

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**“Efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote (*Ipomoea batatas*
L.) sobre los parámetros de calidad de una mortadela tipo bolonia”**

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Autor (a): Cynthia Ivonne Oña Malataxi

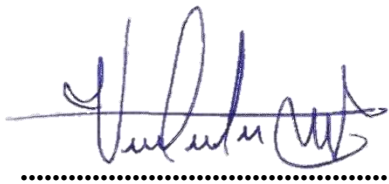
Tutor (a): MSc. Vanessa Elizabeth Cadena Mafla

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la maestrante Oña Malataxi Cynthia Ivonne con el número de cédula 1723150957 ha elaborado el trabajo de titulación: “Efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote (*Ipomoea batatas* L.) sobre los parámetros de calidad de una mortadela tipo bolonia”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en el Reglamento de la Unidad de Titulación de Postgrado con RESOLUCIÓN N° 150-CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.



.....
Cadena Mafla Vanessa Elizabeth, MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magíster en Ciencia y tecnología de alimentos.

Yo, Oña Malataxi Cynthia Ivonne con cédula de identidad número 1723150957 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cynthia Oña', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

.....
Oña Malataxi Cynthia Ivonne

AUTORA

Tulcán, marzo de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Oña Malataxi Cynthia Ivonne declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote (*Ipomoea batatas* L.) sobre los parámetros de calidad de una mortadela tipo bolonia” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cynthia Oña', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

.....
Oña Malataxi Cynthia Ivonne

AUTORA

Tulcán, marzo de 2025

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a DIOS por permitirme la existencia para culminar una etapa más en mi vida y tener lo más valioso que son mis padres a mi lado.

A mis padres, BELISARIO y MARÍA por darme la vida, guiarme, tenerme siempre en sus oraciones, darme consejos y amor incondicional durante todo este año, sin ustedes no hubiera sido posible lograrlo.

A mis abuelitos y mi primo que me bendicen desde el cielo, y me motivan a continuar cada día para cumplir todas mis metas y no rendirme en el proceso.

A mi JOHNCITO por su importante aporte en la elección del tema de investigación, gracias por acompañarme en este largo camino y motivarme siempre.

A mi amiga Gina, por compartir conmigo un largo año de amistad, aprendizaje y aventuras.

A la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI, por admitirme en el programa de maestría y fortalecer mi carrera profesional en el área de alimentos.

A mi directora de tesis M.Sc. VANESSA CADENA, por su apoyo, orientación y conocimiento desde el inicio en este trabajo, gracias por sus valiosas sugerencias y tiempo dedicado.

A todos los docentes y compañeros de maestría que compartieron conmigo este proceso de aprendizaje y crecimiento profesional.

Ing. Cynthia Oña Malataxi

DEDICATORIA

Este trabajo lo culminé gracias a mis padres porque ellos siempre me brindaron su apoyo para salir adelante, por su esfuerzo y amor incondicional he logrado cumplir esta meta, por estos motivos este trabajo se los dedico a ellos.

Ing. Cynthia Oña Malataxi

ÍNDICE

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Preguntas de Investigación	17
1.3. Objetivos de investigación	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. Justificación.....	18
CAPÍTULO II.....	20
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.2. Marco teórico.....	23
2.2.1. Procesamiento de productos cárnicos emulsionados.....	23
2.2.2. Elementos que interfieren en la consistencia de las emulsiones cárnicas	24
2.2.3. Disminución de grasa en emulsiones cárnicas	25
2.2.4. Modificación de la textura en embutidos bajos en grasa.....	26
2.2.5. Sustitutos de grasa	27
2.2.6. Composición química y propiedades funcionales del almidón	29
2.2.7. Almidón como sustituto de grasa	31
2.2.8. Fuentes alternativas de obtención y proceso de extracción del almidón.....	33
2.2.9. Agroindustrialización del camote	34
2.3. Marco Legal.....	37
CAPÍTULO III.....	39
METODOLOGÍA.....	39
3.1. Descripción del área de estudio	39
3.2. Enfoque y tipo de investigación	39
3.2.1. Enfoque.....	39

3.2.2. Tipo de Investigación	39
3.3. Definición y operacionalización de variables.....	40
3.4. Procedimientos	43
3.4.1. Fase 1. Determinación del porcentaje de amilosa y análisis funcional del almidón extraído de camote.....	43
3.4.2. Fase 2. Aceptabilidad sensorial de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote	45
3.4.3. Fase 3. Determinación de parámetros fisicoquímicos de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote	48
3.4.4. Fase 4. Medición instrumental de textura de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote	51
3.4.5. Análisis estadístico	51
3.5. Consideraciones bioéticas	52
CAPÍTULO IV	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1. Fase 1. Determinación de contenido de amilosa y análisis funcional del almidón extraído de camote.....	53
4.1.1. Índice de absorción de agua.....	54
4.1.2. Índice de solubilidad en agua	55
4.1.3. Poder de hinchamiento	56
4.2. Fase 2. Aceptabilidad sensorial de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote	57
4.3. Fase 3. Determinación de parámetros fisicoquímicos de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote	61
4.3.1. pH	62
4.3.2. Humedad.....	63
4.3.3. Cenizas	65
4.3.4. Proteína.....	66
4.3.5. Grasa.....	67
4.4. Fase 4. Medición instrumental de textura de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote	68
4.4.1. Dureza.....	70

4.4.2. Elasticidad	71
4.4.3. Resiliencia	73
4.4.4. Cohesividad	74
4.4.5. Masticabilidad	75
4.4.6. Trabajo de corte	77
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1. Conclusiones.....	80
5.2. Recomendaciones	81
VI. REFERENCIAS	82
VII. ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de variedades de camote en Ecuador	35
Tabla 2. Composición proximal de variedades de camote	35
Tabla 3. Composición química de variedades de camote.....	36
Tabla 4. Operacionalización de variables de estudio.....	41
Tabla 5. Componentes para formular una mortadela tipo bolonia	46
Tabla 6. Parámetros microbiológicos para mortadela	47
Tabla 7. Valoración hedónica de siete puntos.	47
Tabla 8. Resultados del análisis de amilosa del almidón de camote	53
Tabla 9. P valor de la normalidad y homocedasticidad de las variables del análisis funcional del almidón de camote.....	54
Tabla 10. Propiedades funcionales del almidón de camote.....	54
Tabla 11. Resultados de la evaluación sensorial	58
Tabla 12. Valoración hedónica expresada en porcentaje.....	59
Tabla 13. Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro sabor mediante la prueba Dunn-Bonferroni.....	60
Tabla 14. Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro textura mediante la prueba Dunn-Bonferroni.....	61
Tabla 15. P valor de la normalidad y homocedasticidad de las variables del análisis fisicoquímico	61
Tabla 16. Análisis fisicoquímico de la mortadela tipo bolonia con sustitución de grasa por almidón de camote.	62
Tabla 17. Análisis de pH de la mortadela tipo bolonia	63
Tabla 18. Análisis del porcentaje de humedad de la mortadela tipo bolonia	64
Tabla 19. Análisis del porcentaje de cenizas de la mortadela tipo bolonia	65
Tabla 20. Análisis del porcentaje de proteína de la mortadela tipo bolonia.....	66
Tabla 21. Análisis del porcentaje de grasa en la mortadela tipo bolonia	67
Tabla 22. P valor de la normalidad y homocedasticidad de los parámetros del perfil de textura	69
Tabla 23. Análisis instrumental de textura de la mortadela tipo bolonia	69
Tabla 24. Análisis de dureza instrumental de la mortadela tipo bolonia.....	70
Tabla 25. Análisis de elasticidad instrumental de la mortadela tipo bolonia	72
Tabla 26. Análisis de resiliencia instrumental de la mortadela tipo bolonia	73
Tabla 27. Análisis de cohesividad instrumental de la mortadela tipo bolonia	75

