cambio climático, ya que reduce las emisiones de gases responsables del efecto invernadero, son capaces de crecer en lugares áridos y tienen una larga vida útil.

En la tabla 2 se presenta, enseguida, la composición química de las leguminosas.

Tabla 2. *Composición química de las leguminosas más importantes por cada 100 g*

Leguminosa	Nombre científico	Proteína cruda (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos digeribles (%)	Fibra cruda (%)	Minerales (%)
Soya	<i>Glycine max</i>	39	19,6	7,6	16,6	5,5
Frijoles	<i>Phaseolus vulgaris</i>	24,1	1,8	54,1	19,2	4,4
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	22,7	5	54,6	10,7	3
Lentejas	<i>Lens culinaris</i>	28,6	1,6	57,6	11,9	3,6
Arvejas	<i>Pisum sativum</i>	25,7	1,4	53,7	18,7	3
Habas	<i>Vicia faba</i>	26,7	2,3	N.A	N. A	3,6
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>	27,4	50,7	9,1	7,5	2,7

Nota: Tomado de Belitz et al. (2009).

2.6.1.1 Soya

La soya es una leguminosa consumida por el ser humano desde hace muchos años; es una fuente importante de los nutrimentos básicos como son proteínas de buena calidad con los aminoácidos indispensables, aceite balanceado con ácidos grasos omega 3,6,9 y vitamina E, así como fibra soluble e insoluble. (Juárez, 2020)

Por otra parte, Pacheco et al. (2011) mencionan que la soya es una de las materias primas que se utilizan como proteína no cárnica, especialmente la proteína de soya, la cual, dentro de sus funciones, tiene la retención de agua, ligazón y emulsificación, por lo que es ampliamente utilizada en procesos cárnicos, con el fin de mejorar propiedades físicas y químicas.

Otro gran segmento de su uso en la industria cárnica es, según Messina (1994), como se citó en Raimondo (2013), ser utilizada la soya como reemplazo parcial de la carne y así mejorar los costos finales; también en análogos de carne, al ser estos productos que emulan la textura, el aspecto e incluso el sabor de sus homólogos cárnicos, pero realizados sin carne y con saborizantes de origen vegetal que imitan el sabor de la carne.

Martínez (2020) manifiesta que la proteína de soya en sus diferentes formas (harinas, concentrados o aislados) es muy usada en los productos cárnicos, por sus propiedades funcionales y sus costos relativamente bajos, ha sido incorporada en estos productos por su capacidad de retener agua y su poder de ligar grasas, incrementando la estabilidad de la emulsión y el aumento en los rendimientos del producto final.

2.6.1.2 Aislado de proteína de soya en polvo

El aislado de proteína de soya se produce mediante la extracción alcalina de la harina de soya, para posteriormente precipitarla en un pH ácido. El producto final es más refinado, ya que se logra remover carbohidratos solubles y los insolubles; esto da como resultado un porcentaje de proteína del 90 % (Jiménez, 2006).

2.6.1.3 Harina de soya en polvo

La harina de soya se logra obtener a partir de la extracción del aceite de soya por medio de extracción por presión y solventes, esta se considera una fuente de proteína de alta calidad, logrando un contenido de aproximadamente entre un 45 al 50%, además posee aminoácidos esenciales como la lisina. (Sola, 2018)

2.6.1.4 Concentrado de proteína de soya en polvo

Los concentrados de proteína de soya se obtienen al remover los carbohidratos solubles de la harina de soya. Contienen aproximadamente 70% de proteína en base seca, además tienen mejor capacidad de retención de fibra que los granos de soya originales. (Ledesma, 2009).

El grano de soya, que es previamente clasificado y limpiado, pasa por un proceso de extracción de aceites a través de prensado. Posterior a este proceso la parte sólida o proteína se destina para la producción de proteína texturizada de soya concentrada, harina o aislada (Ortiz, 2021).

2.6.1.5 Soya Texturizada

La soya texturizada se define como:

Aquella que se obtiene mediante un método que incluye la aplicación de calor y presión en una máquina extrusora de los granos de soya previamente desgrasados y sin su piel. La textura esponjosa y porosa de las partículas son producto de la separación de las moléculas de proteínas ante el tratamiento recibido y posterior unión, resultando un ingrediente muy semejante en su consistencia a la carne. (García, 2020, párr. 1).

2.6.1.5.1 Texturizado de harina de soya

El texturizado de harina de soya cuenta con un 50% de proteínas, funcionales para la retención de agua, importante para efectos de cálculos de retención, siendo esta siempre ligeramente inferior a la absorción, ya que en su proceso de hidratación la proteína retiene un excedente de agua que después se liberará con el tiempo, siendo esto muy importante para los cálculos de retención de agua, cuando se diseñe una formulación de un producto cárnico, con proteína de soya texturizada (Ortiz, 2021).

En la tabla 3 se presenta la composición nutricional del texturizado de harina de soya por cada 100 g.

Tabla 3. *Composición nutricional de soya texturizada (g/100 g)*

Proteína	Kcal	Proteína	Carbohidratos	Grasa totales	Fibra	Grasas saturadas
Proteína de Soya texturizada	364	50	30	4	4	0,6

Nota: Tomado de Alia (2018).

2.6.1.5.2 Texturizado de concentrado de soya

El texturizado de concentrado de soya contiene entre un 65%-70%, se obtiene mediante una inicial molienda de harina de soja y su posterior extracción, lavado, neutralización, blanqueo y secado, obteniendo como resultado el concentrado de proteína. (AGMB Ingredientes Vegetales, 2022).

2.6.1.4 Frijol negro (*Phaseolus vulgaris*)

El frijol negro es fuente de proteínas y tiene un importante contenido de carbohidratos complejos y fibra, y presenta bajo contenido de lípidos; en cuanto a micronutrientes, contiene y aporta a la dieta vitaminas como la tiamina, riboflavina y niacina, y minerales como el fósforo, hierro y zinc (Figuroa et al., 2015).

Además de los nutrientes mencionados, los frijoles poseen un bajo índice glicémico (lo que favorece a las personas que presentan diabetes), contienen una considerable cantidad de sustancias antioxidantes (en especial los frijoles negros) y son libres de gluten (Kenjekeeva, 2021).

En cuanto a la proteína, estos contienen una gran cantidad de las mismas similares a la carne, además, pueden proveer todos los aminoácidos que el organismo necesita, pero, a diferencia de la carne, contienen muy poca grasa saturada y nada de colesterol, lo cual los hace especialmente saludables (ANUIES, 2020).

2.6.1.5 Hongo ostra

Los hongos comestibles son una buena fuente alimenticia, pues cuentan con propiedades nutricionales sobresalientes que varían dependiendo de la especie, la forma de cultivo, las condiciones ambientales y la forma de conservarlos. Además, son conocidos por ser una excelente fuente de proteína vegetal de alta calidad (Roncero, 2015).

Morfológicamente, el hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) según Vásquez (2017), “está compuesto por el sombrero, el cual es redondo, el estípite constituye el pie, el cual es a menudo ausente, cuando se presenta es corto y grueso, además las esporas son pequeñas y casi cilíndricas” (p. 14). Comercialmente hablando, es la parte del hongo que generalmente se elimina y es desechada por los productores. En la tabla 4 se muestran las características nutricionales del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*):

Tabla 4. Caracterización bromatológica de estípite y píleo del hongo ostra

Parámetro	Píleo	Estípite
Cenizas (g/100 g)	1,21 (\pm 0,01)	1,30 (\pm 0,13)
Hierro (mg/100 g)	1,1 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)
Zinc (mg/100 g)	0,9 (\pm 0,03)	0,4 (\pm 0,1)
Potasio (mg/100 g)	254 (\pm 19)	294 (\pm 23)
Humedad (%/100 g)	91,39 (\pm 1,59)	89,96 (\pm 0,38)
Capacidad reductora de hierro (μ mol Fe/100 g)	12,6 (\pm 1,3)	13,3 (\pm 2,1)
Fenoles totales (mg GAE/100 g)	7,2 (\pm 0,3)	2,5 (\pm 0,1)
Aminoácidos libres (mg [N]/100 g)	13,68 (\pm 0,5)	5,57(\pm 0,4)
Grasa (%/100 g)	0,3 (\pm 0,1)	0,02 (\pm 0,04)
Proteína (%/100 g)	3,29 (\pm 0,045)	1,62 (\pm 0,022)
Fibra dietética (%/100 g)	1,20 (\pm 0,21)	6,4 (\pm 1,1)
Carbohidratos (%/100 g)	3,81 (\pm 0,5)	7,10 (\pm 0,5)

Nota: Los datos son reportados en base húmeda.

Fuente: Vargas y Víquez (2022).

2.7 Análisis físicos del producto final

A continuación, se presentan los análisis físicos a realizar en el producto:

2.7.1 Textura

La textura es una propiedad importante en los productos análogos de carne, ya que permite relacionarla con la sensación en la boca mediante la degustación de estos. Como indicador de calidad y para caracterización de productos, la textura es un parámetro que cada vez adquiere mayor importancia. Este atributo se utiliza para establecer estándares de producción desde la formulación misma de los productos ya que se puede relacionar con la percepción de los consumidores (Mora, 2015). En este mismo sentido, Ramos de la Cruz (2017) refuerza que la textura es un atributo importante de calidad que influye en los hábitos alimentarios y la preferencia del consumidor, e indica que la pérdida de dicha característica puede tomarse como índice de deterioro.

Por su parte, Stone y Sidel (2004), como se citó en Gavino y Núñez (2018), mencionan que “el Perfil de textura es un método descriptivo que contempla todas las características que describen al producto en relación a (sic) la textura desde la primera mordida hasta la deglución” (p. 211).

2.7.2 Color

La colorimetría en los alimentos es importante, ya que ayuda a las industrias alimentarias a cumplir con los estándares de calidad del producto, basándose en su color. La revista The Food Tech (2022a) menciona que, cuando el color está apagado o es diferente a lo que el consumidor espera, esto también le puede indicar que el sabor no es el mismo. Por ello, es importante la medición de color en alimentos.

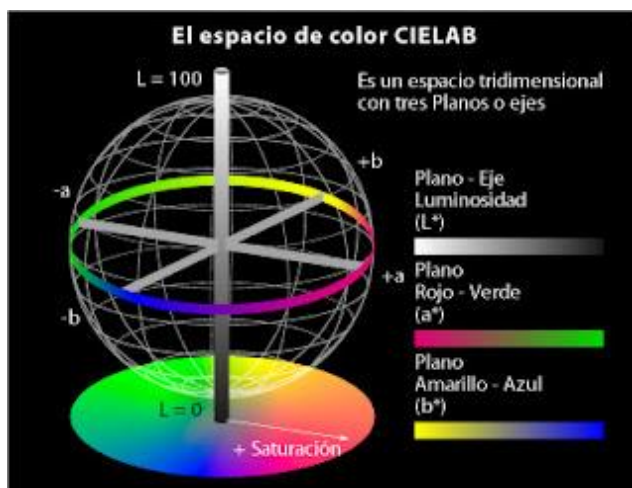
Existen diferentes maneras de medir el color en alimentos. Rettig y Hen (2014) mencionan que estas mediciones pueden ser realizadas con el ojo humano, la cual es una manera visual, o con instrumentos como colorímetros. También mencionan los diferentes sistemas utilizados; dentro de ellos se encuentran: sistema Munsell, sistema Hunter, sistema CIE. Además, dan a conocer las siguientes técnicas de medición de color: visión digital, colorímetros, espectrofotómetros, cartas de color e imágenes hiperespectrales.

El color de un producto normalmente es asociado con el grado de frescura y calidad, siendo este también un factor visual para el consumidor.

Según Cerin et al. (2013), en el sistema CIELAB las coordenadas L^* , a^* , b^* , hacen referencia a un espacio rectangular de tres dimensiones, el cual es basado en la teoría de los colores.

El eje L^* hace referencia a la luminosidad, donde 0 es negro y 100 es blanco. El eje a^* de rojo a verde, los valores positivos son rojos y los valores negativos son verdes. El eje b^* señala los valores negativos como azules y los positivos amarillos. Seguidamente, se muestra una imagen del gráfico para el sistema CIELAB

Figura 3. *Representación gráfica del Sistema CIELAB*



Nota: Efecto de la procedencia y el almacenamiento en la calidad del café por Muñoz (2019)

2.7.3 Análisis bromatológicos proximales del producto final

Pineda y Rivera (2016) señalaron que el propósito principal de un análisis bromatológico proximal es “determinar, en un alimento, el contenido de humedad, grasa, proteína, fibra cruda, carbohidratos y cenizas, lo cual es necesario para definir el valor nutritivo de un producto” (p. 51). El análisis bromatológico proximal consta de la medición de siete componentes, expresado como porcentaje m/m: humedad, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, cenizas y minerales (%). A continuación, hay una breve descripción de cada uno de ellos.

2.7.3.1 Grasa (%)

Las grasas son macronutrientes que pertenecen al grupo de los lípidos, los cuales se caracterizan por ser hidrofóbicos, solubles solamente en solventes orgánicos, por lo que pueden separarse fácilmente de proteínas y carbohidratos (Belitz et al 2009).

Sceni y Capello (2017) mencionan que las grasas y los lípidos son necesarios en el organismo del ser humano, ya que aportan nutrientes al organismo. En los alimentos cumplen su función como mejoradores de textura, apariencia, cremosidad, sabor y aspecto.

2.7.3.2 Fibra dietética (%)

La fibra se encuentra de forma natural en muchos alimentos de origen vegetal como frutas, verduras, cereales, legumbres y frutos secos. Genes (2012) menciona que:

(...) la fibra se engloba dentro del grupo de los hidratos de carbono, no tiene contenido calórico, lo que la hace tener más ventajas con el resto de los carbohidratos y las moléculas de su composición al ser tan grandes y complejas. (p. 19)

La fibra dietética, según Vilcanqui y Vílchez (2017), es aquella parte comestible de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano, con fermentación en el intestino grueso; incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de las plantas.

2.7.3.3 Carbohidratos (%)

Los carbohidratos se pueden dividir en simples y complejos. Los simples son también llamados azúcares, de absorción rápida y, por otra parte, los carbohidratos complejos, de absorción lenta, necesitan mayor tiempo de digestión y actúan como energía de reserva. Pérez (2010) menciona que la principal y más importante función de los carbohidratos es brindar energía al cuerpo humano.

2.7.3.4 Cenizas (%)

Las cenizas son una medida del total de minerales que están presentes en un alimento; estas representan menos del 5 % de la materia seca de los alimentos (Sigwas, 2014).

2.7.3.5 Humedad (%)

El agua es el componente mayoritario de los alimentos y su importancia radica en que permite que ocurran los procesos metabólicos, transporta nutrientes, participa como reactivo en la hidrólisis de macromoléculas y favorece el crecimiento de los microorganismos (Beltiz et al 2009). Según mencionan Tirado et al (2015), la humedad puede afectar la fluidez de un material, su compresibilidad, y cohesividad, así como en el deterioro de los alimentos, por lo que determinar el contenido su contenido en un alimento permite optimizar de manera significativa un proceso de fabricación.

2.7.3.6 Proteína (%)

Las proteínas son macronutrientes formados por cadenas de aminoácidos enlazados entre sí, y, la secuencia de éstos, determina la estructura primaria de las proteínas (Belitz et al 2009). Estos autores mencionan que los principales alimentos que se consideran fuente de proteína son las leguminosas, los cereales y los derivados de origen animal, como carne, huevos y lácteos; además, menciona proteína de fuentes microbianas (bacterias y levaduras) y algunas especies de algas. Por otra parte, recientemente la FAO ha establecido, por su alto contenido de proteína, el uso de insectos para alimento humano como una de las estrategias para mejorar la seguridad alimentaria mundial y la sostenibilidad del medio ambiente (Quirós-Blanco et al, 2022).

Las proteínas son indispensables para los seres vivos, son las macromoléculas más abundantes, cumplen una gran diversidad de funciones, por ejemplo, forman parte de enzimas, hormonas y neurotransmisores (Morales et al 2017), además de que cumplen funciones estructurales.

2.7.3.7 Minerales (%)

Los minerales son micronutrientes presentes en los alimentos y son requeridos por el cuerpo para la mayoría de las funciones celulares. Las deficiencias más comunes son de hierro, yodo y zinc (Organización Panamericana de la Salud, [OPS], 2022).

2.8 Grupo Focal

El grupo focal o grupo de discusión es una de las técnicas de investigación cualitativa más utilizadas para recoger información; consiste en una entrevista grupal cuya realización requiere de un ambiente que resulte cómodo y natural para quienes participan y permite recoger datos de forma interactiva, cercana a las experiencias y vivencias cotidianas de las personas participantes. (Mata, 2020).

Por otra parte, Nyumba et al. (2018) citados por Rodas y Pacheco (2020), establecen que la técnica de grupo focal tiene como objetivo obtener datos de un grupo de individuos deliberadamente seleccionados y de forma presencial.

III. MARCO METODOLÓGICO

En la presente sección, se presenta la metodología utilizada para llevar a cabo cada uno de los objetivos propuestos.

3.1 Tipo de Enfoque

En la presente investigación, se utilizó un enfoque de tipo mixto. Este enfoque pretende recolectar, analizar y vincular datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación, para responder a un planteamiento, y ambos métodos se entremezclan en la mayoría de sus etapas (Guermes y Nieto, 2015).

Primeramente, en el enfoque cualitativo, se realizó la caracterización de las materias primas alternativas para la elaboración del preformado análogo de carne (frijol negro, hongo ostra y proteína de soya), mediante sistematización de información teórica. Además, se definieron los puntos de venta, para hacer el sondeo y compra de productos seleccionados: para usar como referencia, junto con su degustación, se recopilaron los datos a través de una encuesta aplicada, para que se lograra determinar la intención de compra y, por último, se interpretaron los comentarios obtenidos de las evaluaciones del grupo focal.

El enfoque cuantitativo incluyó la realización de ensayos experimentales, donde se obtienen datos numéricos, además de la caracterización bromatológica del producto, y las pruebas de estabilidad, algunas de las cuales permitirán llevar a cabo análisis estadísticos cuantitativos.

3.2 Tipo de investigación

Al ser un tema que no ha sido estudiado antes, o bien permite conocer aspectos nuevos de conocimientos ya existentes, esta investigación es de tipo exploratoria (Rus 2020). Aunque en el mercado existe una cierta variedad de productos análogos de carne, no se dispone, en el área de análogos de carne, de productos costarricenses con aporte nutricional, sabor y variedad.

Por otra parte, la investigación es de tipo experimental, ya que se realizó con un enfoque científico, donde un conjunto de variables se mantiene constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento (Velázquez, 2023). Se realizaron ensayos prácticos a nivel piloto, así como medición de características fisicoquímicas y sensoriales, y pruebas de estabilidad del producto final.

3.3 Sujetos y fuentes de información

El principal objeto de estudio fue la viabilidad técnica y comercial de la torta análoga a base de hongo ostra, proteína de soya y frijol negro, para poder determinar las características bromatológicas y sensoriales ofrecidas por la utilización de estas materias primas.

Toda la información recopilada que se llevó a cabo, en el presente trabajo de investigación, fue utilizando fuentes primarias y secundarias. Las primarias son las llamadas de primera mano, quiere decir, información de tesis de grado y posgrado, fichas técnicas, artículos científicos, libros de texto, entre otras.

En cuanto a las fuentes secundarias, se utilizaron diferentes documentos, para confirmar la información recopilada, incluyendo el uso de artículos científicos para ampliar la investigación.

Todas las fuentes bibliográficas que se utilizaron son de carácter confiable; por ello, se cuenta con las referencias de cada dato aportado.

3.4 Hipótesis o Preguntas generadoras

¿Es viable, desde una perspectiva técnica y comercial, elaborar un producto preformado análogo de carne a base de frijol negro, hongo ostra y proteína de soya, que cumpla con características nutricionales y sensoriales similares a los productos cárnicos tradicionales?

3.5 Matriz de Variables

Tabla 5. *Definición y operacionalización de variables*

Objetivos específicos	Variables Categorías de análisis	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
<p>Caracterizar las materias primas alternativas (frijol negro, estípite de hongo ostra y proteína de soya texturizada), mediante análisis bromatológicos y sistematización de información de referencia para la propuesta de posibles formulaciones del preformado.</p>	<p>Características de materia prima proteica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estípite de hongo ostra • Frijol negro • Soya <p>Análisis bromatológicos del frijol negro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Proteína <p>Sistema de información de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estípite de hongo ostra • Proteína de Soya <p>Formulación de producto preformado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materias primas • Formulaciones • Costos 	<p>Características de materia prima proteica: composición fisicoquímica de las materias primas que aportan proteína.</p> <p>Sistema de información de referencia: fichas técnicas, tesis y artículos científicos recientes y pertinentes.</p> <p>Análisis bromatológicos: humedad y proteína.</p> <p>Formulación de producto preformado: porcentaje de ingredientes para la obtención del producto con las características esperadas.</p>	<p>Pruebas y métodos de laboratorio, para la determinación de características bromatológicas en el frijol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad: método AOAC 2000 925.10 • Proteína: método Kjeldahl. <p>Revisión de la información de referencia.</p> <p>Ensayos de tres posibles formulaciones, cantidades necesarias de cada materia prima vegetal, ingredientes y aditivos, elaborados en planta piloto por triplicado.</p>	<p>Método de análisis bromatológicos, hojas de cálculo en Excel y bitácora de resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteína: Universidad Técnica Nacional, por medio del método de Kjeldahl. • Humedad: balanza de humedad y equipo de laboratorio. <p>Artículos científicos, fichas técnicas. y tesis.</p>

<p>Establecer los parámetros de producción y calidad del producto análogo congelado de carne, utilizando materias primas alternativas de origen vegetal, mediante revisión bibliográfica y aplicación de métodos de procesamiento, para la validación técnica de su elaboración.</p>	<p>Diagrama de flujo del producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entradas • Operaciones • Salidas <p>Parámetros de producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controles • Cantidades • Costos • Eficiencia y eficacia <p>Parámetros de calidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de requisitos • Satisfacción • Evaluación del producto 	<p>Diagrama de flujo: es una manera de representar gráficamente un algoritmo o un proceso de alguna naturaleza, a través de una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten su revisión como un todo.</p> <p>Parámetros de producción y calidad: Proceso productivo, tiempos, temperaturas, operaciones unitarias, cumplimiento de requisitos, dimensiones del producto y empaque.</p>	<p>Se basa en resultados de encuesta hecha en población vegetariana, vegana y flexitariana.</p> <p>Los prototipos se realizan a partir de una fórmula base de preformado análogo cárnico.</p> <p>Se llevan a cabo ensayos en planta del proceso productivo, para definir los parámetros de producción y calidad de cada formulación, de la cual se obtendrán tres prototipos.</p>	<p>Equipo de planta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molino • Mezcladora • Embutidor • Sierra • Congelador. <p>Bitácora de ensayo.</p> <p>Hoja de registro de datos.</p> <p>Herramientas para construir el diagrama de flujo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visio
<p>Caracterizar el producto análogo congelado de carne elaborado a partir de la mezcla de proteínas vegetales, mediante análisis bromatológicos, físicos, microbiológicos y ensayos de estabilidad, para la determinación de su perfil final.</p>	<p>Análisis físicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color • Textura <p>Análisis bromatológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Carbohidratos • Lípidos • Proteína • Fibra cruda • Cenizas • Minerales <p>Análisis microbiológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Escherichia coli</i> • <i>Staphylococcus aureus</i> <p>Ensayos de estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura congelación • Tiempo 30 días 	<p>Análisis físicos: textura, color.</p> <p>Análisis bromatológicos: humedad, proteína, fibra, carbohidratos, lípidos, cenizas y minerales.</p> <p>Análisis microbiológico: microorganismos utilizados para reflejar el riesgo de la presencia de agentes causantes de enfermedades, basándose Cronograma anual de SENASA, que se realiza en la planta productora.</p> <p>Estabilidad: consiste en el estudio del comportamiento de las características de pérdida de humedad, cambios de coloración, cambios de textura.</p>	<p>Análisis de estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textura: texturómetro (TA-XTPlus, Stable Microsystems) • Color: colorímetro Color Flex EZ. <p>Análisis bromatológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad: método AOAC 2000 925.10 • Lípidos: método de extracción con éter • Fibra: método 985.29 (AOAC-AACC, 2005). • Proteína: método Kjeldahl • Carbohidratos: método de diferencia AOAC 2000 • Cenizas: método AOAC 2000 923.03 • Minerales. 	<p>Bitácora de ensayo.</p> <p>Hoja de registro de datos.</p> <p>Método de análisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textura: Laboratorio Escuela de Tecnología de Alimentos UCR • Color: Laboratorio Escuela de Tecnología de Alimentos UCR. • Humedad: Laboratorio del CITA • Proteína: Laboratorio del CITA • Fibra: Laboratorio del CITA.

			<p>Análisis microbiológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuento total 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbohidratos: hojas de cálculo de Excel • Lípidos: Laboratorio del CITA • Cenizas: Laboratorio del CITA <p>Equipo de laboratorio.</p> <p>Reglamento de etiquetado nutricional.</p> <p>Reglamento de criterios microbiólogos.</p>
<p>Valorar la percepción de las características sensoriales de la torta análoga de carne desarrollada, mediante un grupo focal con funcionarios de la Universidad Técnica Nacional.</p>	<p>Valoración del producto.</p> <p>Intención de compra.</p>	<p>Valoración de características sensoriales del producto: color, sabor, textura, olor, agrado general.</p> <p>Intención de compra: precio.</p>	<p>Definición de características sensoriales mediante un grupo focal.</p>	<p>Guía de preguntas para el consumidor.</p> <p>Uso de aula.</p> <p>Grabación y documentación de las respuestas.</p>

Fuente: Elaboración propia (2023).

3.6 Población y muestra

Se elaboraron tres formulaciones, hasta obtener la formulación óptima desde el punto de vista de características esperadas de textura. Del producto terminado, obtenido a partir de la fórmula óptima, se produjeron las tortas, de acuerdo con el punto 3.6.3. Las tortas elaboradas se almacenaron en congelación (-5 °C), empacadas en bolsas de polietileno de baja densidad. Se tomaron muestras para análisis de estabilidad a los 2 y 32 días de almacenamiento en congelación. Se muestrearon tres lotes diferentes y se midió, para una misma torta, por triplicado, la variación en el tiempo de la textura y el color, ambos de forma instrumental.

Se realizaron análisis bromatológicos a la formulación optimizada. Estos análisis se hicieron, mediante prestación de servicios, en el Laboratorio de Química del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). Además, a las tortas, en el día 2 se le realizaron, en un laboratorio privado, análisis microbiológicos de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Se realizó un grupo focal, en las instalaciones de la Universidad Técnica Nacional, Sede Atenas, con 10 personas participantes. A las personas participantes se les guio mediante una serie de preguntas, para que aportaran su opinión y comentarios acerca de la torta análoga elaborada. A cada persona se le proporcionó una torta cocida (por medio del método de cocción estandarizado para las pruebas de estabilidad).

3.7 Descripción de la metodología

3.7.1 Características bromatológicas del estípite del hongo ostra, proteína de soya y frijol negro como materias primas

Se analizaron las características bromatológicas de las materias primas alternativas; en el caso del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) mediante análisis de humedad y proteína, y en el caso del estípite del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) y proteína de soya (*Glycine max*), a través de su revisión de información de referencia.

3.7.1.1 Determinación de humedad

La humedad contenida en el frijol cocinado se determinó siguiendo la metodología AOAC 2000 925.10, basada en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento en estufa, hasta obtener peso constante. (Véase el apéndice 1).

Esta prueba se realizó por triplicado, pesando tres muestras de cinco gramos del frijol negro en crisoles limpios, secos y pesados con anterioridad. Las muestras fueron llevadas a la estufa durante cuatro horas a una temperatura de 105 °C y, una vez transcurrido ese tiempo, se dejaron enfriar y se pesaron nuevamente para obtener los resultados con la diferencia de masas. Para obtener el resultado, se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(M-m)}{M} \times 100 \quad \text{ecuación (1)}$$

En la cual:

- M = Peso inicial en gramos de la muestra
- m = Peso en gramos del producto seco

3.7.1.2 Determinación de proteína

La determinación de proteína del frijol se realizó utilizando el método Kjeldahl, el cual mide el contenido en nitrógeno de una muestra. Este método se divide en tres etapas: digestión, destilación y valoración: en la etapa de destilación, el nitrógeno liberado es recogido sobre una disolución de ácido bórico (García y Fernández, 2012). El procedimiento que se describe a continuación se hizo por triplicado. (Véase el apéndice 2).

3.7.1.2.1 Etapa de digestión

Se introdujo un gramo de muestra en tres tubos de mineralización y se colocaron dos tabletas catalizadoras CM (código: CT0006650), a cada tubo se le agregó 12,5 mL de ácido sulfúrico al 98 %. Se utilizó como catalizador una mezcla de K_2SO_4 : $CuSO_4$ (10:1:0,1 en peso). Posteriormente, se digirió a 420 °C durante una hora. Se sabe que la digestión ha terminado porque la disolución adquirió un color verde esmeralda característico. En esta etapa, el nitrógeno proteico se transformó en sulfato de amonio, por la acción del ácido sulfúrico en caliente.

3.7.1.2.2 Etapa de destilación

Se alcalinizó la muestra digerida y el nitrógeno se desprendió en forma de amoníaco. El amoníaco destilado se recogió sobre un exceso desconocido de ácido bórico.

Después de enfriar, se adicionaron al tubo de digestión 50 mL de agua destilada, se colocaron en el soporte del destilador y se adicionó una cantidad suficiente de hidróxido sódico al 35 %, en cantidad suficiente (50 mL aprox.) para alcalinizar fuertemente el medio y así desplazar el amoniaco de las sales amónicas.

El amoniaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación, y se recoge sobre una disolución de ácido bórico 34 mL (al 4 % p/v).

3.7.1.2.3 Etapa de Valoración

Una vez que la muestra salió del destilador, se tituló con ácido clorhídrico. La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realizó por medio de una volumetría ácido-base del ion borato formato, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y, como indicador, una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno.

3.7.1.2.4 Cálculos

De la valoración se logró calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con este dato se obtuvo el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Para calcular el porcentaje de proteína, basta con multiplicar por un factor de conversión el porcentaje de nitrógeno calculado. Este factor de conversión está tabulado para cada grupo de alimentos, El factor (K), que se utilizará, será de vegetales 6.25. En la tabla 6 se recogen los factores para algunos alimentos.

Tabla 6. Factor de conversión para obtener la tasa de proteína bruta a partir del nitrógeno total

Alimento	Factor (K)
Harina de Trigo	5,7
Trigo, centeno, cebada	5,83
Arroz	5,95
Cacahuates	5,46
Almendras	5,18
Soja	5,71
Semillas oleaginosas	5,3
Leche y derivados	6,38
Carne y derivados	6,25
Clara de huevo	6,7
Yema de huevo	6,62
Huevo entero	6,68
Gelatina	5,55
Vegetales	6,25

Nota: Tomado de García y Fernández (2012).

3.7.1.3 Características bromatológicas del estípite y píleo del hongo ostra

Los resultados de estas características se obtuvieron a partir de un estudio previo realizado a dicho producto, como ya se evidenció en la tabla 4.

3.7.1.4 Características fisicoquímicas del texturizado de concentrado de soya

Las características bromatológicas del texturizado de concentrado de soya se basan en la ficha técnica suministrada por el proveedor, de acuerdo con lo mostrado en la tabla 7:

Tabla 7. Especificaciones técnicas del texturizado de concentrado de soya según ficha técnica de proveedor AGBM (2020)

Parámetro	Valor - Tolerancia	Fuente de Referencia	Técnica
Apariencia	Sólido granular, irregular de 1 a 3mm, sin presencia de materiales extraños	Requisito interno	Control visual
Color	Crema claro	Requisito interno	Control visual
Olor	Suave, característico a soja, poco perceptible en el polvo seco	Requisito interno	Sensorial
Humedad	< 6% p/p	Requisito Cliente	Gravimetría
Proteínas	65 – 70% BS	CAA - Requisito interno	Kjeldahl
Materia Grasa	< 3% BS	Requisito Cliente	Soxhlet
Fibra	< 7% BS	Requisito interno	Van Soest
Cenizas	< 5% BS	Requisito interno	Calcinación
pH	6,0 – 7,4	Requisito interno	Potenciometría
Tamaño de partícula	< 3 mm	Requisito interno	Tamizado
Gluten	< 10ppm	CAA	Inmunocromatografía
Actividad ureásica	Máx. 0,30	CAA	AOCS. BA. 9-58
Densidad aparente compactada	0,10 - 0,30 g/ml	Requisito Interno	Técnica interna

Nota: Tomado de AGMB Ingredientes Vegetales (2022).

3.7.2 Elaboración de producto preformado

Se diseñaron tres posibles formulaciones base del preformado análogo de carne, en las que el aporte de proteína proviene del estípite del hongo ostra, de la proteína de soya texturizada y del frijol negro. Para la realización de las formulaciones, se tomó en cuenta la composición de las materias primas ya mencionadas, además de los siguientes criterios:

- Materias primas funcionales, ingredientes y aditivos aptos.
- Viabilidad económica.

Se trabajó con tres formulaciones base diferentes, con la finalidad de lograr un producto que cumpliera con todas las características deseables para el consumidor. Esto se confirmó posteriormente, con ayuda de la aplicación de un grupo focal, para así recomendar su perfil final.