Tabla 28. Análisis de masticabilidad instrumental de la mortadela tipo bolonia.....	76
Tabla 29. Análisis de trabajo de corte instrumental de la mortadela tipo bolonia	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resultados de la relación fuerza contra tiempo y distancia para determinar la textura	27
Figura 2. Organización química de amilosa y amilopectina	30
Figura 3. Funcionalidad de los sustitutos de grasa a base de almidón	32
Figura 4. Valoración de las propiedades funcionales del almidón en función de la temperatura	55
Figura 5. Evolución del contenido de humedad de la mortadela tipo bolonia	65
Figura 6. Disminución del porcentaje de grasa de la mortadela tipo bolonia	68
Figura 7. Variación en los valores de dureza de la mortadela tipo bolonia.....	71
Figura 8. Variación en los valores de elasticidad de la mortadela tipo bolonia.	72
Figura 9. Variación en los valores de resiliencia de la mortadela tipo bolonia.....	74
Figura 10. Variación en los valores de masticabilidad de la mortadela tipo bolonia....	77
Figura 11. Variación en los valores del trabajo de corte de la mortadela tipo bolonia.	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Aval de Abstract del TDT por el CIDEN	94
Anexo B. Normativa técnica referencial	96
Anexo C. Resultado de contenido de amilosa en la muestra de almidón de camote	98
Anexo D. Informe microbiológico de la mortadela tipo bolonia	99
Anexo E. Informe analítico de proteína y grasa de la mortadela tipo bolonia.....	102
Anexo F. Informe analítico del perfil de textura de la mortadela tipo bolonia.....	105
Anexo G. Proceso de extracción del almidón de camote.....	109
Anexo H. Evaluación de las propiedades funcionales del almidón	111
Anexo I. Elaboración de mortadela con sustitución de grasa por almidón de camote.	112
Anexo J. Ficha de catación para evaluación sensorial	113
Anexo K. Proceso del análisis sensorial de las muestras	114
Anexo L. Determinación de los parámetros fisicoquímicos de la mortadela tipo bolonia	115

RESUMEN

Los embutidos poseen alto contenido de grasa, la cual se asocia con trastornos en la salud, por este motivo, es prioridad el desarrollo de productos bajos en grasa utilizando fuentes alternativas de ingredientes. Con la finalidad de elaborar una mortadela tipo bolonia con el reemplazo de grasa por la adición de almidón de camote, se realizó la extracción y análisis funcional del almidón. Posteriormente, se desarrollaron cinco tratamientos incluido el testigo con cuatro niveles de sustitución 10%, 20%, 30% y 40%. El experimento se dispuso bajo un diseño totalmente aleatorizado y se evaluaron por triplicado los parámetros fisicoquímicos y de textura. Los atributos sensoriales se evaluaron mediante una valoración hedónica de siete puntos por un panel sensorial de catadores no entrenados. Se obtuvo un rendimiento de extracción de almidón de 4,22%, con un contenido de amilosa de 38,90%. Cuando la temperatura llegó a los 90°C en el almidón, se alcanzaron los mayores valores del índice de absorción con 14,25 g gel/g almidón, la solubilidad con 13,05 g soluble/g almidón y poder de hinchamiento con 15,91 g gel/ g almidón. El remplazo de grasa por almidón de camote no alteró los valores de pH, proteína y cenizas, pero incrementó la humedad y disminuyó el porcentaje de grasa de la mortadela. Además, la disminución del porcentaje de grasa tuvo un efecto directo en la textura de la mortadela porque hubo una disminución de los valores de dureza, elasticidad, resiliencia, masticabilidad y trabajo de corte. La aceptabilidad sensorial de la mortadela mejoró cuando se sustituyó el 10% de grasa por almidón, pero cuando el porcentaje de sustitución aumentó, afectó negativamente el sabor y la textura de la mortadela.

Palabras clave: Mortadela, camote, almidón, calidad, sustitución parcial.

ABSTRACT

Sausages have a high-fat content, which is associated with health disorders. For this reason, the development of low-fat products using alternative ingredients is a priority. The research is experimental and quantitative in nature. In order to prepare a bologna-type mortadella with the replacement of fat by adding sweet potato starch, the extraction and functional analysis of the starch was carried out. Five treatments were developed, including the control with four levels of substitution: 10%, 20%, 30%, and 40%. The experiment was arranged under a completely randomized design, and the physicochemical and texture parameters were evaluated using triplicate. Sensory attributes were evaluated using a seven-point hedonic assessment by a sensory panel of untrained tasters. A starch extraction yield of 4.22% was obtained, with an amylose content of 38.90%. When the temperature reached 90°C in the starch, the highest values were reached for the absorption index with 14.25 g gel/g starch, solubility with 13.05 g soluble/g starch, and swelling power with 15.91 g gel/g starch. Replacing fat with sweet potato starch did not alter the pH, protein, and ash values, but it increased the moisture and decreased the fat percentage of the mortadella. Furthermore, the decrease in fat percentage had a direct effect on the texture of mortadella because there was a decrease in the values of hardness, elasticity, resilience, chewiness, and cutting work. The sensory acceptability of mortadella improved when 10% of fat was replaced by starch, but when the replacement percentage increased, it negatively affected the flavor and texture of mortadella.

Key words: Mortadella, sweet potato, starch, quality, partial substitution.

CAPÍTULO I.

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los derivados cárnicos son alimentos muy populares y ampliamente aceptados por los consumidores (López *et al.*, 2021). Sin embargo, el cambio en los hábitos alimenticios y percepción de la salud hace que el consumo de productos embutidos se relacione con algunas consecuencias negativas por su alto contenido en ácidos grasos dentro de la formulación, los cuales se distinguen como perjudiciales para la salud ya que se asocian con problemas de obesidad, diabetes y cardiopatías, muy comunes en la sociedad actual (Ruíz Y Herrero 2021). En Ecuador, los problemas de obesidad afectan a casi el 50% de adultos y fueron reportados también en más del 20% de infantes menores de 12 años (Sinchiguano *et al.*, 2022).

Por lo anterior, la industria cárnica busca estrategias para reducir o eliminar los componentes no saludables, sin embargo, la reducción del porcentaje de grasa puede ocasionar el deterioro de una o más propiedades tecnológicas y sensoriales de embutidos cárnicos como la textura, estabilidad y sabor de los alimentos (Ruíz, 2012). La grasa tiene propiedades funcionales deseables debido a su alto punto de fusión, es esencial para producir emulsiones y geles estables y contribuye a mejorar la capacidad de retención de agua, particularmente en productos cárnicos emulsionados. Por lo cual es necesario que los sustitutos de la grasa tengan la capacidad de mantener las características del producto y cumplir con las funciones tecnológicas de la grasa, sin aportar sabores ni texturas extrañas (Pietrasik Y Soladoye 2021).

Entre los sucedáneos de grasa tenemos a las proteínas no cárnicas provenientes de la soya, suero de leche, gluten, albúmina, entre otros (Kumar, 2019). Por otro lado, los formulados cárnicos bajos en grasa también son elaborados partir de carbohidratos como fibras dietéticas, las gomas y los almidones, siendo estos últimos una opción muy útil, porque tienen funciones como espesantes y emulsificantes (Yang *et al.*, 2022).

Aunque las principales alternativas para la obtención de almidón se encuentra el maíz, la papa y la yuca, las raíces tuberosas como el camote también son una fuente importante de almidón, ya que representa cerca del 50 al 80% dentro composición química (Ren *et al.*, 2022). En Ecuador el camote es uno de los tubérculos comestibles más antiguos, pero con poco aprovechamiento y su producción se reúne en las áreas rurales para el

autoconsumo dentro del hogar de familias campesinas (Cobeña *et al.*, 2017). Aunque la industrialización del camote se incrementó en las últimas décadas en la producción de chips fritos para su consumo como snacks, aún no se ha explorado su aplicación en forma de almidón en la fabricación de embutidos en la industria cárnica (Vargas Y Hernández 2013).