3.7.3 Evaluación del proceso de elaboración de la torta análoga

Para conocer el proceso de elaboración, enseguida se detalla cada una de las etapas:

Recepción de materia prima: se recibió y seleccionó la materia prima vegetal, con el fin de elaborar un producto de calidad.

Hidratación de proteína de soya texturizada: se hidrató la proteína texturizada en agua y se dejó en reposo en una temperatura de refrigeración de 5 °C, por un tiempo de 24 horas.

Almacenamiento: se almacenaron todas las materias primas a utilizar, según las condiciones especificadas por sus proveedores.

Pesaje de materia prima: se pesaron las materias primas secas: condimentos, especias y aditivos, materia prima vegetal y proteína texturizada de soya.

Molienda: se realizó una molienda, con el fin de reducir el tamaño de las partículas de toda la materia vegetal. El estípite del hongo ostra se utilizó en estado fresco; el frijol se utiliza cocido.

Mezcla de todas las materias primas: se mezclaron todas las materias primas, manteniendo una temperatura máxima de 5 °C.

Formado: se formaron manualmente, con ayuda de un molde, las tortas análogas, manteniendo un peso estándar de 75 g cada una y un grosor de 1 cm ancho y 7 cm de diámetro.

Almacenamiento: se almacenó el producto formado a temperatura de congelación máxima de -18 °C.

Empaque y etiquetado: se empacó el producto en cajas de cartón de seis unidades, con un peso de 75 gramos por unidad.

Almacenamiento: se almacenó el producto empacado a una temperatura de congelación máxima de -18 °C.

Distribución: se distribuyó el producto a una temperatura de congelación de -5°C.

3.7.4 Descripción del proceso productivo (desarrollo tecnológico) de la torta

N° 3

Se pesaron todas las materias primas; seguidamente, se mezcló la proteína de soya texturizada con agua en una relación 1:3 y se dejó hidratar por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 5 °C. Se removió varias veces en ese tiempo, para que toda la proteína entrara en contacto con el líquido.

Se molió y premezcló el estípote de hongo ostra, frijol negro, zanahoria y arvejas. Seguidamente se premezclaron los polvos: metilcelulosa, proteína hidrolizada, sal, especias y condimentos. Por aparte, se premezclaron las materias primas oleosas: aceite de girasol y aceite de coco virgen. Este último se añadió para favorecer la textura y sensación “cremosa y suave” en la boca, debido a que, según Vereeck (2018), “está compuesto principalmente de ácidos grasos saturados (85,2%)” (párr. 2), lo que le permite mantener una textura sólida a temperatura ambiente y favorecer un mejor mezclado, permitiendo una textura cremosa.

Se agregó la materia prima vegetal a las materias primas secas y a la proteína de soya texturizada hidratada, y se mezcló hasta formar una masa uniforme, lo cual se evidencia al observar una completa integración de todos los ingredientes (sin grumos). Seguidamente, se agregaron las materias primas oleosas y se mezcló todo hasta que la pasta comenzó a pasar de brillante a opaca; esta operación tuvo una duración aproximada de 15 minutos. Se realizó luego un almacenamiento temporal de dos horas; transcurrido ese tiempo, se formaron las tortas y se empacaron seis tortas de 75 g en cajas de cartón, las cuales se almacenaron en congelación a temperatura máxima de -18 °C, hasta su distribución.

3.7.5 Determinación de parámetros de producción y calidad

Durante la elaboración del producto, se tomaron en cuenta parámetros de producción y calidad, tales como:

- Controles: de temperatura, tiempos, materias primas, tamaño de la muestra.

Cantidades: utilización exacta y precisa de las materias primas.

- Eficiencia y eficacia: elaboración de la torta análoga con la menor cantidad de recursos posibles, alcanzando las metas establecidas.
- Costos: Se contemplaron los costos de las materias primas, carga fabril (mano de obra + gasto de fábrica) y empaque.
- Cumplimiento de requisitos: se elaboró la torta análoga, cumpliendo los requisitos de inocuidad y calidad deseados por el consumidor final.

3.7.6 Análisis físicos, bromatológicos, microbiológicos y de estabilidad del producto final

Una vez obtenido el preformado análogo de carne, se procedió a realizar los análisis físicos, bromatológicos, microbiológicos y de estabilidad de este.

3.7.6.1 Análisis físicos

Se determinó la textura y el color del producto, además de su rendimiento de cocción.

3.7.6.1.1 Textura

Se utilizó el texturómetro (TA-XTPlus, Stable Microsystems) del Laboratorio de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. Se tomaron las muestras de la sección central de la torta análoga y se les aplicaron fuerza de corte. Previamente se estandarizó el proceso de cocción de las tortas, para garantizar la reproducibilidad de las condiciones de cocción en las determinaciones de los dos tiempos del estudio.

Las muestras previamente cocidas se cortaron con una navaja en bloques de 30 mm de largo y 20 mm de ancho, y se determinó el grosor utilizando un pie de rey. Se utilizó el acople TA-SBA-WB-3 con una cuchilla plana (TA-SBA-4), a una velocidad de 1 mm/s y fuerza de 4 N para hacer un corte total de la muestra (Zelaya, 2018, p. 8).

3.7.6.1.2 Color

La determinación de color se realizó en el Laboratorio de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica; el mismo se aplicó a la torta análoga cruda, haciendo uso del colorímetro Color Flex EZ (HunterLab, 2018). Para esto, se colocó la muestra en el dispositivo, y se hizo la medición en secciones cruzadas seleccionadas de cinco ubicaciones aleatorias en cada muestra.

Se determinó la luminosidad (CIE L*), así como las coordenadas cromáticas rojo (CIE a*) y amarillo (CIE b*); se utilizó un plato blanco estándar con una luminosidad de 97.26, coordenada cromática rojo de -0,07 y amarillo +1,86 como referencia (Jeong y Han, 2019).

3.7.6.1.3 Rendimiento de cocción

Se midió el peso de la torta análoga antes y después de cocción; este se expresa como porcentaje de la masa inicial (Choi et al., 2014).

$$Rendimiento (\%) = \frac{\text{masa de la torta después de la cocción (g)}}{\text{masa de torta antes de la cocción (g)}} \times 100 \quad \text{ecuación (2)}$$

3.7.6.1.4 Capacidad de retención de agua y grasa

Se obtuvo a partir del resultado del rendimiento de cocción, según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ pérdida de agua y grasa: } 100 - \% \text{ rendimiento} \quad \text{ecuación (3)}$$

3.7.6.2 Análisis bromatológicos

En forma paralela, se procedió a realizar análisis bromatológicos del producto final; los mismos se encuentran expuestos en los análisis de resultados.

3.7.6.2.1 Determinación de Humedad

La humedad del preformado análogo de carne a base de estípite de hongo ostra, proteína de soya y frijol, se determinó aplicando la metodología de la AOAC 2000 925.10, en el Laboratorio de CITA de la Universidad de Costa Rica.

3.7.6.2.2 Grasa cruda

En este análisis, se determinaron los lípidos, por medio del método 945.39D AOAC, P-SA-MQ-005, en el Laboratorio de CITA de la Universidad de Costa Rica.

3.7.6.2.3 Determinación de fibra dietética

La determinación de la fibra dietética se realizó en el Laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica, utilizando la metodología 985.29 (AOAC-AACC, 2005).

3.7.6.2.4 Determinación de proteína

La proteína se determinó siguiendo el método 920.152 AOAC modificado, P-SA-MQ-003, en el Laboratorio de CITA de la Universidad de Costa Rica.

3.7.6.2.5 Determinación de Carbohidratos totales

Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - \% \text{Humedad} - \% \text{Cenizas} - \% \text{Proteína} - \% \text{Grasa} - \% \text{Ecuación (4)}$$

3.7.6.2.6 Carbohidratos disponibles

Los carbohidratos disponibles de la torta análoga de carne a base de estípite de hongo ostra, frijol negro y proteína de soya texturizada, se determinaron en el Laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica, siguiendo la fórmula de cálculo:

%Carbohidratos totales - %Fibra dietética ecuación (5)

3.7.6.2.7 Cenizas

La determinación de cenizas se realizó en el Laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica, utilizando la metodología 925.51 AOAC, P-SA-MQ-004.

3.7.6.2.8 Sodio

La determinación de sodio se llevó a cabo en el Laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica, utilizando la metodología 985.35 AOAC, P-SA-MQ-035.

3.7.6.2.9 Valor energético total

La determinación del valor energético de la torta análoga a base de estípite de hongo ostra, frijol negro y proteína de soya texturizada, se determinó en el Laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica, siguiendo la fórmula de cálculo:

kcal/100 g · 4,189 (4 · %Carbohidratos disponibles + 4 · %Proteína + 9 · %Grasa)
ecuación (6)

3.7.6.2.10 Valor energético por grasa

La determinación del valor energético por grasa se determinó en el Laboratorio del CITA de la Universidad de Costa Rica, siguiendo la fórmula de cálculo:

kcal/100 g · 4,189 (9 · %Grasa) ecuación (7)

3.7.6.3 Análisis microbiológicos al producto final

Los análisis de *E. coli* y *Staphylococcus aureus* se realizaron en un laboratorio privado externo.

3.7.7 Aplicación de grupo focal

Se desarrolló un grupo focal como técnica de investigación cualitativa; este se realizó en las instalaciones de la Sede Atenas de la Universidad Técnica Nacional, con un grupo de nueve personas funcionarias, para así determinar la valoración de los atributos sensoriales por parte de potenciales personas consumidoras.

A continuación, el diseño detallado del grupo focal:

Tema

Determinar la valoración de los atributos sensoriales de la torta análoga por parte de potenciales consumidores, mediante técnica cualitativa de grupos focales.

Objetivos

- Determinar las características sensoriales del producto en relación con lo que las personas consumidoras esperan.
- Conocer la opinión general en cuanto a las características sensoriales de las tortas análogas presentadas.
- Sondear un precio estimado de compra de una caja de seis unidades de torta análoga de carne.

Alcance: personal administrativo de la Universidad Técnica Nacional Sede Atenas

Fecha de realización: viernes 14 de abril de 2023.

Lugar de realización: Universidad Técnica Nacional Sede Atenas.

Ambiente: mesa redonda en el aula 115, la cual cuenta con las características aptas para la elaboración del grupo focal.

Hora y duración: a las 11 a.m.; aproximadamente 40 minutos de duración.

Instrumentos: se aplicó una guía de preguntas para las nueve personas participantes. Las respuestas se fueron documentando en el sitio, y se propició una conversación, para poder anotar aspectos principales de los aportes de las personas participantes.

Introducción

En la introducción se abordaron los siguientes aspectos:

- Bienvenida y presentación, tanto de las personas encargadas de la elaboración del grupo focal como de las personas participantes.
- Explicación de objetivos.
- Explicar cómo funciona la discusión en grupo.
- Explicación de la torta análoga de carne, incluyendo su composición nutricional base, beneficios y atributos nutricionales.
- Aseguramiento de la confidencialidad.
- Degustación del producto.

Preguntas generadoras

1. ¿Qué características sensoriales espera de una torta análoga?
2. ¿Cuál es la característica que más le gusta de la torta análoga de carne?
¿Por qué?
3. ¿Cuál es la característica que más le disgusta? ¿Por qué?

4. ¿Optaría por comprar una torta de este tipo?
5. ¿Cuáles son las razones por las que usted decidiría comprar o no este producto?
6. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por una caja de seis unidades de este producto?
 - a) Entre 2000- 2995
 - b) Entre 3000- 3995
 - c) Más de 4000

3.7.8 Determinación de la viabilidad financiera de la elaboración de la torta preformada análoga

Se realizó una encuesta a 30 personas que siguen una dieta vegetariana, vegana o flexitariana, a través de un formulario de Google (véase el apéndice 3), con el fin de obtener información sobre su disposición a consumir productos preformados análogos de carne.

También se realizó un estudio de mercado de forma exploratoria, para conocer más sobre productos análogos ya comercializados dirigidos a la población meta.

Con ayuda de la herramienta Excel, se hizo un análisis de costo de la elaboración de la torta análoga, con la finalidad de determinar su precio de venta.

3.7.8.1 Estimación de costos

La estimación de costos, del preformado análogo de carne, se realizó mediante el método basado en el sistema de costo por órdenes de producción de una pequeña empresa productora de embutidos, cuya finalidad es recolectar los costos ya sea por orden o por lote de producción, a través de los procesos productivos de la planta; estos se recopilan por elementos confiables: materia prima, mano de obra, material de empaque, carga fabril (mano de obra + gasto de fábrica) los cuales se acumulan en una hoja de Excel.

Se obtuvo un costo total por kilo, gastos de distribución, margen de utilidad sobre el costo, el precio de venta por kilo del supermercado y el precio de venta por kilo al consumidor al cual se quiere comercializar el producto y fue comparado con la competencia y productos de referencia.

3.7.8.2 Elementos para determinar los costos de producción

Para lograr la determinación de los costos de producción de la torta análoga, se tomaron en cuenta los siguientes componentes:

- **Costos de materias primas:** estos costos se obtuvieron por medio de cotización a los proveedores, y se visualizan en una hoja en Excel.
- **Costo de materiales de empaque:** estos son los materiales de empaque que se utilizaron según precio de cotización en el mercado, los cuales son las cajas de cartón.

- **Carga fabril (mano de obra directa, electricidad y agua):** se tomó en cuenta el uso de electricidad para hacer funcionar los equipos, aportado por el Instituto Nacional de Electricidad (ICE) y el agua, obtenida de un pozo dentro de la propiedad de la fábrica, la mano de obra directa se calculó con respecto al salario base establecido por el Ministerio de Trabajo para operarios de trabajo, el cual incluye el salario mensual, las reservas de aguinaldo, el aporte de la Caja Costarricense del Seguro Social, los riesgos laborales, el costo por hora y por día, así como el costo semanal.
- **Costo de materia prima por kilo:** Se obtuvo de la suma de los costos de todas las materias primas y se dividió entre el peso total en kilogramos de la torta final.
- **Costo total por kilo:** Se obtuvo de la suma del costo de materia prima por kilo, material de empaque por kilo, carga fabril y se dividió por el total de producto incluyendo su merma.

3.7.8.3 Elementos para determinar los costos de distribución

- **Gastos de distribución:** estos se calcularon tomando en cuenta los gastos que se generan en cada etapa, desde la planta de producción de la empresa embutidora hasta el envío requerido hacia el consumidor.
- **Margen de utilidad sobre el costo:** este se calculó tomando en cuenta el margen de ganancia respecto a los datos anteriores.

- **Precio de venta por kilo al supermercado:** Este se obtiene al sumar el costo total por kilo, gastos de distribución y margen de utilidad sobre el costo y luego se multiplica por el margen de ganancia del supermercado.

3.8 Técnicas e instrumentos para recolección de información

Para la parte experimental de la investigación, se utilizaron equipos de laboratorio, además de fichas técnicas que respaldan la información.

Se utilizó un formulario Google (véase el apéndice 3) para realizar una encuesta aplicada a la población meta. Para registrar la información relacionada con la formulación del producto preformado, se utilizó una hoja de cálculo de Excel, así como para registrar la información de formulación, bitácora de ensayo, hoja de registro de datos y equipo de planta.

Para el grupo focal se les proporcionó, a las personas, una hoja impresa con las preguntas generadoras.

Además, se llevó una bitácora con toda la información obtenida y los procedimientos realizados durante toda la investigación, para la cual se utilizaron instrumentos como computadoras, impresoras, entre otros.

3.9 Técnicas de análisis de la información

Los datos recopilados se tabularon en Excel. Para analizar los datos obtenidos de la encuesta, grupo focal y análisis de color, se elaboraron cuadros y gráficos, que permitieran visualizar el comportamiento de los resultados. Para el análisis de los resultados de análisis químicos y microbiológicos, se obtuvieron valores promedio, y para el análisis de los resultados de textura se llevó a cabo el análisis estadístico de los resultados de fuerza de corte de la torta análoga; se aplicó la prueba de t-Student pareada, con un nivel de confianza de 0,95. Este análisis permite correlacionar los datos en el tiempo (día 2, día 32).

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos a partir de los 4 objetivos planteados al aplicar la metodología descrita anteriormente.

4.1 Características bromatológicas del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*)

4.1.1 Caracterización del frijol negro cocido en agua

Los resultados del análisis del contenido de humedad se muestran en la tabla 8. El contenido promedio fue de 68,8 %, el cual es menor a lo reportado por Bridge et al. (2014), quienes refieren un contenido de humedad entre 76,96 % y 81,40 % en frijoles macerados/cocidos, siendo este resultado más bajo que su referencia. Es importante evidenciar que el proceso de maceración/cocción favoreció la hidratación de los granos, lo que explica su contenido de humedad.