1.2. Preguntas de Investigación

¿Cuáles son las propiedades funcionales y el porcentaje de amilosa del almidón obtenido del camote?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas y sensoriales de la mortadela tipo bolonia formulada con almidón como sucedáneo de la grasa?

¿Cuál es la textura medida instrumentalmente de una mortadela tipo bolonia formulada con almidón como sucedáneo de la grasa?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote (*Ipomoea batatas*) sobre los parámetros fisicoquímicos, sensoriales y de textura en una mortadela tipo bolonia.

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar las propiedades funcionales y el contenido de amilosa del almidón extraído de camote.

Analizar el efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote en los parámetros fisicoquímicos, la aceptación sensorial y la textura instrumental en una mortadela tipo bolonia.

1.4. Justificación

El mercado ecuatoriano ofertante de productos cárnicos lo constituyen cerca de 300 fábricas, siendo legítimamente constituidas solo 30 (Méndez, 2015). En la última década, el negocio del embutido ecuatoriano experimentó un crecimiento consolidándose como un rubro clave en la economía del país, con una producción que superó los 2 700 millones de dólares anuales para el 2020 y contribuyendo con más de 28 000 empleos directos (Ortiz, 2024).

Los embutidos son demandados por el 99% de las familias ecuatorianas, con un consumo promedio de 4,1 kg por persona en el 2018, para el cierre del año 2023 hubo un tendencia creciente del 2% de compradores respecto al 2022. La mortadela es uno de los productos cárnicos cocidos más consumidos, junto con las salchichas constituyen el 75% del total de la producción nacional demandada por los consumidores. (Ortiz, 2024; Méndez, 2015).

Las raíces y tubérculos contribuyen entre el 75% y el 80% de la ingesta calórica total, su principal aplicación es como materia prima en la elaboración de fideos, productos de panadería, confitería, bocadillos, entre otros productos (Moposita *et al.*, 2024). El camote es el séptimo cultivo más importante del mundo, principalmente en las zonas tropicales y subtropicales (Shubhendu *et al.*, 2015). En Ecuador, es cultivado principalmente por pequeños agricultores. La producción se distribuye en un 42% en la Sierra, un 47% en la Costa y un 11% en la Amazonía. Las provincias de Santa Elena, Guayas y Manabí son las principales productoras de esta raíz tuberosa (Moposita *et al.*, 2024). Se adapta a todas las condiciones edafoclimáticas, no es exigente de recursos hídricos y no es demandante de insumos químicos para su producción por lo que es amigable con el ambiente comparado con otros cultivos como la papa (Cobeña *et al.*, 2017).

La obtención de almidón a partir del camote proporciona valiosos atributos funcionales como espesamiento, gelificación y retención de agua durante su incorporación en varias matrices alimenticias como embutidos, salsas, etc., para modificar la textura, incrementar los rendimientos durante la cocción y mantener la estabilidad a lo largo de su procesamiento y almacenamiento (Dos Santos *et al.*, 2021). Los almidones son la opción más viable para reemplazar a la grasa en emulsiones cárnicas, porque permiten la retener agua y formar un gel que imita las características de los productos cárnicos altos en grasa (Ruiz, 2012).

Con la finalidad apoyar a los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), el objetivo 1 que es eliminar la pobreza extrema y el objetivo 2 proporcionar la seguridad alimentaria, el generar un valor a nivel agroindustrial a un cultivo poco explorado como el camote, va a incrementar su demanda por lo cual la producción de los pequeños productores ya no solo sería para autoconsumo familiar sino generaría un ingreso y empleos en las comunidades. De esta manera, se fomenta cambios y diversificación en el proceso productivo, generando alimentos bajos en grasa, para una población con creciente demanda por alimentos más saludables. Además del desarrollo de tecnologías y consumo sostenible de los recursos agropecuarios de las comunidades, evitando la pérdida de alimentos y disminución de desechos (Gómez, 2018).

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

El interés en hallar nuevas alternativas de almidón con propiedades nuevas y únicas está creciendo y la posible aplicación del almidón de camote representa un acierto importante en las industrias alimentarias. Wang *et al.* (2020) evaluaron ocho tipos de almidones provenientes de cultivares de camote chino en términos fisicoquímicos. Los resultados sugirieron que existe un efecto directo de la estructura molecular en las características fisicoquímicas del almidón de camote. La capacidad de hinchamiento y la solubilidad de los almidones oscilaron entre 20,14 y 30,51 g/g y entre 5,28 % y 11,71 % a 95 °C, respectivamente. Para las propiedades de pasta, todos los tratamientos presentaron picos de viscosidad (>5500 Cp.) y temperatura pico (>78 °C) altos, lo que indica que el almidón de camote se puede utilizar como espesante. Las ocho variedades de camote mostraron ser viables para su uso en la industria alimentaria.

Generalmente los postres helados, se formulan a partir de siete ingredientes principales: sólidos lácteos, grasa, edulcorantes, estabilizantes, emulsionantes, agua y saborizantes. En donde, la eliminación de un ingrediente puede afectar no sólo su estructura física sino también las características sensoriales que lo hacen aceptable a los consumidores. Kale *et al.* (2020), utilizaron el almidón de camote modificado con enzimas en la formulación de helados bajos en grasa. Las diferentes formulaciones se hicieron para estandarizar el nivel de almidón de camote modificado con enzimas que se mezcla con khoa (preparación láctea condensada), según la siguiente relación (almidón: mezcla con khoa), 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 y 40:60 respectivamente para reemplazar la grasa. Los resultados mostraron que el valor de overrun estuvo entre un rango de 48,41 a 55,32% y la cantidad de sólidos totales estuvo entre 34,50 y 37,31%. Para la viscosidad aparente de la mezcla para helado estuvo en el intervalo de 129,87 a 147,17 Cp. Además, en las propiedades químicas de la mezcla de helado, hubo una disminución notable en el contenido de grasa del 9,85 al 5,79 por ciento con un mayor nivel de almidón modificado con enzimas. Finalmente concluyeron que utilizar hasta un 20% de almidón de camote modificado con enzimas en la formulación de helados bajos en calorías si funciona para reducir el porcentaje de grasa, porque con este porcentaje se obtuvo la puntuación sensorial más alta, es decir, 8,5.

En los productos como el yogur, la grasa de la leche desempeña un papel importante en la textura, el sabor y color del producto final. Por lo tanto, la reducción de la grasa también reducirá el contenido total de sólidos, lo que dará lugar a un cuerpo débil, una textura deficiente y una mayor separación del suero. Saleh *et al.* (2020), exploraron la influencia que tienen los almidones de maíz, camote, papa, frijoles turcos y garbanzos en los parámetros fisicoquímicos, reológicos y sensoriales del yogur desnatado durante y después del almacenamiento. Los resultados indicaron que al agregar un 1% de almidón se redujo significativamente la sinéresis y la firmeza del yogur mejoró. Los almidones mostraron diferentes efectos sobre la calidad general del yogur debido a su origen y contenido de amilosa. Las formulaciones de yogur con almidones de maíz y tubérculos tuvieron el coeficiente de consistencia más alto (k), que resulta en una mayor viscosidad. La adición de almidón de garbanzo exhibió el valor más alto del módulo elástico (G'), haciendo que el gel tuviera una apariencia más sólida. La pérdida de suero se disminuyó significativamente, independientemente del tipo de almidón. El pH del yogur permaneció sin cambios durante el almacenamiento. La evaluación sensorial mostró una preferencia por las muestras que contenían almidón respecto al testigo indistintamente del tipo de almidón.

La búsqueda de ingredientes que mejoren aspectos tecnológicos y nutricionales de los alimentos se ha intensificado en los últimos años tanto por parte de investigadores como por la industria de alimentos. Por lo cual, Dos Santos *et al.* (2021), formularon embutidos fermentados reducidos en grasa y sal incorporando un 2% de tres fibras dietéticas: celulosa microcristalina (MCC), almidón resistente (RS) y fibra de avena (OF). Como resultado, la adición de fibra dietética no provocó la pérdida de peso, ni alteró los valores de pH y la aceptación sensorial. Con respecto al análisis del perfil de textura, la adición de componentes individuales (MCC, RS, OF) mostraron un efecto positivo aumentando la dureza del producto cárnico. La interacción entre la fibra dietética MCC y RS también aumentó significativamente este parámetro de textura. La masticabilidad tuvo un comportamiento similar: la adición de fibra dietética muestra un efecto positivo en los tratamientos que tienen solo una fibra agregada. Por otro lado, la interacción entre fibra dietética MCC y RS disminuyó los valores de este parámetro. Sin embargo, la fibra dietética no afectó la elasticidad y la cohesividad. Cuando se combinaron las tres fibras dietéticas se redujo la actividad del agua, la adición de celulosa microcristalina favoreció el crecimiento de la población de bacterias del ácido láctico, y la incorporación de fibra de avena con celulosa microcristalina tuvo un efecto antioxidante. Los resultados de este

estudio demuestran que este tipo fibras dietéticas son ingredientes que pueden contribuir al desarrollo de embutidos fermentados reducidos en grasa y reducidos en sal.

En un intento por explorar ingredientes alternativos que satisfagan la demanda de productos más saludables de los consumidores emergentes Pietrasik Y Soladoye (2021), investigaron acerca del impacto de los almidones de guisantes nativos en la calidad y la aceptabilidad del consumidor de una mortadela baja en grasa. Las mortadelas bajas en grasa sin adición de almidón se compararon con formulaciones bajas en grasa complementadas con almidón de maíz modificado (un aglutinante estándar) o uno de los dos almidones de guisantes. Las mortadelas de bolonia recién rellenas se procesaron térmicamente en un ahumadero hasta una temperatura interna final de 71 °C. El producto final se enfrió bajo agua corriente fría hasta alcanzar internamente 30 °C, para ser almacenadas a 1 °C hasta su posterior análisis. Durante la evaluación de resultados, encontraron que la adición de almidones de guisantes no fue tan eficaz como el almidón de maíz, pero si redujeron las pérdida en el calentamiento y mejoraron la capacidad de retención de agua en la mortadela. Además, los almidones de guisantes proporcionaron una mayor masticabilidad y dureza del producto ($P < 0,05$). Sin embargo, la medición de color instrumental, así como los atributos sensoriales fueron poco afectados por la adición de almidones. Este estudio demuestra que formular una mortadela baja en grasa con almidón de guisante podría ser beneficiosa porque hay un efecto mínimo sobre los atributos sensoriales al ser comparado con los aglutinantes que se expende comúnmente.

La reducción de la grasa en productos cárnicos sin adición de ningún aditivo da como resultado una textura indeseable (gomosa y seca), un sabor desagradable, características organolépticas inadecuadas y una mala apariencia del producto final. Rezler *et al.* 2021 evaluaron el efecto de la sustitución parcial de grasa por almidones modificados en la composición del relleno de paté en las propiedades reológicas, de textura y sensoriales de los productos resultantes. Las propiedades reológicas y de textura de los patés normales y patés modificados resultan de cambios en la estructura interna de los rellenos, causados por la desnaturalización y gelificación de proteínas, así como los procesos de reticulación del almidón gelificado durante el procesamiento térmico. Como consecuencia de la estructuración durante la pasteurización/esterilización y el enfriamiento, las propiedades viscoplásticas de los patés de hígado modificados aumentaron y fueron mayores que en los productos análogos no modificados. En comparación con los productos no modificados, los patés modificados se caracterizaron por una menor firmeza y

untabilidad, así como una menor adherencia, independientemente de la temperatura final del tratamiento térmico. La sustitución parcial de la grasa por almidón modificado mejoró la palatabilidad de los patés de hígado.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Procesamiento de productos cárnicos emulsionados

Productos cárnicos de pasta fina

Los productos cárnicos de pasta fina son elaborados a partir de una mezcla homogénea de carne y grasa finamente troceados juntamente con agua, sales y condimentos formando una emulsión de la grasa en agua mediante agentes emulsificantes que son las proteínas de la carne. Este proceso resulta en un producto de textura pastosa capaz de fluir durante el proceso de embutido y transformarse en un gel semirrígido luego de someterse a un tratamiento térmico al desnaturalizar y gelificar la proteína. Dentro de los representantes de este grupo de productos está la mortadela, la salchicha, patés, salami y jamón (Freire Y Cofrades 2019).

Mortadela

La mortadela se define como un producto cárnico industrializado obtenido a partir de una emulsión de la carne de una o más especies de animales de carnicería, con grasa de cerdo finamente picados más condimentos y otros aditivos, embutida en envoltura natural o artificial de diferentes diámetros, sometida a un tratamiento térmico de escaldado, el proceso de ahumado es opcional. A diferencia de otros productos cárnicos, la mortadela para su consumo no necesita un segundo tratamiento térmico porque se consume cruda y es el ingrediente principal en la elaboración de la mayoría de los bocadillos (Biasi *et al.*, 2023).

Emulsiones cárnicas

Las emulsiones cárnicas son formadas mediante mezclas de carne, grasa y agua que se combinan para formar una estructura estable. La carne químicamente consiste en tres tipos de proteínas, las miofibrilares (50-55%), las sarcoplásmicas (30-34%) y las proteínas de tejido conectivo (10-15%), siendo la miosina la más importante en la formación de emulsiones por su capacidad para retener agua (Biswas *et al.*, 2011). Estructuralmente, una emulsión es un sistema multifásico que consiste en un sistema acuoso coloidal complejo, formado por una fase dispersa constituida por glóbulos de

grasa y otra fase denominada continua compuesta por una solución de sales y proteínas miofibrilares (Nieto y Lorenzo 2021).

Inicialmente en la formación de una emulsión cárnica se realiza un troceado fino de la grasa y carne que luego se mezclan hasta crear una masa con textura suave y homogénea, posteriormente embutida como salchichas, patés, mortadelas, etc. (Khan *et al.*, 2011).

El primer paso para formar la emulsión cárnica es la extracción de las proteínas, seguido de la hidratación y activación de estas, a continuación, se produce la formación de la emulsión y finalmente formación de gel durante el tratamiento térmico de la masa cárnica (Barrios, 2020).

La materia prima cárnica es procedente de animales sanos, faenados higiénicamente, siendo aptos para el consumo. La reducción del tamaño de la carne se efectúa en un molino y luego en un cutter para liberar las proteínas musculares (Marcos, 2007). A continuación, para la hidratar y activar las proteínas musculares se agrega sal, fosfatos y una parte de hielo para incrementar el pH a 6.5 evitando el punto isoeléctrico de las proteínas porque su carga es igual a cero y la solubilidad es mínima (Sánchez, 2007). La agitación producida por el equipo rompe completamente el tejido y solubiliza las proteínas activándolas por la carga negativa del cloro y carga positiva del sodio. Para crear la emulsión se añade la grasa y más hielo para mantener la temperatura entre 8 y 12 °C, durante este proceso se mantiene la agitación mecánica para esparcir y atrapar a los glóbulos de grasa en la red de proteína de la carne. Posteriormente, se adicionan los condimentos, estabilizantes, antioxidantes y conservantes junto con el resto de hielo manteniendo la agitación mecánica. Finalmente, con el embutido en tripas naturales o artificiales se dará forma al producto final, facilitando el tratamiento de calor del producto, para transformar la masa cárnica en un estado semisólido característico de un producto cárnico emulsionado (Ruiz, 2012).

2.2.2. Elementos que interfieren en la consistencia de las emulsiones cárnicas

La estabilidad en una emulsión cárnica está influenciada principalmente por el contenido proteico, pH de la carne, contenido de grasa, tiempo y temperatura durante el mezclado y tamaño de partícula.