Tabla 8. *Contenido de humedad cocinado en frijol negro (Phaseolus vulgaris)*

Prueba	Humedad (%)
Frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	(68,8 ± 0,81)

Fuente: Elaboración propia (2023).

Con respecto al análisis de proteína, se tomaron tres muestras por triplicado del frijol cocinado. Para obtener el resultado, se utilizó el factor K= 6,25 referido a la categoría de vegetales (García y Fernández, 2012).

Tabla 9. *Contenido de proteína en frijol negro (Phaseolus vulgaris) en base seca*

Prueba	Proteína (%)
Frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	(28,59 ± 0,01)

Fuente: Elaboración propia (2023).

En la tabla 9, se evidencia el resultado promedio de 28,59 % de proteína del frijol negro en base seca, según un estudio realizado por Granito et al. (2009), donde se determinó el contenido de porcentaje de proteína en diferentes variedades de *Phaseolus vulgaris*, dando como resultado valores de 26,49 %, 28,40 %, 29,14 % y 26,29 %. Por lo que se evidencia que el frijol analizado como materia prima, en la torta análoga de carne, cuenta con cifras similares de porcentaje de proteína a este estudio.

4.2 Desarrollo de formulaciones

El objetivo de hacer tres prototipos de torta análoga de carne fue lograr una formulación final con materias primas vegetales que aportan, no solo por su composición nutricional, sino porque las características de textura, sabor, color y apariencia sean semejantes a las de una torta de carne.

A continuación, se describen los aspectos más relevantes de las tres formulaciones desarrolladas:

4.2.1 Torta análoga de carne N° 1 utilizando 1 % de alginato de sodio como gelificante

Con el fin de lograr la textura adecuada, en esta primera formulación se decidió utilizar alginato de sodio, por su capacidad de retención de agua o adsorbente, la cual es de tal magnitud que se denominan como superabsorbentes, actuando como agente estabilizante y formador de películas (Avendaño et al., 2013).

Agregado a esto, la proteína de soya texturizada se hidrató en una proporción 1:3, con el fin de asegurar una mayor textura en la torta.

En la figura 4 se muestra la apariencia de la torta análoga N° 1 después de cocida:

Figura 4. *Apariencia de la torta análoga de carne N° 1, cocida*



Fuente: Elaboración propia (2022).

En esta torta, se evidenció un color agradable a la vista y muy cercano a lo que parece ser una torta de carne; en cuanto al sabor, se percibió predominantemente el sabor del frijol negro y el estípite de hongo ostra.

Con respecto a la textura, externamente se percibió similar a la de una torta de carne; sin embargo, en su interior se percibió suave, y este resultado se pudo deber a que la texturizada se hidrató 1:3, siendo una hidratación que, a pesar de utilizarse según especificaciones técnicas, es muy extensa para este producto.

A pesar de ser una materia prima que aporta cualidades especiales para mantener la textura, se debe tomar en cuenta que también se utiliza el estípite de hongo ostra y el frijol negro cocido, que aportan mucha humedad.

Debido a estos resultados se procedió a realizar una mejora en la siguiente prueba, la cual consistió en disminuir la relación de hidratación de la soya texturizada a 1:1.5, haciendo un cambio en la adición de los ingredientes y, además, se aumentó el contenido de alginato al 2 %, para propiciar un cambio significativo en la textura.

4.2.2 Torta análoga de carne N° 2 utilizando 2 % de alginato de sodio como gelificante

A pesar de haberse realizado un cambio en el orden de adición de los ingredientes, agregarle un mayor contenido de alginato y disminuir la relación de hidratación de la soya texturizada, no se observó mejoría en la textura interna del producto.

En esta formulación, tal y como se muestra en la figura 5, se evidenció un color cocido muy cercano a la primera prueba, agradable a la vista.

Figura 5. *Apariencia de la torta análoga de carne N° 2, cocida*



Fuente: Elaboración propia (2022).

Estas tortas se elaboraron con un peso de 75 g; sin embargo, su espesor es de 0,5 cm, lo cual se considera que puede afectar la integridad de la textura de la torta cocida. Por esto, como parte de las mejoras propuestas, se procedió a aumentar su grosor a 1 cm, manteniendo el gramaje establecido. Luego de realizar este cambio en el formado, el resultado de la textura de la torta cocida no mostró mejoría.

Pese a que en esta formulación se utilizó fibra de avena que, según la ficha técnica del proveedor, es para mejorar la capacidad de retención de agua en carnes estandarizadas y no estandarizadas (Canadian Harvest, 2015) y también se utilizó almidón de papa nativo, que es empleado generalmente en la fabricación de embutidos como espesante, ligador, y adhesivo (Difel, 2021).

Se debe seguir tomando en cuenta que se hizo uso de materias primas vegetales con un alto contenido de humedad. Es necesario, por tanto, continuar en la búsqueda y evaluación de materias primas funcionales, que sean viables para este tipo de producto.

Para la siguiente prueba, no se usó la fibra de avena y tampoco el almidón nativo. Además, se buscó la mejora en el proceso de adición de los ingredientes, se volvió a considerar la hidratación de la proteína de soya texturizada a 1:3 y se realizó un cambio del alginato de sodio como gelificante, por la metilcelulosa.

Este ingrediente funcional tiene algunas ventajas sobre el alginato, por ejemplo, la capacidad de hincharse en agua, produciendo una solución coloidal, viscosa, transparente y opalescente (EFSA, 2018).

4.2.3 Torta análoga de carne N° 3 utilizando metilcelulosa como gelificante sustituto del alginato de sodio

En esta prueba, además de mantener el grosor de la torta a 1 cm, se hizo un cambio del proceso productivo y se regresó a la hidratación de la proteína de soya texturizada en relación 1:3. Estos cambios, junto con la sustitución del alginato de sodio por metilcelulosa como gelificante, permitieron lograr las cualidades texturales esperadas en la torta análoga de carne, ya que, contrario a otros hidrocoloides, el gel formado por la metilcelulosa se solidifica en caliente, siendo ideal para la aplicación en la torta análoga que se debe consumir después de ser sometida a cocción, mediante aplicación de temperatura (Hernández et al., 2017).

Los ingredientes de la propuesta de formulación se muestran en la tabla 10. la figura 6 permite apreciar la apariencia de la torta cocida.

Tabla 10. *Ingredientes (en orden decreciente) de la torta análoga de carne*

Ingredientes
Agua
Materias primas con proteína de origen vegetal
Aceites vegetales
Vegetales frescos
Otras materias primas funcionales (incluyen metilcelulosa)
Condimentos y especias

Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 6. Apariencia de la torta análoga N° 3, cocida, utilizando 2 % de metilcelulosa



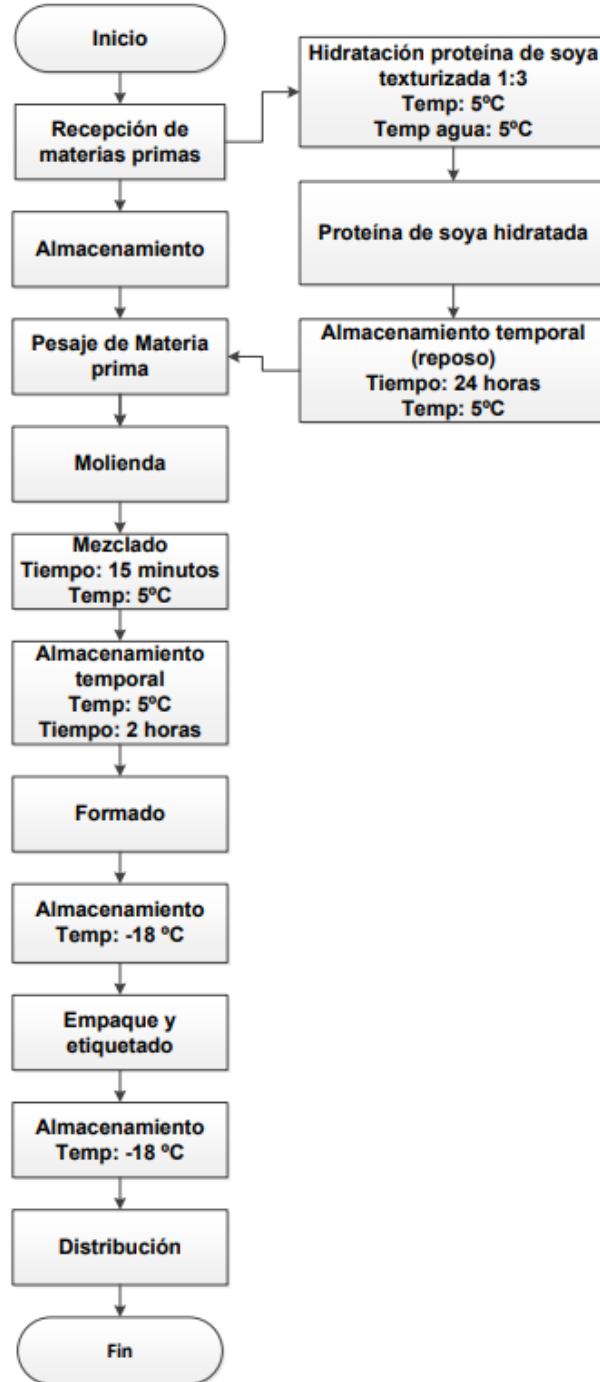
Fuente: Elaboración propia (2022).

Con las modificaciones realizadas en el espesor, cambio de adición de ingredientes y del agente gelificante se logró un producto que mantiene la textura tanto interna como externa en el momento de su cocción, con un color agradable a la vista y un sabor dentro de lo esperado, siendo así, una torta análoga de carne llamativa.

4.3 Diagrama de flujo de torta análoga de carne N° 3

Para poder elaborar la torta de carne análoga con proteínas de origen vegetal, se desarrollaron las etapas incluidas en la figura 7:

Figura 7. Diagrama de flujo de la elaboración de torta análoga de carne



Fuente: Elaboración propia (2022).

4.4 Encuesta aplicada a la población vegetariana, vegana y flexitariana

Con el fin de conocer la intención de compra de un producto elaborado a partir de hongo ostra, frijol negro y soya, se realizó una encuesta digital. En total, el formulario fue completado por 31 personas, la mayoría entre los 18 y 33 años, con un porcentaje de 50 %, y la menor participación en edad fue de 64 años o más, con un 3,3 %. El género que tuvo mayor participación fue el femenino, representando el 56,7 % del total, mientras que el género masculino representó un 43,3 %. También, se obtuvo participación de personas procedentes de todas las provincias del país.

La mayoría de las personas que contestaron se consideran vegetarianas, siendo un 56,7 % del total. Además, los tres grupos tomaron la decisión de llevar este tipo de alimentación por respeto a los animales y el medio ambiente. En las figuras 8, 9 y 10 se evidencian los resultados obtenidos según las preguntas establecidas. Se puede ver que solo al 50 % de los participantes les es fácil conseguir productos vegetarianos o veganos en lugares como supermercados y restaurantes. Esto muestra una necesidad del mercado y mayor cantidad de estos productos, puesto que el mercado actual solo satisface a la mitad de los consumidores. Por otra parte, al 53 % de los encuestados les resulta fácil encontrar productos que les agradan por su sabor, apariencia y textura, por lo que al restante 47 % no les resulta fácil. Esto muestra que hay una oportunidad para contrarrestar la escasez de productos que sean de total agrado sensorial. También, se muestra que estos productos en su mayoría son preparados por ellos mismos en sus casas.

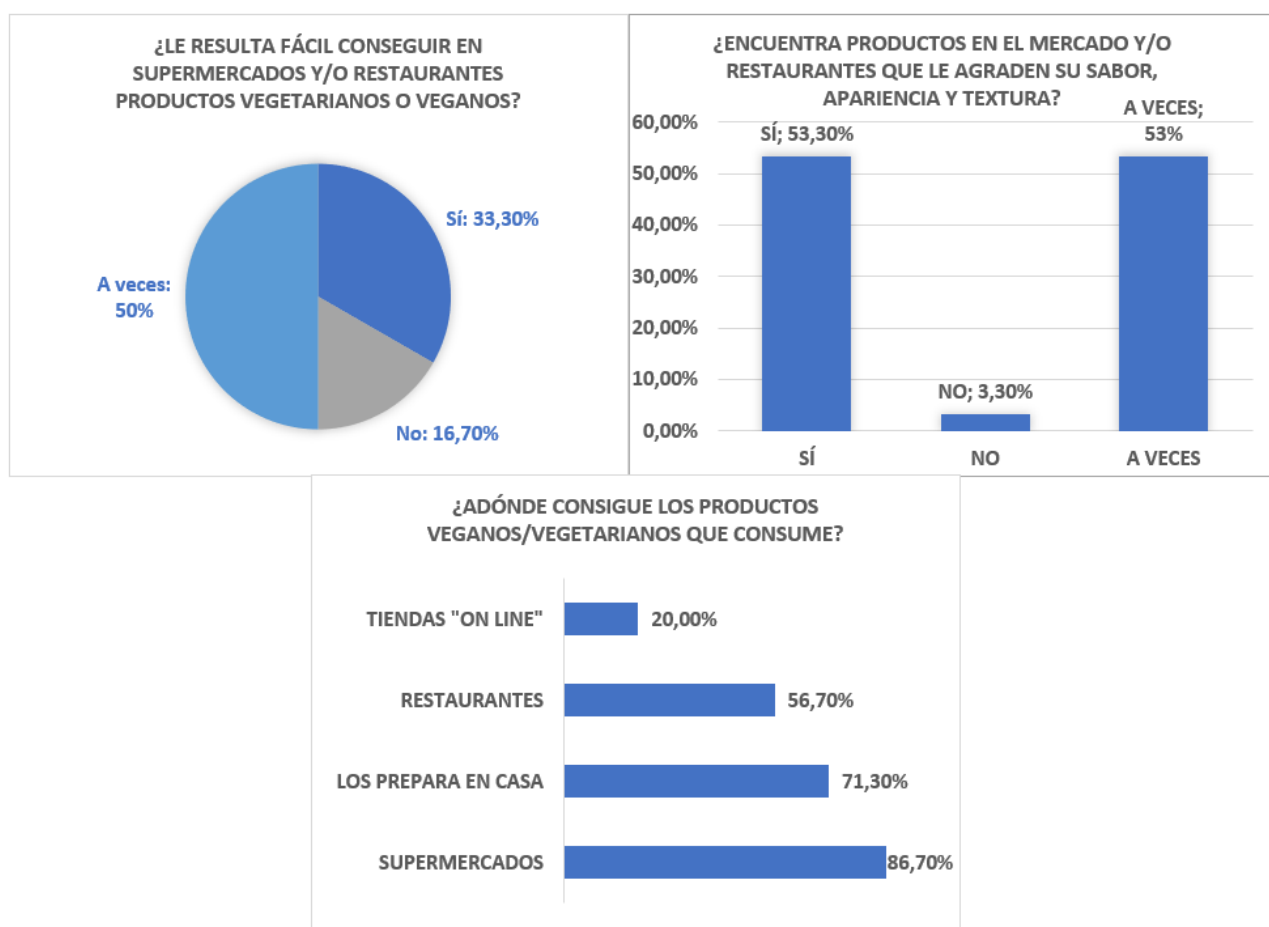
Un 46,7 % de total de encuestados sí consumen hongos comestibles regularmente dentro de su dieta. También se evidencia que la mayoría sí consume productos congelados veganos y/o vegetarianos. Se observa que el 86,7 % se encuentra dispuesto a consumir un producto congelado a base de hongo ostra, frijoles y soya.

Por último, se muestra que dentro de los aspectos que influyen en su intención de compra, ponen especial interés en su sabor, precio y textura, por lo que el desarrollo del producto se basó en la utilización de ingredientes y aditivos aptos para lograr la textura ideal de la torta, tanto interna como externa. Además, está el sabor intenso que brinda el estípite del hongo ostra, en conjunto con el frijol negro y la proteína de soya texturizada.

Los resultados de la encuesta concuerdan con un estudio realizado por Martén (2019), donde se dan a conocer las razones por las cuales a las personas consumidoras de productos libres de origen animal en el país, se les dificulta llevar este tipo de dieta alimentaria; entre ellas están la reducida cantidad de opciones para comer o pedir que le entreguen su comida en casa, el alto costo de sustitutos proteicos de la carne, la falta de tiempo y el poco conocimiento de recetas para preparar sus propios platillos veganos, además de las pocas opciones que encuentran, de estos productos, en supermercados y restaurantes.