En los sistemas cárnicos, la miosina es el principal componente proteico del músculo involucrado en la formación de películas, ya que dentro de la emulsión cárnica las cabezas

hidrófobas de la estructura proteica se sumergen en la fase lipídica mientras que los tallos interactúan con la actomiosina en la fase continua de la emulsión. Para que este proceso se efectúe el valor del pH debe ser alrededor de 6,5 para favorecer la función emulsificante de las proteínas musculares, incrementando así su poder para retener agua y estabilizar la emulsión, porque un pH bajo de la carne genera una textura más suave del producto cocido. En la formulación de masa cárnica la capacidad emulsificante de las proteínas de carne se incrementa añadiendo sales como fosfatos (Santhi *et al.*, 2015; Ospina, 2016).

Dentro del sistema, la grasa posee buena afinidad para unirse con las proteínas o el agua, por esto, cuando se reduce su porcentaje dentro de la formulación provoca pérdidas durante la cocción junto con una disminución de la dureza (Ruiz, 2012).

El tiempo de mezclado óptimo no debe ser mayor a 10 minutos, de lo contrario se rompe la emulsión. Durante este proceso de corte se reduce el tamaño de la carne y partículas de grasa para mejorar la extracción de proteínas con una desnaturalización mínima de las proteínas miofibrilares que permita una cobertura de todas las partículas de grasa, reduciendo la exudación de agua mediante la ligazón de proteína-grasa y obtener un producto cárnico estable que resista la cocción (Oliveira *et al.*, 2021).

En todo el proceso de mezclado, existe demasiada fricción entre la carne y las cuchillas que provoca un incremento de la temperatura, lo que podría desnaturalizar las proteínas y perder así su propiedad emulsificante. Por lo anterior, hay que incorporar hielo durante todo este proceso para mantener la temperatura en 10 °C (Santhi *et al.*, 2015)

La emulsión cruda es estable solo por unas pocas horas, para mantenerla durante un largo periodo de tiempo las proteínas deben desnaturalizarse mediante un proceso de cocción (productos cárnicos cocidos como salchichas y mortadela) o disminución del pH (productos cárnicos fermentados como el salami) (Santhi *et al.*, 2015).

2.2.3. Disminución de grasa en emulsiones cárnicas

La reformulación de embutidos con disminución de la grasa busca dar alternativas a los consumidores con hábitos alimenticios más saludables. Sin embargo, este proceso no es sencillo, porque este ingrediente dentro de los alimentos determina tres rasgos sensoriales importantes (Ruiz, 2012), como:

- 1) Apariencia y coloración externa
- 2) Parámetros de textura como viscosidad, elasticidad y dureza
- 3) Intensidad y realce del sabor

La disminución de grasa e incremento del contenido de agua favorece una coloración más oscura en el producto además de la pérdida de luminosidad (Sánchez, 2007). Igualmente, afecta las características de gusto y aroma de un producto, porque hay una alteración de las fases lipídica/acuosa del sistema, como consecuencia se altera la solubilidad y generación de compuestos aromáticos que favorecen el gusto característico de los embutidos. De igual manera, los condimentos y saborizantes en un medio donde se modificó la relación agua/grasa, se enmascaran o realzan su sabor. A su vez, la textura está condicionada por las particularidades de la matriz cárnica formada, la cual varía de acuerdo con la cantidad y tipo de grasa, también el contenido proteico, cuyo efecto depende del pH, fuerza iónica, así como también del tratamiento final de cocción (Ruiz, 2012).

2.2.4. Modificación de la textura en embutidos bajos en grasa

Para disminuir el contenido de grasa en una emulsión cárnica es necesario agregar aditivos para mantener o mejorar la estabilidad de las emulsiones. En los embutidos este tipo de aditivos mantienen la homogeneidad de la emulsión, mejoran la textura y su estabilidad en altas temperaturas, impiden pérdidas por calentamiento, incrementan la elasticidad y permiten reducir la sinéresis (Yang *et al.*, 2022).

La textura es un atributo sensorial importante porque a partir de este el consumidor define su grado de aceptación o rechazo del producto. Además, es considerado un atributo de calidad en los procesos industriales de alimentos (Nogales, 2018).

La evaluación del perfil de textura proporciona información objetiva sobre la firmeza y consistencia de los alimentos, siendo una técnica que analiza las características físicas de los alimentos, incluyendo los embutidos (Padilla, 2016).

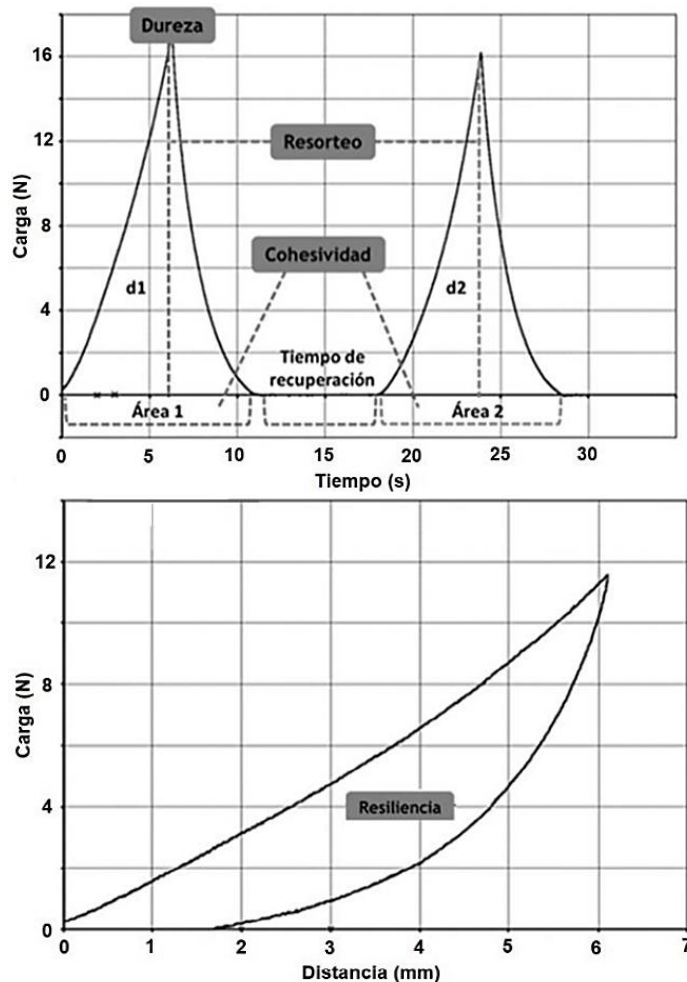
Como respuesta a las curvas de fuerza en función del tiempo se determinan los parámetros de textura (Figura 1). La dureza es la cantidad de fuerza necesaria para penetrar o deformar una muestra de alimento, siendo el primer pico detectado. La cohesividad considera la fuerza interna del producto para resistir la desintegración, se calcula mediante la relación d_2/d_1 . La elasticidad se refiere a la longitud recuperada por la muestra luego

de la compresión o primer mordisco. La masticabilidad evalúa la facilidad con la cual se puede masticar el producto para poder ingerirlo y resulta del producto de dureza, cohesión y elasticidad. La resiliencia resulta de las curvas fuerza en función de la distancia durante la primera compresión (Granados *et al.*, 2013).

Adicional a la prueba de compresión, también se pueden utilizar otros métodos, como la fuerza de corte que divide al alimento en dos partes, la prueba de punción que introduce un punzón a determina fuerza para romper el alimento, la prueba de flexión y fractura, donde se mide el punto de rotura de los alimentos duros a cierta fuerza aplicada. Todo esto depende del objetivo del análisis y tipo de alimento (Nogales, 2018).

Figura 1

Resultados de la relación fuerza contra tiempo y distancia para determinar la textura



Nota. Obtenido de Toledo (2019)

2.2.5. Sustitutos de grasa

Dentro de la industria alimentaria, gran cantidad de productos reemplazan ya sea total o parcialmente el contenido de grasa en sus productos para reducir la ingesta energética, sin

perder la aceptación del consumidor. La industria cárnica, láctea y de productos horneados utilizan variedad de productos sustitutos de grasa, los cuales pueden ser proteínas, lípidos vegetales y carbohidratos, cada grupo posee características funcionales únicas para usarse individualmente o en una mezcla (Montero *et al.*, 2023).

Las proteínas no cárnicas son buenos candidatos para ser utilizados como sustitos de grasa porque poseen alto valor nutricional, buena solubilidad y viscosidad, además, poseen alta idoneidad para almacenar agua generando una mayor dureza, aumento del contenido proteico, disminución del porcentaje de cenizas y luminosidad de las emulsiones. Las principales fuentes de incorporación son mediante las proteínas de suero, cuyo concentrado se produce por agregación térmica bajo cizallamiento para generar partículas pequeñas, con un tamaño de 0,1 a 2 μm para generar una sensación cremosa en la boca, ya que partículas mayores a 3 μm causan una textura arenosa (Gutierrez *et al.*, 2022).

El uso de aceites vegetales es una alternativa saludable porque no tienen colesterol y su relación ácidos grasos insaturados/saturados es alta. Sin embargo, los aceites son diferentes a la grasa animal en el color, sabor y contenido de ácidos grasos, disminuyendo la calidad y valor nutricional de los productos cárnicos. La preemulsificación del aceite vegetal altera la distribución del agua reforzando la estabilidad física de la matriz proteica de la carne, lo cual tiene un efecto positivo en la textura de productos bajos en grasa. Porque al incorporar el aceite vegetal líquido directamente a la masa cárnica durante el proceso de emulsificación, afecta negativamente en la aceptación sensorial de salchichas Frankfurt (Bolger *et al.*, 2018).

Los carbohidratos complejos son excelentes candidatos para ser sustitutos de grasas porque poseen la capacidad para absorber agua y formar geles que imitan la textura y viscosidad de las grasas en algunos sistemas alimentarios disminuyendo las calorías. El uso de fibras dietéticas solubles tiene un efecto prebiótico, por ejemplo, la inulina que se extrae de la raíz de achicoria puede sustituir a la grasa, reducir los valores de aporte energético y mejorar la textura en derivados cárnicos, porque tiene la capacidad de formar geles al retener grandes cantidades de agua. Además, no tiene impacto sobre las características organolépticas porque su sabor es neutro (Montero *et al.*, 2023).

Las gomas, como las carrageninas son polisacáridos solubles en agua que se obtienen a partir de las algas rojas y se usan ampliamente en la reducción de grasa en alimentos. Forman estructuras tridimensionales porque su estructura química se compone de la unión

de cadenas de azúcares simples, que refuerzan el gel constituido entre las proteínas de la carne mejorando así la consistencia y buen corte (Biswas *et al.*, 2011).

En la industria cárnica, el almidón se usa ampliamente como aditivo porque posee propiedades reológicas regidas por sus componentes químicos, amilosa y amilopectina. Las fuentes de obtención más importantes son el maíz, la papa, la yuca o almidones modificados seleccionados dependiendo del costo de obtención y capacidad de aplicación. Tienen la capacidad de hidratarse y presentan una propiedad de gelatinización a ciertas temperaturas dando mayor estabilidad al sistema, reduciendo pérdidas durante el calentamiento (Granados *et al.*, 2014).

2.2.6. Composición química y propiedades funcionales del almidón

En las plantas la mayor reserva la constituye el almidón, el cual se obtiene comercialmente de cereales y tubérculos (Nwokocha *et al.*, 2014), siendo la amilosa y amilopectina los principales polímeros que constituyen los granos de almidón (Debet Y Gidley 2006). El porcentaje de estos componentes dentro del almidón va a determinar su posibilidad de aplicación en alimentos. La molécula de amilopectina tiene una estructura ramificada y forma parte de más del 60% del almidón (Figura 2). Por otro lado, la amilosa posee una distribución lineal y representa solo entre el 15% al 25% de este polisacárido (Freitas *et al.*, 2004).

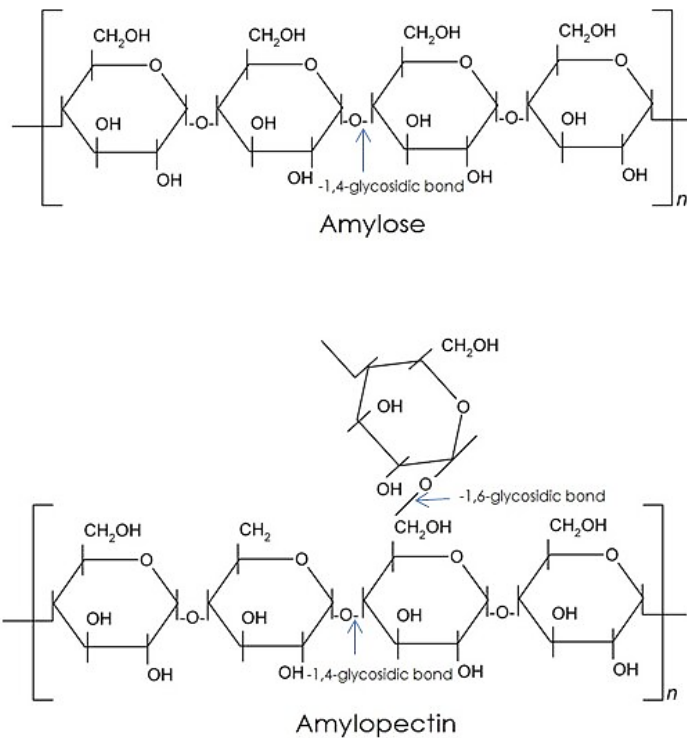
Para determinar la viabilidad de aplicación del almidón como aditivo en los alimentos, se deben considerar algunas propiedades fisicoquímicas y tecnológicas (Amritpal *et al.*, 2007).

Índice de absorción de agua

La presencia de agua e incremento de la temperatura, provocan que los gránulos de almidón se hidraten e hinchen en agua caliente, a este proceso se denomina gelatinización y la temperatura a la cual se obtiene la viscosidad máxima depende del tipo de almidón (Tharanathan, 2005). Cuando la temperatura disminuye ocurre la retrogradación del almidón en donde las moléculas de amilosa y amilopectina se realinean liberando agua y formando enlaces más fuertes que conduce a formar geles rígidos, que afectan la aceptabilidad de los alimentos (Solarte *et al.*, 2019).

Figura 2.

Organización química de amilosa y amilopectina



Nota. Obtenido de Asharuddin *et al.* (2018)

Índice de solubilidad en agua

La relación amilosa/amilopectina define la capacidad de reacción y disolución del almidón en el agua. Mientras mayor es el contenido de amilosa mayor es la solubilidad del almidón en agua debido a que la amilosa es una molécula lineal que tiene facilidad para romper sus enlaces hidrógeno cuando hay presencia de agua y aumenta a medida que incrementa la temperatura, formando una red de nuevos enlaces con las moléculas de agua (Meaño *et al.*, 2014).

Poder de hinchamiento

Por otro lado, el grado de hinchamiento es el poder que tienen los gránulos de almidón para absorber agua, la cual es favorecida por la amilopectina e inhibida por la amilosa (Meaño *et al.*, 2014). Cuando los gránulos de almidón son tratados térmicamente en presencia de agua mientras mayor sea la temperatura el almidón se hincha de manera irreversible, creando una pasta viscosa responsable del poder de espesamiento del almidón (Mua y Jackson 1997).