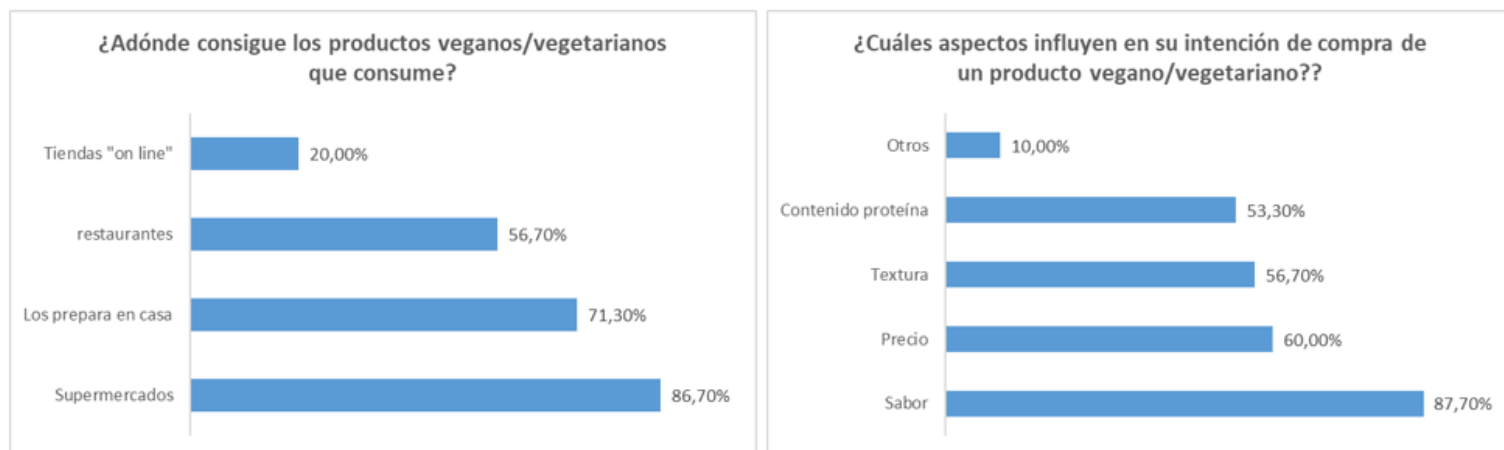
Asimismo, es importante tomar en cuenta que, como parte del estudio del mercado realizado, se encontró que las tortas de carne veganas conseguidas por los consumidores en el mercado, son importadas, por ello su elevado precio; por consiguiente, se demuestra que, con esta torta análoga de carne, se permite entregar a los consumidores un producto que llene sus necesidades básicas.

Figura 8. Disponibilidad de productos vegetarianos/veganos en el mercado



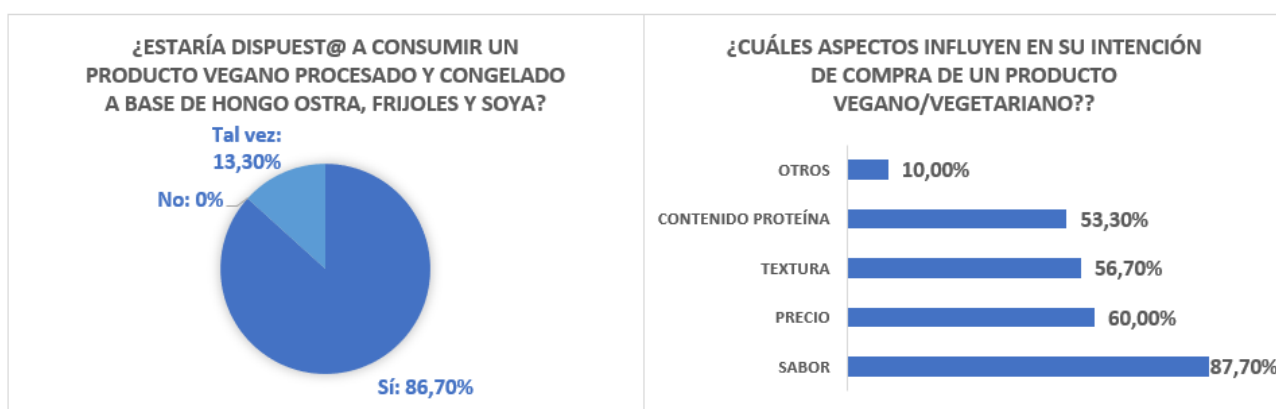
Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 9. Hábitos de consumo de productos vegetarianos/veganos



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 10. Intención de compra y características esperadas en una torta elaborada a base de estípite de hongo ostra, proteína de soya texturizada y frijol negro



Fuente: Elaboración propia (2023).

4.5 Evaluación de los costos de la torta análoga de carne y posición en el mercado

A continuación, se presenta la tabla 11, donde se evidencia el costo por gramo de la torta análoga de carne, junto con algunas referencias de tortas veganas que se venden actualmente en supermercados:

Tabla 11. Precio total de la torta análoga de carne y diferentes tortas de origen vegetal por el método de costeo por lote

Producto	Presentación (g)	Peso unitario (g)	Precio de venta por presentación	Precio por gramo
Torta análoga de carne	450 g	75 g	₴5 369	₴11,93
Torta Gardein	400 g	100 g	₴6 675	₴16,69
Torta Beyond Burger	226 g	113 g	₴6 875	₴30,42
Torta Beyond Breakfast Sausage	210 g	35 g	₴6 290	₴29,95

Fuente: Elaboración propia (2023).

La torta análoga de carne se elabora de forma artesanal; sin embargo, es la base para poder escalar a una producción en volumen, por lo que, como se mencionó anteriormente, para la obtención del costo por gramo, se incluyeron tanto el costo total por kilo, gastos de distribución, margen de utilidad sobre el costo, el precio de venta por kilo del supermercado y consumidor final.

El costo de la torta análoga para la presentación de 6 unidades de 75 g cada una es de ₴ 3,788 col (ver Apéndice 7); este costo se traduce en un precio de venta de ₴ 11,93/g, el cual, comparado con la competencia descrita en la tabla 11, arroja que el producto diseñado puede ser económicamente atractivo para el consumidor final. Además, el producto propuesto presenta un valor agregado, al utilizar del estípote de hongo ostra, que es considerado por los productores como desecho, logrando generar mayor ingreso económico, como consecuencia de la valorización de subproductos sin ningún valor comercial.

De esta forma, se demuestra la posibilidad de presentarles, a los consumidores, un producto más accesible en relación con la competencia (véase el apéndice 7).

4.6 Composición bromatológica de la torta análoga de carne

La torta análoga de carne contiene, como materias primas base, el estípite de hongo ostra, el frijol negro y la proteína de soya texturizada; por ende, por su naturaleza, se espera que el producto sea fuente de macronutrientes y micronutrientes. Se realizaron análisis bromatológicos a dos lotes de torta análoga de carne (véase el apéndice 5), y los resultados de estos análisis se presentan en la tabla 12, en la cual se comparan, además, con una torta vegana y una torta de carne de referencia que se venden en el mercado:

Tabla 12. Caracterización bromatológica (g/100 g) de torta análoga de carne, torta de carne comercial y torta vegetariana

Análisis	Torta Análoga ^(a)	Torta de Carne ^(b)	Torta Vegana ^(c)
Humedad	(61,5 ± 5,8)	(62,3 ± 0,1)	-
Grasa cruda	(14,73 ± 0,63)	(17,0 ± 0,1)	12,0
Proteína (Nx6,25)	(10,70 ± 0,14)	(15,16 ± 0,1)	18
Ceniza	(2,222 ± 0,080)	(2,4 ± 0,1)	4,386
Carbohidratos totales	(10,8 ± 1,2)	(2,7 ± 0,1)	6
Fibra dietética	(6,06 ± 0,31)	< 0,1	1,76
Carbohidratos disponibles	(4,74 ± 0,58)	(2,6 ± 0,1)	4,24
Sodio	(0,687 ± 0,092)	(0,545 ± 10)	0,345
Valor energético total	195 (kcal/100 g)	226 kcal/100 g	204 kcal/100 g
Valor energético por grasa	132 (kcal/100 g)	153 kcal/100 g	141 kcal/100 g

Nota: (a) Los datos de la torta análoga se obtienen del CITA. (b) Los datos de la torta de carne se analizaron en el laboratorio Lambda. (c) Los datos de la torta vegana provienen del etiquetado nutricional declarado en el empaque.

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.6.1. Resultados de análisis bromatológicos de la torta análoga de carne

Los resultados evidencian que la torta análoga de carne tiene un contenido promedio de humedad de 62,3 %, porcentaje que se encuentra dentro del rango esperado con respecto a la humedad de una torta de carne para hamburguesa, las cuales, según Acevedo et al (2009) poseen un alto contenido de humedad, entre 57,69 % y 63,73 %. Sin embargo, no se pudo comparar con la torta vegana, ya que estos datos se obtuvieron del etiquetado nutricional, el cual no indica el contenido de agua.

El contenido de grasa de la torta análoga fue de 14,73 %, siendo un resultado más bajo comparándose con la torta convencional, que fue de un 17,0 %; no obstante, es un poco más alta que la torta vegetariana, cuyo dato es de 12 %. Algunas referencias indican que una hamburguesa patrón cuenta con un contenido de grasa de entre un 20 y un 30 % de grasa (Echeverri et al. 2004, Ávila, 2017).

De esta forma, se puede observar, en los resultados de la tabla 12, que el contenido de grasa en la torta análoga se encuentra más bajo que dichas referencias. Empero, no es posible considerarla baja o exenta, ya que, de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 (2019), para que un alimento sea bajo en grasa debe contener no más de 0,5 gramos en 100 gramos de producto.

Con respecto al contenido de proteína, un estudio elaborado por Vásquez (2017) afirma que “una torta tipo hamburguesa de carne vacuno (sic) contiene un promedio de 27,83% de proteína” (p. 65)- La torta análoga tiene un contenido de 10,70 %, dato que dista mucho de los resultados obtenidos por el autor.

Sin embargo, se logró determinar que el contenido de proteína de la torta análoga de carne es alto, ya que, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 (2019), para que un alimento sea fuente de proteína, debe contener no menos del 10 % de este nutriente en 100 g de producto, por lo que, al obtener un producto análogo con 10,70 %, se demuestra que, a pesar de obtener un resultado más bajo que una torta de carne convencional, sí se puede declarar que el producto es alto en proteína.

Con respecto a los carbohidratos disponibles, el resultado fue de 4,74 %, más alto que el contenido en la torta de carne convencional y más cercano al contenido en la torta vegana. Esto concuerda con los resultados obtenidos en un estudio realizado por Romero et al. (2021), donde se elaboró un chorizo con extracto de soya añadido en la formulación con resultados de 3.13, 3.76, 4.53 y 4.87 % de carbohidratos, demostrando que el resultado de carbohidratos obtenido es muy cercano al de un producto cárnico al cual se le agregó proteína de soya.

Además, según el Ministerio de Economía Industria y Comercio de Costa Rica [MEIC], en el Reglamento técnico RTCR 411:2008 productos cárnicos embutidos: salchicha, salchichón, mortadela y chorizo. Especificaciones (2008), menciona que, para un embutido cárnico, el valor máximo permitido de carbohidratos es del 10 %, siendo el resultado obtenido de la torta análoga menor, lo que puede resultar atractivo para las personas consumidoras que buscan reducir el consumo de carbohidratos.

El contenido de fibra dietética fue de 6,06 %, por lo cual se puede considerar que la torta análoga de carne es alta en fibra. Como se menciona en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 (2019), un alimento debe contener 6 g por 100 g de este nutriente para considerarse alto o excelente fuente.

Según Vilcanqui y Vílchez (2017):

(...) las recomendaciones para la ingesta de la fibra dietética, está en función a (sic) la edad, género y la cantidad de energía ingerida. En términos generales el consumo diario de la fibra dietaría (sic) debe estar en el rango de 18 a 38 g/día para personas adultas. (párr. 22)

Por eso se puede decir que el consumo de esta torta análoga de carne es una muy buena opción para complementar la ingesta diaria de este nutriente.

En el caso de las cenizas, según un estudio realizado por Valdiviezo (2010) “el contenido de cenizas promedio de la carne de res para hamburguesa es de 1,479%” (p. 64), y de acuerdo con el MEIC, en el Reglamento técnico RTCR 411:2008 productos cárnicos embutidos: salchicha, salchichón, mortadela y chorizo. Especificaciones (2008), de las características químicas de un embutido promedio, el valor permitido de cenizas es del 3,5 %, lo que demuestra que la torta análoga contiene un porcentaje de cenizas en este rango, siendo del 2,22 %.

Se logró determinar que el contenido de sodio de ambas tortas es alto, ya que, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 (2019), para que un alimento sea bajo en sodio, debe contener no más de 140 mg por 100 g, y la torta análoga de carne tuvo un resultado de 0,687 mg por 100 g. A pesar de ello, es un dato que se asemeja al de la torta de carne convencional, y que puede ser posteriormente modificado, de acuerdo con estudios más específicos de preferencia de consumo.

Además, se obtiene como resultado que, como era de esperar debido a la naturaleza de sus ingredientes, la torta análoga de carne es libre y/o exenta de colesterol, porque, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 (2019), para declararlo, debe contener no más de 2 mg por 100 g y contener 2 g o menos de grasa saturada por 100 g, y dicho producto no lo posee.

4.7 Estudio de estabilidad a 30 días de las tortas análogas de carne

4.7.1 Análisis de textura

Se realizó el análisis de textura a las tortas análogas de carne, como parte de su estudio de estabilidad. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 13:

Tabla 13. *Fuerza de corte promedio torta análoga de carne y referencias*

Muestra	Fuerza de corte (N) Promedio		Significancia	Potencia de prueba
	Día 2	Día 32		
Torta Análoga	(11,52 ± 2,14)	(9,11 ± 1,79)	0,091	0,2
Referencia Carne	(19,96 ± 1,03)	(19,78 ± 0,45)	0,091	0,2

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se analizó, además, una referencia de torta de carne, obteniendo como resultado que las tortas análogas cuentan con una fuerza de corte inferior. Según un estudio realizado por Torres et al. (2015), el colágeno, una de las proteínas más abundantes del organismo animal, influye en la ternura de la carne y es un factor importante en su dureza. Al ser la torta análoga elaborada un producto que carece de colágeno, esto puede explicar el resultado obtenido, donde su textura final fue inferior, en comparación con la referencia de carne.

Otra posible explicación se puede deber a que las frutas y vegetales sufren ablandamiento durante la cocción. En el mismo estudio realizado por Torres et al. (2015), se menciona que los polisacáridos presentes en la pared de las células vegetales pierden cohesividad por la disminución de las uniones intermoleculares, debido a un incremento en la solubilidad de la pectina.

Por otra parte, el resultado obtenido pudo verse afectado por el proceso de congelación, sobre todo si es lento, ya que, al formarse cristales de hielo en el interior del alimento, estos provocan deterioro de la microestructura celular, afectando la textura (Acurio y Álvarez, 2021). Y, por último, debe considerarse que el formado de estas tortas se hizo de forma manual, y las tortas se están comparando con una referencia elaborada industrialmente, con formadoras a presión, lo cual puede resultar en una torta más compacta, con mayor fuerza de corte.

Para el análisis estadístico de los resultados de fuerza de corte de la torta análoga, se aplicó la prueba de t-Student pareada, utilizando el software R, con un nivel de confianza de 0,95. Este análisis permite correlacionar los datos en el tiempo (día 2, día 32).

El análisis de dos colas arroja como resultado un p-value de 0,091. Es importante mencionar que no se puede concluir si existe o no diferencia significativa, pues, debido a que se obtuvieron solo tres repeticiones de cada lote, la potencia de la prueba es muy baja, siendo solo del 0,20, reduciendo la probabilidad de encontrar diferencias entre las medias.

4.7.2 Análisis de color

En la tabla 14, se muestran los resultados obtenidos en los días 2 y 32 para tres lotes diferentes de la torta análoga cárnica y la torta cárnica marca El Arreo. Es importante mencionar que estos análisis se hicieron en los dos productos de forma cruda, ya que ese es el estado en que el consumidor puede apreciar la torta por primera vez. Además, el color de la torta cocida va a depender del método de cocción y el término de ella, lo cual, a pesar de que se incluyan en el empaque instrucciones de cocción, siempre va a depender de una decisión de la persona consumidora.

Tabla 14. Valores de las coordenadas $L^*a^*b^*$ para los tres lotes de producción

	Día 2			Día 32		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Torta Análoga	(51,82±0,82)	(11,4±0,92)	(31,35±0,76)	(52,45±0,38)	(11,57±0,34)	30,66±1,29)
Torta de carne	(55,3±0,59)	(6,98±0,38)	(21,2±0,64)	(54,27±0,48)	(6,28±0,29)	20,41±0,27)
Significancia	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
Potencia de prueba	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Fuente: Elaboración propia (2023).

En la tabla anterior, se evidencia que se realizó la caracterización del color para la torta análoga cárnica y de la torta cárnica mediante el espacio de color CIELAB, mediante el sistema Hunter, el cual fue explicado anteriormente. La torta cárnica presenta valores L^* más altos que el producto análogo diseñado. Según Chamorro (s.f.), esto se puede deber a los altos niveles de mioglobina, molécula responsable del color de la carne, que proporciona mayor luminosidad a los productos cárnicos, dándole una apariencia jugosa.

Los tres lotes de la torta análoga presentaron números muy similares a los de la carne para la luminosidad, tanto como para el día 2 como para el día 32. La luminosidad presente en la torta análoga de carne se presenta gracias al aceite de coco, el cual hace que la torta tenga un aspecto humectante y luminoso. Sin embargo, la torta de carne es más luminosa, gracias a su cantidad alta de mioglobina.

Además, la torta análoga cárnica propuesta presentó altos valores positivos en los ejes a^* , lo que indica que tira a colores más rojizos que la torta de carne. No obstante, los valores b^* más altos que la torta de carne indican que las tonalidades tiran más a los colores amarillos.

El color rojo se debe a que la torta análoga tiene dentro de sus materias primas el pimiento rojo (*Capsicum annuum*), o más conocido como paprika, el cual, según Meléndez et al. (2004), dentro de su composición posee el carotenoide capsantina (o capxantina), un colorante natural de color rojo.

La presencia de color amarillo en el producto se debe a la zanahoria presente en ese producto, ya que, según Orrego (2020), la zanahoria tiene también alto contenido de carotenoides, específicamente α y β -caroteno, precursores de la vitamina A, los cuales están relacionados con la luteína, que es un tipo de pigmento de color amarillo. Con el fin de acercar más el color de la torta análoga a las tortas de carne convencionales, es posible valorar colorantes que permitan obtener colores más cercanos a lo esperado. A pesar de esto, el color obtenido se considera aceptable a la vista para un producto preformado, como se puede ver en los resultados del grupo focal.

Con respecto al análisis estadístico, al realizarse en las mismas condiciones que la prueba de fuerza de corte, con respecto al color tampoco se puede concluir si hay o no diferencia estadísticamente significativa entre las muestras analizadas.

4.8 Rendimiento de cocción

Durante la cocción de las tortas, tanto en la análoga de carne como en la torta de carne, ocurre una disminución del gramaje durante su cocción. La FAO (2018) define la pérdida por cocción como el porcentaje por el cambio en peso y dimensiones en los alimentos debido a la cocción, dando como resultado la rotura de la membrana celular y las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional.

Lo que explica que durante la cocción se pierde cierta cantidad de agua y grasa que no se encuentran ligadas, y esto puede afectar la textura final del producto y las características sensoriales, como forma y color ya cocinadas.

En la tabla 15, se muestra un comparativo del porcentaje de rendimiento de cocción en la torta análoga, una torta vegana marca Beyond Meat y una torta cárnica convencional marca El Arreo, con el fin de conocer y comparar el porcentaje de masa perdida durante la cocción de cada producto. (Véase el apéndice 4).

Tabla 15. *Porcentaje de rendimiento por cocción de tres tipos diferentes de tortas*

	Torta análoga de carne	Torta análoga de carne Beyond Meat	Torta cárnica El Arreo
Porcentaje de rendimiento por cocción	80,39 %	84,00 %	90,55 %

Fuente: Elaboración propia (2023).

Tal y como se muestra, el rendimiento de cocción de la torta análoga fue menor en comparación con la torta análoga de carne marca Beyond Meat y la torta cárnica del El Arreo. Según Noguera et al. (2018), en el caso de las tortas cárnicas de origen animal, dentro de su formulación contienen materias primas funcionales que ayudan a evitar la pérdida de agua, además de que la materia prima proteica animal tiene mayor capacidad de retención de agua.

Otra razón que puede estar influyendo en el menor rendimiento es el proceso de congelación. La torta análoga se congeló de forma lenta en una cámara convencional, al contrario de las tortas industriales, las cuales se realizan mediante congelación rápida individualizada (IQF), tecnología que se ha demostrado, afecta menos la estructura celular de los alimentos congelados. Dentro de las características que tiene congelar alimentos bajo IQF, Montes et al. (s.f.) mencionan que se logra conservar de mejor manera la calidad de los alimentos, ya que se conservan todos los nutrientes, los minerales y las vitaminas, durante y después de la congelación.

Según Velázquez (2011), la congelación lenta hace que los cristales de hielo se hagan más grandes, ocasionando el rompimiento de tejidos, produciendo cambios en su textura. Como se menciona más adelante, pese a su menor rendimiento de cocción, la torta análoga elaborada mantuvo, de acuerdo con las personas participantes en el grupo focal, una textura jugosa y suave.

4.8 Análisis microbiológicos

Con respecto a los análisis microbiológicos de la torta análoga de carne (ver Apéndice 6), se decidió analizar *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal, tomando como referencia el subgrupo 8.2 del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 (2009), el cual indica que el parámetro de *E. coli* debe tener un valor máximo de 10^3 UFC/g (p. 17). Por otro lado, el patógeno *Staphylococcus aureus* hace referencia a un indicador de manipulación inadecuada de la torta análoga de carne.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio Biotec, haciendo un muestreo por triplicado de un mismo lote, dando como resultado para ambos patógenos un valor de < 10 UFC/g. De esta manera, se logró validar que no existe ningún tipo de contaminación cruzada de estos dos patógenos en el producto final.

4.9 Aplicación del grupo focal

La sesión del grupo focal estuvo dirigida por dos personas; una actuó como moderadora y la otra como asistente para la anotación de los comentarios. Se contó con la participación de 10 personas; la sesión tuvo una duración de aproximadamente 40 minutos, y se realizó grabación de esta.

Como parte de las respuestas obtenidas, se conoció que las características sensoriales más esperadas de una torta análoga de carne es que cuente con todas las características propias de una torta de carne convencional, siendo el sabor y la textura los atributos más importantes para este grupo de personas consumidoras.

Con respecto a la textura, se mencionó que se considera la característica principal y al percibirla muy similar a una torta de carne, esto hizo que la torta análoga fuera muy bien aceptada. Otros atributos importantes, como la jugosidad, el aroma y el sabor, fueron muy aceptados por todas las personas participantes.

En cuanto al color de la torta cocida, lo mencionaron como un atributo que les llamó la atención, ya que lo relacionaron, a primera vista, con una apariencia agradable y similar a una torta cárnica.

Una de las características que más disgustó a los participantes fue el sentir un sabor a pimienta y sal muy pronunciado. Hubo opiniones divididas en cuanto a la presencia de los frijoles enteros, lo cual para algunos daba una mala presentación, pero para otros, permitía comprobar que realmente la torta incluía este ingrediente en su formulación. Entre las recomendaciones recibidas está la de disminuir la pimienta y el contenido de sal, así como valorar utilizar los frijoles completamente molidos.

Además, en cuanto al color, si bien la torta cocida da un aspecto muy cercano a la torta de carne convencional y es agradable a la vista, se comentó que la coloración de la torta análoga cruda y congelada, no es muy agradable, se ve pálida, y se sugirió agregar o aumentar la dosis de colorante.

Con respecto a la intención de compra, las 10 personas participantes opinaron que sí optarían por comprar una torta de este tipo, y las razones por la que decidirían obtenerla son las siguientes:

- Desde el área nutritiva y de la salud es llamativa, el ser una torta que es baja en colesterol, alta en proteína y alta en fibra.
- Facilidad de cocción y conveniencia.
- Excelente opción para las personas veganas, ya que para los miembros de esta población muchas veces les es difícil conseguir opciones en el mercado que sean saludables y gustadas.

En cuanto al precio, tres personas están dispuestas a pagar entre 2000-2995 colones y siete personas entre 3000 y 3995 colones por una caja de seis unidades de este tipo, lo que demuestra resultados bastante favorables y positivos del producto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En este trabajo, se concluye la factibilidad de realizar una torta análoga de carne a base de frijol negro, estípite de hongo ostra y proteína de soya texturizada, por medio de un exhaustivo análisis de materias primas funcionales idóneas para un proceso tecnológico de elaboración de productos análogos.

Se logró la validación técnica, mediante parámetros de producción y calidad de una torta análoga de carne, que cuenta con todas las características sensoriales inicialmente esperadas, además de generar no solo una nueva opción para la población vegana, vegetariana y flexitariana, sino también, viéndose del lado nutricional, se desarrolló un producto que aporta propiedades beneficiosas en su consumo.

Se obtuvo la intención de compra de la torta análoga de carne, por medio de los resultados obtenidos en la encuesta generada a la población vegetariana y tras la aplicación del grupo focal a los funcionarios de la Universidad Técnica Nacional, se concluye que se obtienen resultados favorables en cuanto a su percepción sensorial.

Se logró elaborar una torta análoga de carne con un costo económicamente más viable para el consumidor final que productos similares importados, lo que permite presentar a los consumidores un producto más accesible en relación con la competencia y a su vez, aprovechar el uso del estípite de hongo ostra, que puede generarles un ingreso económico a los productores, al considerarlo comúnmente como un desecho.

Tras los análisis bromatológicos, se concluye la posibilidad de declarar la torta análoga de carne en su etiqueta nutricional como fuente de fibra y de proteína; además, por su composición, baja en colesterol.

Se logró demostrar que los productos de origen vegetal, por su composición, cuentan con una textura inferior, en relación con la de una torta de carne convencional; en cuanto al color, se evidencian, mediante el análisis de color, tonos diferentes a los de una torta cárnica. Sin embargo, los dos tipos de torta poseen números positivos, lo que indica que ambas se encuentran dentro del mismo cuadrante.

Se concluye que la torta análoga de carne tiene menor capacidad de retención de agua en comparación a la torta cárnica de origen animal y vegetariana, por sus materias primas funcionales y proceso de congelación.

Para finalizar, los resultados de análisis microbiológicos se encuentran dentro de los límites establecidos según el Reglamento técnico centroamericano de criterios microbiológicos, logrando un producto exento de peligros microbiológicos para su consumo.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda disminuir el contenido de sal, para así poder también declarar este producto bajo en sodio y darle un mayor valor agregado. Además, se recomienda disminuir el contenido de pimienta, y en cuanto a color, se recomienda agregar más colorante como paprika o arroz rojo, para así potenciar su color en su estado crudo y congelado.

Se recomienda valorar el estado de aplicación del frijol negro y el estípote de hongo ostra, de tal forma que no se vean en gran tamaño en la torta análoga de carne; sin embargo, esto depende de la forma de comercialización.

Se recomienda realizar más estudios de mercado para comercializar el producto, de forma tal que se conozcan más a profundidad las necesidades diarias de los consumidores y su intención de compra.

Aplicar más análisis microbiológicos al producto, tomando en cuenta los microorganismos que puedan estar presentes en el entorno en el que se vaya a procesar eventualmente este producto a gran escala.

Realizar un estudio de estabilidad por un tiempo más prolongado, ya que por factores de tiempo se realizaron solo a los días 2 y 32.

En el caso de la textura y color, realizar 10 repeticiones de medición de textura de cada lote, utilizando 10 tortas distintas, para aumentar la potencia estadística de la prueba a 0,85 y, así, poder identificar si hay o no diferencias significativas entre la torta análoga desarrollada y las tortas comerciales.

Se recomienda realizar el estudio del etiquetado nutricional de la torta análoga de carne, con base en los datos obtenidos de los análisis bromatológicos.

VI. REFERENCIAS

- Acurio, L., y Álvarez, T. (2021). *Efectos de la congelación y ultracongelación en la estructura y textura de frutas y vegetales: una revisión bibliográfica de datos publicados*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33606>
- AGBM. (2020). *Texturizado de concentrado de proteína de soja – AG-TSP-D65*. [file:///C:/Users/Audio%20&%20Video/Tu%20equipo%20Dropbox/Glenda%20Viquez/TESIS/Fichas%20t%C3%A8cnicas/Texturizado%20de%20Soja%20TSP65%20-%20Rev%2003%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Audio%20&%20Video/Tu%20equipo%20Dropbox/Glenda%20Viquez/TESIS/Fichas%20t%C3%A8cnicas/Texturizado%20de%20Soja%20TSP65%20-%20Rev%2003%20(1).pdf)
- Albán, V. (2021) *El valor nutricional de los hongos ostra*. <https://www.thefungiiland.com/funginews/el-valor-nutricional-de-los-hongos-ostra/>
- Alia, C. (2018). *Todo sobre la soja texturizada: qué es, cuál es su valor nutricional, cómo se cocina y mucho más*. <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/todo-soja-texturizada-que-cual-su-valor-nutricional-como-se-cocina-mucho-mas#:~:text=Los%20valores%20nutricionales%20por%20100,0%2C04%20g%20de%20sal>
- Álzate, T (2019). *Consumo de carnes rojas y procesadas. La controversia está servida*. <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/973cy>
- Álvarez, M., Rodríguez, C., Ladino, M. (2019). *Comparación de los factores de estructuración en la producción a partir de recortes generado en el desposte de cerdo*. Revista Sistemas de Producción Agroecológica 10(2), 50-62. <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/731/789>
- Asgar, M., Fazilah, A., Huda, N., y Bhat, R. (2010). *Alternativas de proteínas no cárnicas como carnes extensoras y análogas de carne*. <https://scihub.ren/https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x>
- ANUIES. (2020). *Frijol negro: un alimento accesible, nutritivo y antioxidante*. http://www.anui.es.mx/noticias_ies/frijol-negro-un-alimento-accesible-nutritivo-y-antioxidante
- Ávila, E. (2017). *Elaboración de hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha (Amaranthus caudatus) como extensor envasadas en empaques flexibles al vacío*. Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3441/Avila%20Espinoza_titulo%20alimentos_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bárceñas, G. (2021). *Elaboración de un embutido tipo Frankfurt mediante sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZABAY%20BARCENAS%20MARIA%20ELENA.pdf>

- Belitz, H.-D., Grosch, W., y Schieberle, P. (2009). *Food chemistry*. Berlín: Springer Verlag.
- Bridge, P., Canniatti-Brazaca, S., y Silva, M. (2014, 1 de julio). Nutritional characteristics of biofortified common beans. *Food Science and Technology*. <https://www.scielo.br/j/cta/a/wHrSjBSnppWnjK5Z9y6MKWD/?lang=en&format=pdf#:~:text=The%20average%20moisture%20content%20was,explain s%20their%20high%20moisture%20content>
- Bolaños, L. (2021). *Análogos cárnicos, proteína vegetal*. Presentado en Webinar: Análogos cárnicos con soya americana. [Análogos Cárnicos Final_opt.pdf](#)
- Bulgarelli, A., y León, N. (2013). *Química agroindustrial*. (1a. ed.) Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Canadian Harvest. (2015). *Ficha técnica fibra de avena 610*. [Oat Fiber 610.pdf](#)
- Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo. (2020). *Frijol negro, un alimento accesible, nutritivo y antioxidante*. <https://www.ciad.mx/notas/item/2447-frijol-negro-un-alimento-accesible-nutritivo-y-antioxidante><https://www.frijolesveracruz.com/frijol/informe-nutricional-del-frijol/>
- Cerin, C., Chaupis, P., Galván, K., Navarro, W. (2013), Evaluación del color y textura en carne de vacuno, pollo e hígado. <https://es.scribd.com/document/451915797/2-informe-color-y-textura-en-carne#>
- Celtech (2020). Aplicaciones alimentarias y preguntas frecuentes sobre la metilcelulosa modificada. <https://es.celotech.com/about-celotech/food-applications-and-the-frequently-asked-questions-about-modified-methylcellulose.html>
- Chamorro, F. (s.f.). Mioglobina factor principal del cual depende el color de la carne. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Mioglobina%20Factor%20Principal%20del%20cual%20Depende%20el%20Color%20de%20la%20Carne.pdf>
- Choi, Y. S., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Choi, J. H., Lee, M. A., Chung, H. J., y Kim, C. J. (2014). Physicochemical properties and sensory characteristics of reduced-fat frankfurters with pork back fat replaced by dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 96(2), 892–900. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.033>

- Del Cerro, G. (2017). Nuevos usos de las legumbres y su implicación en la salud. Tesis de grado Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/51620/2/GERMAN%20FRANCISCO%20DE%20CERRO%20VERGARA.pdf>
- Diez, A. (2021). Vegetarianismo y veganismo en el mercado español. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/51559/TFG-J-276.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Difel. (2021). *Fécula de papa nativo (patata) 100% mexicano*. [DIFEL-GMO Y ALERGENOS.pdf](#)
- Echeverri Palacio, L., Rincón Alcalá, S., López Vargas, J., y Restrepo, D. (2004). *Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa Parte i. Productos de picado grueso*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a07v57n1.pdf>
- EFSA. (2018). Reevaluación de las celulosas E 460(i), E 460(ii), E 461, E 462, E 463, E 464, E 465, E 466, E 468 y E 469 como aditivos alimentarios. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5047>
- Ekmeiro, J. (2021). *Vegetarianismo: una caracterización antropométrica, dietética y motivacional en adultos venezolanos*. <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/607>
- FAO. (2019). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/ca2902es/CA2902ES.pdf>
- FAO. (2018). Composición de la carne. FAO. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- Figueroa, J., Guzmán, H., Herrera, M. (2015). Atributo nutricional y nutraceutica de panqué y barritas a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biocencia*, 8(3), 9-14. <https://biocencia.unison.mx/index.php/biocencia/article/view/231/188>
- Fuentes, A., Vailati, P., Lazzatti, G. (2020). Vegetarianismo y veganismo: percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el Área Metropolitana de Buenos Aires. *RIVAR* (Santiago), 7(21), 124-135. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-49942020000300124&script=sci_arttext#B18
- García, E., y Fernández, I. (2012). *Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinaci%C3%B3n%20de%20proteinas.pdf>