2.2.7. Almidón como sustituto de grasa

Las propiedades fisicoquímicas de la grasa en los alimentos son únicas, porque contribuyen a varias propiedades relacionadas con la calidad de los productos alimenticios, debido a que la grasa afecta significativamente la viscosidad de las emulsiones de aceite en agua (Peng y Yao 2017). Siendo la viscosidad uno de los parámetros clave asociados con la textura percibida de los productos alimenticios. Por ejemplo, en los sistemas alimentarios diluidos, como la leche, el sabor percibido y la sensación en boca dependen en gran medida de las emulsiones de grasa y proteína. Por lo tanto, la eliminación de los glóbulos de grasa del sistema generalmente da como resultado una textura fina (Peng y Yao 2017). Por otro lado, la grasa también puede incorporarse a las redes de proteínas, almidón y grasa, lo que proporciona una textura tierna y suave a los sistemas alimentarios semisólidos/sólidos como el pan, embutidos, etc., (Peng y Yao 2017). Sin embargo, en los sistemas alimentarios con alto contenido de grasa, como el chocolate y la margarina, la grasa contribuye significativamente a la propiedad de fusión del alimento.

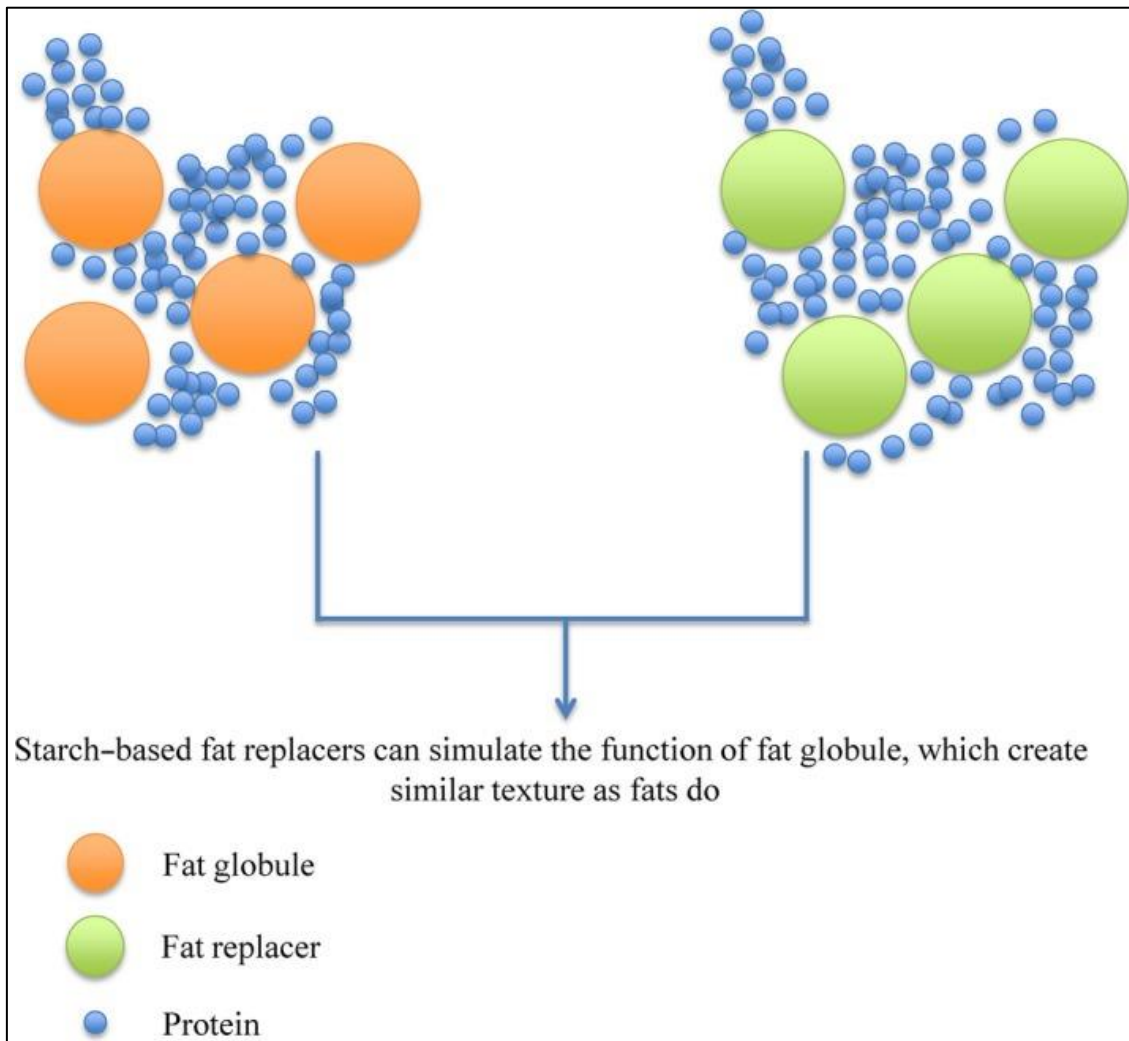
Por lo tanto, la producción de alimentos bajos en grasa puede conducir a una pérdida significativa de la calidad del producto si simplemente eliminamos la grasa. En cambio, debe optarse por el uso de sustitutos que proporcionen características similares a la grasa en el sistema alimentario. Los sustitutos de grasa basados en carbohidratos, como el almidón, celulosa o polisacáridos, son el grupo más grande de sustitutos de grasa, que actúan imitando las propiedades funcionales y sensoriales de las grasas tradicionales (Milićević *et al.*, 2020). Entre ellos, el almidón ha atraído la atención como sustituto de las grasas debido a sus diversas ventajas, como su amplia disponibilidad y bajo precio (Kaur *et al.*, 2018). El almidón es una macromolécula resultado de la polimerización de moléculas de glucosa y es digerible en el tracto gastrointestinal humano (Yazar *et al.*, 2022).

Las moléculas de almidón están compuestas de amilosa y amilopectina, con la capacidad de absorber agua, en donde la amilosa se disuelve para crear un determinado nivel de viscosidad o formar una estructura de gel. El almidón nativo o modificado puede considerarse un sustituto eficaz de la grasa porque algunos glóbulos de almidón tienen tamaños y formas similares a los glóbulos de grasa, además poseen la capacidad de combinar agua y se pueden dispersar en los sistemas alimentarios (Figura 3) y generar

características sensoriales similares a las de los glóbulos de grasa, dando a los alimentos una determinada forma y textura (Das *et al.*, 2015).

Figura 3.

Funcionalidad de los sustitutos de grasa a base de almidón



Nota. Obtenido de Chen *et al.* (2020)

Más importante aún, el almidón nativo o modificado tiene propiedades fisicoquímicas únicas, que incluyen espesamiento, flujo viscoso, aumento de volumen, retención de agua y formación de gel (Chavan *et al.*, 2016). Sin embargo, el almidón modificado se utiliza más ampliamente en la industria alimentaria porque el almidón nativo puede no ser adecuado para todas las condiciones de procesamiento, como pH bajo, temperatura alta y congelación (Peng y Yao 2017).

El uso de sustitutos de grasa basados en almidón aplicados en alimentos para reducir el contenido general de grasa y calorías se ha implementado con éxito en varios productos

alimenticios. El uso geles de almidón de arroz nativos o reticulados en mayonesa al sustituir el 20% de la grasa, produjeron una calidad sensorial superior al control sin reemplazo de la grasa, además mejoró la estabilidad de congelación de la mayonesa (Puligundla *et al.*, 2015).

Por otro lado, el uso de almidón de camote tratado con ácido cítrico como sustituto de grasa en helado al 1% condujo a la misma aceptación sensorial que el helado de control sin sustitución de grasa y no afectó la estabilidad microbiológica, sin embargo, comprometió la capacidad de congelación de los helados (Babu *et al.*, 2018).

2.2.8. Fuentes alternativas de obtención y proceso de extracción del almidón

La principal fuente energética para el ser humano son los polisacáridos en especial el almidón, el cual abunda en la naturaleza. Se obtiene de distintos vegetales, a partir de cereales, granos de leguminosas y tubérculos (Kong *et al.*, 2015).

Para satisfacer la demanda de esta materia prima se ha propuesto analizar nuevas especies vegetales que posean características fisicoquímicas, estructurales y funcionales similares o mejores a las convencionales (Freitas *et al.*, 2004). La exploración en vegetales como tubérculos, se da porque estos son más resilientes que los cereales y las leguminosas ante el cambio climático, además son importantes porque contribuyen a la seguridad alimentaria al suplementar los requerimientos energéticos de la población en los países emergentes (Jian *et al.*, 2019).