- García, G. (2020). *La proteína de soya texturizada en productos cárnicos*. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/la-proteina-de-soya-texturizada-en-productos-carnicos/>
- García, V. (2020). *¿Son los embutidos un verdadero riesgo para la salud?* Universidad de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/02/26/son-los-embutidos-un-verdadero-riesgo-para-su-salud.html>
- Gaucín, D. (2016). *Producción y consumo de legumbres (I)*. El Economista. <https://www.economista.com.mx/opinion/Produccion-y-consumo-de-legumbres-I-20160615-0010.html>
- Gavino, G., Núñez, C. (2018). *Determinación del perfil de textura sensorial de dos muestras experimentales de hotdog de pollo (Gallus gallus) obtenidas por Ingeniería Kansei Tipo II*. [Dialnet-DeterminacionDelPerfilDeTexturaSensorialDeDosMuest-6490050 \(2\).pdf](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6490050)
- Genes, A. (2012). *Importancia de la fibra en la alimentación y recomendaciones nutricionales del consumo*. <https://revgastrohup.univalle.edu.co/a13v15n2s2/a13v15n2s2art3.pdf>
- Granito, M, Guinand, J, Delis, P, y Suhey, P. (2009). *Valor nutricional y propiedades funcionales de Phaseolus vulgaris procesada: un ingrediente potencial para alimentos*. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000100012#:~:text=Para%20las%20muestras%20crudas%20se,prote%C3%ADna%20de%2025%2C91%25
- Gómez, J., y Cofrades, S. (2019). *Tendencias en el desarrollo de análogos cárnicos sostenibles*. <https://www.interempresas.net/IndustriaCarnica/Articulos/232885-Tendencias-en-el-desarrollo-de-analogos-carnicos-sostenibles.html>
- González, N., Marqués, M., Nadal, M., y Domingo, J. (2020). *Consumo de carne: ¿cuáles son los riesgos globales actuales? Una revisión de evidencias recientes (2010-2020)*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996920303665?via%3Dihub>
- Guachamín, C. (2022). *Investigación de los aditivos en productos cárnicos elaborados y su influencia en la calidad e inocuidad alimentaria*. [Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/29488/1/UCE-FCQ-CQA-GUACHAMIN%20CARLA.pdf>

- Guadamuz, C. (2019). *Estudio de las principales propiedades físico-químicas y sensoriales que influyen sobre la calidad del grano cocido de diferentes variedades de arroz (Oryza sativa) utilizando un método de cocción determinado* [Tesis de Licenciatura].
https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86159/CITA_Tesis_GranoCocidoArroz.pdf?sequence=1
- Guelmes, E., y Nieto, L. (2015). *Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano*.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000100004
- Gutiérrez, T. (2017). *Ticos consumen más de dos kilos de carne de res*. La República.net. <https://www.larepublica.net/noticia/ticos-consumen-mas-de-dos-kilos-de-carne-de-res#:~:text=Los%20costarricenses%20consumen%20m%C3%A1s%20de,que%2086%25%20consum%C3%ADan%20este%20producto.>
- Hernández, C., y Joselito, J. (2016). *Sistema de costos de producción y su influencia en la determinación del costo y precio de las comidas de la empresa El Paisa E.I.R.L., distrito de Cusco, período agosto-octubre del 2016* [Tesis de Licenciatura].
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2349/1/RE_CONT_JEFFERSON.HERNANDEZ_SISTEMA.DE.COSTOS.DE.PRODUCCION.Y.SU.INFLUENCIA.EN.LA.DETERMINACION.DEL.COSTO_DATOS.pdf
- Hernández, J., Jiménez, M., y Ruiz, O. (2017). *Tecnología de frutas y hortalizas*.
https://www.academia.edu/34898239/Exposici%C3%B3n_Goma_Metilcelulosa_TECNOLOG%3%8DA_DE_FRUTAS_Y_HORTALIZAS_Alumnos_MARCO_L%3%93GICO_UNIVERSIDAD_AUTONOMA_DE_CHIAPAS_ES_CUELA_DE_CIENCIAS_Y_PROCESOS_AGROPECUARIOS_INDUSTRIALES_ISTMO_COSTA_CAMPUS_IX_ARRIAGA
- Hernández, B., Sáenz, C., Diñeiro, J. M., y Alberdi, C. (2019, abril). CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107889>
- Iribarren, G. (2018). Desarrollo de un extensor graso como alternativa para sustituir el tocino de cerdo en salames artesanales. Encuentro de Jóvenes Investigadores, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/bitstream/handle/11185/2250/RI12.pdf>
- Jeong, Y., y Han, Y. (2019). Effect on the emulsification stability and quality of emulsified sausages added with Wanggasi-Chunnyuncho (*Opuntia humifusa* f. *Jeollaensis*) fruit powders. *Food Science of Animal Resources*, 39(6), 953–965. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e85>

- Juárez, C. (2020). *Soya: Beneficios únicos*. <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/soya-beneficios-unicos/>
- Kenjekeeva, A. (2021). *Los frijoles ticos: más que un alimento nutritivo*. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2021/10/25/los-frijoles-ticos-mas-que-un-alimento-nutritivo.html>
- La Nación. (2017). *Un 21% de los hogares disminuyó el consumo de carne de res*. <https://www.nacion.com/economia/consumo/un-21-de-los-hogares-disminuyo-el-consumo-de-carne-de-res/MLJIITZHNC4JGMOWDBHCZQWNM/story/#:~:text=El%20informe%20de%20esa%20compa%C3%B1%C3%ADa,en%20un%20comunicado%20de%20prensa>
- Ledesma, P. (2009). ELABORACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN POLVO PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE UNA MEZCLA DE HIDROLIZADO DE SOYA Y ALMIDÓN DE MAÍZ. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1666/1/CD-2258.pdf>
- Lopes, C. (2021). *Tendencias en alternativas a la carne en Centro y Sudamérica*. Presentado en Webinar: Análogos cárnicos con soya americana. [nova ASA WISHH Meat Alternatives Trends in Central and South America.pdf](https://www.nova-asa.com/WISHH-Meat-Alternatives-Trends-in-Central-and-South-America.pdf)
- Mata, L. (2020). <https://investigaliacr.com/investigacion/la-tecnica-cualitativa-grupo-focal-o-grupo-discusion/>
- Martínez, A. (2020). *Uso de aislado de soya como sustituto de grasa en la elaboración de hamburguesas de carne de conejo* [Archivo PDF]. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3297/Proyecto%20de%20grado%20Andrea%20Mayerly%20Martinez%20Otalora%202020-convertido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martén, M. (2019). Definición de un modelo de negocio que reduzca el riesgo y aumente las posibilidades de éxito para la creación de una empresa que satisfaga la necesidad de los consumidores de productos alimenticios libres de ingredientes de origen animal. https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86164/CITA_Tesis_ModeloNegocio.pdf?sequence=1
- Meléndez et al. (2004). *Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides*. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003
- Mendoza, E. (2016). *Carne y los productos cárnicos del futuro*. <http://www.fns.org.mx/noticias/carne-y-los-productos-carnicos-del-futuro/>

- MEIC. (2008). *Reglamento técnico RTCR 411:2008 productos cárnicos embutidos: salchicha, salchichón, mortadela y chorizo. Especificaciones.* http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64990&nValor3=75733&strTipM=TC
- Mora, K. (2015). Consumidores deben conocer la importancia de textura de los alimentos. Hoy en el TEC. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2015/10/13/consumidores-deben-conocer-importancia-textura-alimentos#:~:text=%E2%80%9CComo%20indicador%20de%20calidad%20y,de%20empaquetado%20entre%20otros%20que>
- Morales, Z., Paolo, J., Pizarro, Z., Juvenal, W., Macías, V., Iván, V., Avalos, E. (2017). Los Aminoácidos en el cuerpo humano. RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento, 1(5), 379-391. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7116449>
- Muratore, D. (2017). *Proyecciones estadísticas mundiales. Hacia los años 2050 – 2100. Instituto Provincial de Estadística y Censos. Santa Fe, Argentina.* <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/242575/1278483/version/2/file/2017+noviembre+Proyecciones+estad%C3%ADsticas+mundiales+definitivo.pdf>
- Muñoz, M. (2022). Legumbres: situación mundial y nacional. Ministerio de Agricultura, Chile. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/71432/ArtLegumbres202201.pdf>
- Nielsen. (2022). Más allá de la precaución por el gasto: el futuro de las tendencias en las categorías de Gran Consumo. <https://nielseniq.com/global/es/insights/education/2022/mas-alla-de-la-precaucion-por-el-gasto-el-futuro-de-las-tendencias-en-las-categorias-de-gran-consumo/>
- Noguera, F., Gigante, S., Menoni, C., Aude, I., Montero, D. y Peña, N. (2018). *Principios de la preparación de alimentos.* <https://www.cse.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2018/12/Principios-de-la-preparacion-CC%81n-de-alimentos-Noguera-2018.pdf>
- OCDE/FAO. (2021). *OCDE-FAO Perspectivas agrícolas 2021-2030*, OECD. Capítulo 6. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6c9145fc-es/index.html?itemId=/content/component/6c9145fc-es>
- OMS. (2018). *Aditivos alimentarios.* <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

- ONU. (2006). La ganadería produce más gases contaminantes que el transporte. <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. 2022. Micronutrientes. <https://www.paho.org/es/temas/micronutrientes#:~:text=Los%20micronutrientes%2C%20generalmente%20derivados%20de,%2C%20hierro%2C%20yodo%20y%20zinc.>
- Ortiz, L. (2021). Aplicación de proteína de soya texturizada aplicada en cárnicos. *Revista CarneTec*, 4, 19. <http://library.carnetec.com/publication/?m=27477&i=730369&p=20&ver=html5>
- Orrego, D. (2020). Técnicas emergentes de extracción de β -caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7868821>
- Pacheco, W, Restrepo, D, y Sepúlveda, J. (2011). Revisión: uso de ingredientes no cárnicos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a23.pdf>
- Pérez, B. (2018). *Vegetariano, vegano, flexitariano los vegetales son tendencia en el desarrollo de nuevos productos.* <https://www.ainia.es/ainia-news/vegetales-tendencia-nuevos-productos/>
- Pérez, M. (2010). Los hidratos de carbono. *Vive sano* (3.862). http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_15abril10.pdf?pdf=vivesano-150410
- Pineda, G., y Rivera, E. (2016). *Determinación del análisis bromatológico proximal y mineral en pupusas a base de Zea Mays (maíz), comercializadas dentro y en los alrededores del campus central de la Universidad Salvador* [Tesis de Licenciatura]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12932/1/16103692.pdf>
- Procomer. (2019). Incrementa el desarrollo y consumo de productos plant-based. https://www.procomer.com/alertas_comerciales/incrementa-el-desarrollo-y-consumo-de-productos-plant-based/
- Procomer. (2021). *Lo que debes saber sobre la revolución Plant based.* https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/lo-que-debes-saber-sobre-la-revolucion-plant-based/
- Pons, B. (2017). Diseño de emulsiones con éteres de celulosa para reemplazar la grasa en alimentos: estabilidad, estructura y digestión in vitro. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/78622/PONS%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20emulsiones%20con%20%C3%A9teres%20de%20celulosa%20para%20reemplazar%20la%20grasa%20en%20alimentos%3a%20estabil....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Publitech. (2020) *Proteínas y estabilizantes confiables para carnes análogas*. <https://publitech.com/proteinas-y-estabilizantes-confiables-para-carnes-analogas-%ef%bf%bc/>
- Quirós-Blanco, A., Fallas, P., Acosta, O. (2022). Retos y oportunidades de los insectos comestibles como fuente de proteína sostenible en Costa Rica <https://cita.ucr.ac.cr/sites/default/files/2022-05/Congreso%20Insectos%202019.pdf>
- Quispe, R., y Valdivia, N. (2014). *Elaboración de análogo de chorizo a base de proteína texturizada de soya (glycine max l), con inclusión de aglutinantes como mejoradores de textura*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4199/IAqucari027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Raimondo, E. (2013). *Medallones proteicos a base de harina de soja de alto valor nutricional* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Cuyo]. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/16645/tesis-laura-piovillico-m.pdf
- Ramírez, A. (2009). *Estudio de las propiedades bioactivas de hongos comestibles para el diseño de productos cárnicos funcionales*. [22590 ramirez anguiano ana cristina.pdf](https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4199/IAqucari027.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramos de la Cruz, T. (2017). *Textura y tiempo de vida de barquillos para helados*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3023/J11-R3-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Real Academia Española [RAE]. (2022a). Veganismo. <https://dle.rae.es/veganismo>
- Real Academia Española [RAE]. (2022b). Vegetarianismo. <https://dle.rae.es/vegetarianismo?m=form>
- Real Academia Española [RAE]. (2023). Especies. <https://dle.rae.es/especia>
- Rettig, M, y Hen, A. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/4110>
- Reglamento Técnico Centroamericano. (2019). *Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad*. <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/wp-content/uploads/sites/7/2019/03/Anexo-RES-281-2012-RTCA-67016010-Etiquetado-nutricional-preenvasado-3-a%C3%B1os-edad.pdf>

- Reglamento Técnico Centroamericano. (2009, marzo). *Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos*. https://www.comex.go.cr/media/3480/279_anex-243-rtca-67-04-50-08-microbio-may-09.pdf
- Restrepo, M, Zabala, L, y Guiot, L. (2020). Aceite de coco: características nutricionales y posibles aportes a la salud humana. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2682/1/Aceite_coco_Caracteristicas_nutricionales_salud%20humana.pdf
- Revista Digital Alimentaria de la Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria*. (2021). En la era del veganismo, flexitarianismo, intolerancias y auge de productos a base de plantas, el consumo de sustitutos de lácteos es una tendencia que va en aumento. <http://alimentaria.cacia.org/digital/en-la-era-del-veganismo-flexitarianismo-intolerancias-y-auge-de-productos-a-base-de-plantas-el-consumo-de-sustitutos-de-lacteos-es-una-tendencia-que-va-en-aumento/>
- Rodas, F., y Pacheco, V. (2020). Grupos Focales: Marco de Referencia para su Implementación. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7878893.pdf>
- Romero, E., Zambrano, T., Pino, P., y Gaibor, F. (2021). *Potencialización nutricional del chorizo mediante la adición de proteína de soya (glycine max merril)*. <file:///C:/Users/Audio%20&%20Video/Downloads/Dialnet-LaActividadFisicoterapeuticaYSulInfluenciaEnEnferme-8094465.pdf>
- Roncero, I. (2015). *Propiedades nutricionales y saludables de los hongos*. Calahorra: Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja.
- Rosier, B., y Carbó, S. (2021). *El impacto ambiental de la carne es innegable*. The Conversation. <https://theconversation.com/el-impacto-ambiental-de-la-carne-es-innegable-131510#:~:text=Gases%20de%20efecto%20invernadero&text=La%20ganader%C3%ADa%20extensiva%20y%20ligada,negativas%20de%20di%C3%B3xido%20de%20carbono.&text=En%20general%2C%20los%20productos%20animales,efecto%20invernadero%20que%20los%20vegetales>.
- Rus. E. (2020). *Investigación exploratoria*. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-exploratoria.html>
- Sánchez, L. (2021). *El consumo de carne y una grave previsión para el año 2050*. <https://www.rcnradio.com/salud/el-consumo-de-carne-y-una-grave-prevision-para-el-ano-2050>
- Sceni, P., y Capello, M. (2017). *Lípidos*. Universidad Nacional de Quilmes. <http://www.alimentos.web.unq.edu.ar/wpcontent/uploads/sites/57/2016/03/04-L%C3%ADpidos-1.pdf>

- Siguas, B. M. (2014). *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, Definiciones y explicaciones*. Universidad Nacional de San Agustín. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sistema Costarricense de Información Jurídica [SCIJ]. (2023). *Reglamento sanitario y de inspección veterinaria de mataderos, producción y procesamiento de carnes*. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=46546&nValor3=49201&strTipM=TC#:~:text=Carne%3A%20Parte%20muscular%20comestible%20de,separados%20de%20C3%A9ste%20durante%20el
- Sola, D. (2018). Harina de soja (44-48% PB). https://www.3tres3.com/latam/articulos/harina-de-soja-44-48-pb_12159/
- Soto, J. (2020). *Comer carne contribuye a la deforestación del planeta*. Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4042/comer-carne-contribuye-a-la-deforestacion-del-planeta/>
- The Food Tech. (2022a). *Análogos a la carne requiere de la innovación tecnológica para satisfacer la demanda*. <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/analogos-a-la-carne-requiere-de-la-innovacion-tecnologica-para-satisfacer-demanda/>
- The Food Tech. (2022b). *Medición de color en alimentos para una mejor calidad, consistencia y apariencia*. <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/medicion-de-color-en-alimentos-para-una-mejor-calidad-consistencia-y-apariencia/>
- Torres, J., Acevedo, D., y González, K. (2015). *Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y queso*. <file:///C:/Users/Audio%20&%20Video/Downloads/2015Torresetal-TexturadeAlimentos.pdf>
- Unilever Food Solutions. (2022). *Dieta flexitariana*. <https://www.unileverfoodsolutions.com.mx/tendencias/tendenciacarta/tendenciasalimentarias/dietaflexitariana.html#:~:text=El%20consumo%20ocasional%20de%20alimentos,pescado%20y%20evitar%20la%20carne>.
- Valdiviezo, V. (2010). *Estudio del efecto de diferentes niveles de carragenato en la jugosidad de la hamburguesa de carne de res*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1683/1/84T00048.pdf>

- Vargas, R., y Víquez, V. (2022). *Evaluación de alternativas de aprovechamiento del estípite residual del hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en la elaboración de productos alimenticios* [Tesis de Licenciatura]. [Evaluación de alternativas de aprovechamiento del estípite residual del hongo ostra \(Pleurotus ostreatus\) en la elaboración de productos alimenticios. \(1\).pdf](#)
- Vásquez, E. (2017). Formulación de una torta tipo hamburguesa a base de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) y harina de coqueta roja (*Eisenia foetida*) y comparación con las concentraciones de proteína y hierro con la carne de vacuno [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8294/1/22Tg%28826%29Ali.pdf>
- Velázquez, A. (2023). *Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarla*. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Velázquez, M. (2011). Congelación de alimentos. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/479/61825s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vereeck, C. (2018). *Aceite de coco y salud*. <https://www.fen.org.es/blog/aceite-de-coco-y-salud/>
- Vilcanqui, P., y Vílchez, C. (2017). *Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud*. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-10/>
- Waizel-Bucay, J. Waizel-Haiat, S. (2016). Las especias o condimentos vegetales. ¿Sólo saborizantes o también remedios medicinales? *Anales de Otorrinolaringología Mexicana* 61(3), 208-230. <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaotomex/aom-2016/aom163f.pdf>
- Zelaya, J. (2018). *Desarrollo y caracterización fisicoquímica de una torta de cerdo*. [AGI-2018-T065. Textura-Color.pdf](#)

VII. APÉNDICES

Apéndice 1. Cálculos de la determinación de humedad en frijol negro cocido, realizados en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la UTN

HUMEDAD					
Repetición	Peso cápsula	Muestra inicial	Muestra final con cápsula	Muestra sin cápsula	Humedad
1	9,4782	5,3729	11,1087	1,6305	69,7
2	9,7473	5,3786	11,4454	1,6981	68,4
3	9,3042	5,1581	10,942	1,6378	68,2

$$\text{Humedad (\%)} \text{ en frijol negro cocido} = \frac{(M-m)}{M} \times 100$$

$$\text{Humedad (\%)} \text{ en frijol negro cocido} = \frac{(5,30-1,66)}{5,30} \times 100$$

Humedad (%) en el frijol negro cocido = 68,8 %

Fuente: Elaboración propia (2023).

Apéndice 2. Cálculos de la determinación de proteína en frijol negro cocido realizados en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la UTN

PROTEÍNA				
Repetición	Peso papel	Muestra inicial (g)	Titulación HCl	Proteína (%)
1	0,2712	1,0678	4,8	8,94
2	0,3441	1,0472	4,7	8,92
3	0,2945	1,0927	4,9	8,92

$$\text{Proteína (\%)} \text{ en frijol negro cocido} = \frac{(N \times V \times 14 \times 100 \times F)}{\text{mg muestra}}$$

$$\text{Proteína (\%)} \text{ en frijol negro cocido} = \frac{(0,2321 \text{ mol L} \times 4,8 \text{ mL} \times 14 \times 100 \times 6,25)}{1,0692}$$

Proteína (%) en frijol negro cocido = 8,93 %

Apéndice 3. Formulario de Google para encuesta preliminar

Encuesta para Trabajo Final de Graduación- UTN

La siguiente encuesta va dirigida a la población vegana y vegetariana del país y tiene el objetivo de estudiar la viabilidad técnica y comercial de un producto análogo congelado utilizando mezclas de proteínas vegetales.

Si usted es parte de dicha población agradecemos mucho su colaboración.

Edad *

- 18-33 años
- 34-48 años
- 49-63 años
- 64 años o más

Género *

- Hombre
- Mujer
- Otro

Provincia *

- San José
- Alajuela
- Heredia
- Cartago
- Puntarenas
- Guanacaste
- Limón

Se considera *

- Vegetariano
- Vegano
- Flexitariano

¿Por qué tomó esta decisión? (Puede seleccionar varias opciones) *

- Por salud
- Por respeto a los animales
- Religión
- Por el medio ambiente

¿Le resulta fácil conseguir en supermercados y/o restaurantes productos vegetarianos o veganos? *

- Si
- No
- A veces

¿Encuentra productos en el mercado y/o restaurantes que le agrade su sabor, apariencia y textura? *

- Si
- No
- A veces

¿Dónde consigue los productos veganos-vegetarianos que consume? (Puede seleccionar varias opciones) *

- Supermercados
- Restaurantes
- Tiendas online
- Los prepara en casa
- Otro

¿Consume champiñones, hongos o setas regularmente? *

- Si
- No
- A veces

¿Cuántas veces a la semana consume legumbres? *

- 1 vez a la semana
- 2 veces a la semana
- 3 veces a la semana
- 4 o más veces a la semana

¿Consume regularmente productos congelados veganos-vegetarianos? *

- Si
- No
- A veces

¿Estaría dispuest@ a consumir un producto vegano procesado y congelado a base de hongo ostra, frijoles y soya? *

- Si
- No
- Tal vez

¿Cuáles aspectos influyen en su intención de compra de un producto vegano-vegetariano? *
(Puede seleccionar varias opciones)

- Sabor
- Textura
- Contenido de proteína
- Precio
- Otro

Apéndice 4. Datos y cálculo de rendimiento del día 2 para la torta análoga, torta cárnica y torta vegana de referencia.

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{(\text{masa final de la torta después de la cocción (g)})}{(\text{masa inicial de la torta antes de la cocción (g)})} \times 100$$

Lote	Muestra	Masa inicial g	Masa final g	Rendimiento %	Rendimiento promedio por muestra %	Rendimiento promedio por día de almacenamiento %
1	Torta 1-1	74,17	59,17	79,78%	80,64%	
	Torta 1-2	74,10	56,86	76,73%		
	Torta 1-3	74,31	63,47	85,41%		
2	Torta 2-1	74,91	63,25	84,43%	79,81%	80,39%
	Torta 2-2	75,46	59,93	79,42%		
	Torta 2-3	74,37	56,20	75,57%		
3	Torta 3-1	74,24	63,25	85,20%	80,72%	
	Torta 3-2	73,25	59,29	80,94%		
	Torta 3-3	76,24	57,97	76,04%		
NA	Referencia cárnica	74,80	67,73	90,55%	90,55%	90,55%
NA	Referencia vegana	116,22	98,14	84,00%	84,00%	84,00%

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Apéndice 5. Resultados bromatológicos de la torta análoga de carne,
realizados en el CITA de la Universidad de Costa Rica**

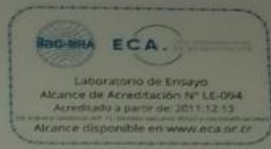
# Muestra:		SAQ-6606-1
Descripción:		
Torta preformada de hongos y vegetales Lote: 1		
Análisis	Resultado	Método Empleado
Humedad	(61,7 ± 5,9) g/100 g	964.22 AOAC, P-SA-MQ-002*
Grasa cruda	(14,49 ± 0,62) g/100 g	945.39D AOAC, P-SA-MQ-005*
Proteína (Nx6,25)	(10,68 ± 0,14) g/100 g	920.152 AOAC modificado, P-SA-MQ-003*
Ceniza	(2,211 ± 0,080) g/100 g	925.51 AOAC, P-SA-MQ-004*
Carbohidratos totales	(10,9 ± 1,2) g/100 g	Por diferencia 100-(%Humedad + %Ceniza + %Proteína + %Grasa)
Fibra dietética	(5,50 ± 0,28) g/100 g	985.29 AOAC, P-SA-MQ-007*
Carbohidratos disponibles	(5,42 ± 0,66) g/100 g	%Carbohidratos totales - %Fibra dietética
Sodio	(0,695 ± 0,092) g/100 g	985.35 AOAC, P-SA-MQ-035
Valor energético total	816 (195) kJ/100 g (kcal/100 g)	kcal/100 g · 4,189 (4 · %Carbohidratos disponibles + 4 · %Proteína + 9 · %Grasa)
Valor energético por grasa	546 (130) kJ/100 g (kcal/100 g)	kcal/100 g · 4,189 (9 · %Grasa)
# Muestra:		SAQ-6606-2
Descripción:		
Torta preformada de hongos y vegetales Lote: 2		
Análisis	Resultado	Método Empleado
Humedad	(61,3 ± 5,8) g/100 g	964.22 AOAC, P-SA-MQ-002*
Grasa cruda	(14,97 ± 0,64) g/100 g	945.39D AOAC, P-SA-MQ-005*
Proteína (Nx6,25)	(10,73 ± 0,14) g/100 g	920.152 AOAC modificado, P-SA-MQ-003*
Ceniza	(2,233 ± 0,081) g/100 g	925.51 AOAC, P-SA-MQ-004*
Carbohidratos totales	(10,8 ± 1,2) g/100 g	Por diferencia 100-(%Humedad + %Ceniza + %Proteína + %Grasa)
Fibra dietética	(6,62 ± 0,34) g/100 g	985.29 AOAC, P-SA-MQ-007*
Carbohidratos disponibles	(4,15 ± 0,51) g/100 g	%Carbohidratos totales - %Fibra dietética
Sodio	(0,680 ± 0,090) g/100 g	985.35 AOAC, P-SA-MQ-035
Valor energético total	814 (194) kJ/100 g (kcal/100 g)	kcal/100 g · 4,189 (4 · %Carbohidratos disponibles + 4 · %Proteína + 9 · %Grasa)
Valor energético por grasa	564 (135) kJ/100 g (kcal/100 g)	kcal/100 g · 4,189 (9 · %Grasa)

Fuente: Elaboración propia (2023).

Apéndice 6. Análisis microbiológicos aplicados a la torta análoga de carne



INFORME DE RESULTADOS
 FLB PG - 001.02
 Fecha de Emisión: 27/09/2017
 Versión: 003
 Páginas: 1 de 1



EMPRESA:	Embutidos la Familia S.A	TELÉFONO:	2441-4877
DIRECCIÓN:	Villa Bonita, Alajuela	PÁGINA:	1 de 1
INFORME N°:	1544-23	FECHA DE RECEPCIÓN:	15/03/2023
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	Interesado	FECHA DE MUESTREO:	15/03/2023
FECHA DE ANÁLISIS:	15/03/2023	FECHA DE REPORTE:	21/03/2023

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA Y RESULTADO

Tipo de análisis	M1 Torta de Carne Analoga Lote: 221209	M2 Torta de Carne Analoga Lote: 221209	M3 Torta de Carne Analoga Lote: 221209
<i>Escherichia coli</i> *	< 10 UFC / g	< 10 UFC / g	< 10 UFC / g
<i>Staphylococcus aureus</i> *	< 10 UFC / g	< 10 UFC / g	< 10 UFC / g

* Ensayos Acreditados ** Ensayos No Acreditados Ver alcance en www.eca.or.cr

SIMBOLOGÍA: **UFC:** Unidad Formadora de Colonias, **NMP:** Número Más Probable, **s:** superficie, **g:** gramos

METODOLOGÍA: Bacteriological Analytical Manual, FDA, on line

El cálculo de las incertidumbres para ensayos cuantitativos están disponibles en el laboratorio cuando el cliente lo solicite.

Los resultados de este informe no se pueden reproducir si no es totalmente, sin la aprobación de Laboratorio Bacteriológico Biotec S.A. y corresponden única y exclusivamente a la muestra analizada.

Observaciones: El cliente proporciona la información relacionada con el muestreo y lo referente a la muestra por lo que Laboratorio Bacteriológico Biotec S.A se libera de responsabilidad si esos datos suministrados afectan la validez de los resultados

GIOVANNI SOTO ARTAVIA (FIRMA)

Firmado digitalmente por GIOVANNI SOTO ARTAVIA (FIRMA) Fecha: 2023.03.21 15:20:11 -06'00'

Dr. Giovanni Soto Artavia
Regente M.Q.C. -1112

Teléfono: (506) 2440-7686 / 8922-0580 / 8922-0655 E-mail: reportes@laboratoriototec.com www.laboratoriototec.com
 Cédula Jurídica N°: 3-101-317177 Req. CNQC- N° A 49 Dirección: 150 m Sur del Parque Juan Santamaria Alajuela, Costa Rica

Nota: Informe de resultados de BIOTEC (2023).

Apéndice 7. Análisis de costos torta análoga de carne

Materias primas		Costo Unitario		Total
Estípite de hongo	₡	2 500	₡	25 000
Frijol cocinado	₡	1 600	₡	16 000
Texturizada de soya	₡	3 300	₡	37 620
Agua	₡	150	₡	6 000
Arveja	₡	1 200	₡	3 600
Zanahoria	₡	800	₡	2 400
Pack de Sales	₡	14 600	₡	52 560
Metil Celulosa	₡	15 600	₡	31 200
Aislado de proteína de soya	₡	2 760	₡	5 520
Aceite de coco	₡	12 000	₡	48 000
Aceite de girasol	₡	4 100	₡	45 100
Costo de materia prima por kilo			₡	2 730
Material de empaque				
Caja de cartón	₡	200	₡	43 200
Papel	₡	25	₡	16 200
Total de material de empaque por kilo			₡	594
Carga fabril	₡	450	₡	45 000
Masa total	₡	100	₡	380 724
Merma	₡	3	₡	-
Total	₡	3 925	₡	380 724
Costo primo por kilo			₡	3 475
Costo total por kilo			₡	3 788
Gastos de distribución		30%	₡	1 136
Margen de utilidad sobre el costo		80%	₡	3 030
Precio de venta por kilo al supermercado			₡	7 955
Precio de venta por kilo al consumidor		50%	₡	11 932
Precio de venta por unidad (450 g)			₡	5 369
Costo por gramo			₡	12

Fuente: Elaboración propia (2023).

IX. ANEXOS

Anexo 1. Evidencia fotográfica de actividades realizadas



Fuente: Elaboración propia (2023).

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

Heredia, 24 de mayo del 2023

Señores
Área de Tecnología
Carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos
Universidad Técnica Nacional
Sede de Atenas

Estimados señores:

Leí y corregí el Trabajo Final de Graduación, denominado **Estudio de la viabilidad técnica y comercial de un producto análogo congelado de carne, utilizando mezclas de proteínas vegetales (frijol negro, estípote de hongo ostra, soya) como alternativa a preformados cárnicos tradicionales**, elaborado por las estudiantes María Valentina Quirós Vargas, cédula de identidad 2-0787-0687, y Glenda Viquez Aguilar, cédula de identidad 2-0768-0856, para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.

Corregí el trabajo en aspectos, tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación; por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la universidad.

Se suscribe de ustedes cordialmente,



Firma: _____

(Nombre Completo): Zayda Ureña Araya

Número de Carné del Colegio Profesional: 0163840

Teléfono: 87526130

Email: zaylaud1717@gmail.com

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES DE
GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL
(Trabajo colectivo)**

Ciudad, Atajuela, Atenas

Fecha. 29 de mayo del 2023

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de sustentantes	Número de identificación
<u>Glenda Marra Urquez Aguilar</u>	<u>207680856</u>
<u>Maria Valentina Quiros Vargas</u>	<u>207870687</u>

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:
Estudio de la usabilidad técnica y comercial de un producto análogo
congelado de carne, utilizando mezclas de proteínas vegetales (frijol negro,
estipite de hongo ostra, soya) como alternativa a preformados cárnicos tradicionales.
El cual se presenta bajo la modalidad de:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación


Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 29-05-2023, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos	
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	✓
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	✓
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN con una cantidad de 200 a 500 palabras	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Glenda Viquez Aguilar	207680856	
Valentina Quiros Vargas	207870687	Valentina Q

Día: 29-05-2023