Las raíces y los tubérculos son plantas amiláceas que se cultivan mediante sus órganos subterráneos los cuales son ricos en almidón (porcentaje entre 60 y 90 %). Entre estos cultivos más importantes a nivel mundial se encuentran principalmente la yuca, el camote, los ñames, entre otros (Kale *et al.*, 2020). Estas materias primas poseen propiedades funcionales ya que debido a su contenido de amilosa-amilopectina, fibra, así como su viscosidad, altera la digestión del almidón. Algunos estudios sugieren que las raíces y tubérculos podría utilizarse en productos destinados para personas con diabetes, dando al alimento la consistencia deseada sin aumentar sustancialmente el índice glucémico. Además, los almidones poseen bajo aporte de proteína y grasa, constituyendo su valor nutricional altamente energético, siendo ideal para incorporar en alimentos energéticos sin proporcionar grasa adicional (Muñoz *et al.*, 2015).

Existen dos métodos de extracción del almidón, vía húmeda y seca. En la primera los vegetales se cortan en rodajas y se adiciona agua en relación 1:1 y luego se trituran, y se filtra el contenido con un material poroso de 100 μm , con varios lavados hasta la transparencia del agua. Después, el líquido se centrifuga a 1000 rpm para facilitar la sedimentación del precipitado, se elimina el sobrenadante y se seca en una estufa a 40°C por 48 horas (Flores *et al.*, 2004).

El proceso por vía seca inicia con el rallado del vegetal para romper las paredes celulares y así facilitar la liberación del almidón. A continuación, se procede a deshidratar a una temperatura de 60 °C hasta tener una humedad del 12% para poder moler y el producto triturado pasa por un proceso de tamizado en cribas de 100, 90, 71 y 45 μm (Cobana Y Antezasa 2007). A nivel industrial, este es el proceso más utilizado porque el uso de tecnología reduce el consumo de agua (Herrera *et al.*, 2020).

2.2.9. Agroindustrialización del camote

Dentro de la familia *Convolvulaceae*, se encuentra el camote el cual se ubica en el octavo puesto como el cultivo más importante del mundo. Tiene numerosas variedades que poseen variedad de colores en la cáscara y la pulpa, los cuales van desde el blanco, amarillo, naranja, morado y bicolors (De Paula *et al.*, 2021).

En Ecuador existe poca información acerca del uso industrial de raíces y tubérculos andinos como el camote. Además, las nuevas generaciones con hábitos de consumo diferentes y el tipo de comercio actual, tienden al consumo de productos novedosos, descartando este tipo de raíces y tubérculos (Cobeña *et al.*, 2017).

No se disponen de variedades mejoradas de camote en Ecuador, y las variedades nativas pueden distinguirse por el color de la pulpa ya sea amarilla, blanca, morada, anaranjada entre otras, descritas en la Tabla 1.

Las numerosas aplicaciones de la raíz de camote van desde la pulpa deshidratada, los jugos, harinas, etc. También, se puede obtener licores y pigmentos de antocianinas como colorantes extraídos de las variedades moradas (Escobar *et al.*, 2022).

Tabla 1.*Características de variedades de camote en Ecuador*

Variedad	Longitud tallos principales	Forma raíz	Color pulpa	Rendimiento (k/ha)
Toquecita	158 cm	Elíptica	Anaranjado intenso	22 000
Morado Brasil	202 cm	Elíptica	Morado oscuro	15 571
Guayaco morado	154 cm	Largo irregular y curvado	Morado pálido con blanco	18 429
Zapallo	70,5 cm	Redonda	Anaranjado – amarillo	28 429
Morado Ecuador	122 cm	Redonda	Crema	23 143

Nota. Obtenido de Cobeña *et al.* (2017)

Las raíces de este tubérculo constituyen cerca del 80% de carbohidratos (Tabla 2) siendo el almidón el más importante con concentraciones que varían de 50 a 60 g/100 g en peso seco (Tabla 3). Su principal aplicación en alimentos es como espesante, estabilizante y aglutinante, además, se pueden crear empaques biodegradables para alimentos entre otros (Armijos *et al.*, 2020).

Tabla 2.*Composición proximal de variedades de camote*

Variedad	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos
Toquecita	4,95	1,83	6,59	5,62	81,01
Morado Brasil	6,43	1,23	5,29	4,51	82,55
Guayaco morado	6,09	1,78	5,08	4,93	82,12
Zapallo	7,86	0,85	4,19	4,53	82,57
Morado Ecuador	5,45	1,18	5,69	6,77	80,92

Nota. Obtenido de Armijos *et al.* (2020)

Por otro lado, algunas investigaciones demuestran que el camote tiene altos niveles de almidón resistente, el cual se incrementa durante el tratamiento térmico. Siendo la fibra dietética soluble (FDS) e insoluble (FDI) (Tabla 3), las más importantes en personas con diabetes tipo dos y con riesgo de cáncer de colon, porque se mantiene intacto durante la hidrólisis de las enzimas digestivas y es fermentado por bacterias intestinales beneficiosas (Escobar *et al.*, 2022).

Con relación a la variación del porcentaje de proteínas, está condicionada por la variedad y el porcentaje de grasa es alto comparado con cultivares de papa nativos que rodean un promedio de 0,39% (Armijos *et al.*, 2020).

Las condiciones edafoclimáticas donde tiene el lugar el crecimiento de este cultivo, la variedad y la genética condicionan las propiedades físicas del almidón, por ejemplo, si la temperatura del suelo incrementa, también lo hace la temperatura de gelatinización, además el tamaño del gránulo tiende a cambiar (Vargas y Hernández 2013). Los componentes del almidón difieren entre los cultivares de camote siendo siempre mayor el contenido de amilopectina (85-95%) en comparación con la amilosa (Armijos *et al.*, 2020).

El gel de almidón de camote tiene poca viscosidad debido a una actividad enzimática elevada, pero con bajo poder para retener agua, además posee una baja predisposición a la retrogradación. También, posee una baja absorción de aceite por su bajo contenido de proteína (Osundahusi *et al.*, 2003).

Tabla 3.

Composición química de variedades de camote

Variedad	Materia seca	Almidón	Amilosa	Amilopectina	FDS	FDI
Toquecita	21,54	66,97	6,32	93,68	2,39	15,37
Morado Brasil	39,46	57,90	14,25	85,75	2,67	10,19
Guayaco morado	28,68	57,14	9,03	90,97	3,41	9,69
Zapallo	21,92	48,20	10,93	89,07	1,78	8,09
Morado Ecuador	19,35	65,74	8,55	91,45	2,99	10,05

Nota. Obtenido de Armijos *et al.*, 2020

2.3. Marco Legal

Se contemplan leyes internacionales y locales mencionadas a continuación.

En el art. 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos anunciada en 1948 estipula que la población tiene derecho a una buena calidad de vida y alimentación apropiada.

Conforme a la normativa ecuatoriana, en la Constitución promulgada en el 2008 y modificada en el año 2011, se citan algunos artículos que tratan sobre la soberanía alimentaria:

- El art. 3 afirma que el Estado debe garantizar a toda la población sin excepciones el goce de todos los derechos principalmente la alimentación.
- El art. 13 trata acerca del derecho de la población al abastecimiento suficiente de alimentos saludables y nutritivos, procedentes localmente.
- En el art. 262 destaca que los gobiernos regionales y provinciales deben incentivar nuevas fuentes económicas y garantizar la seguridad alimentaria de su jurisdicción.
- Los art. 410 y art. 413 explican que se debe brindar apoyo a los agricultores y comunidades en prácticas y tecnologías ambientalmente limpias para la soberanía alimentaria.
- En el art. 423 se busca promover la investigación, el desarrollo científico para garantizar la soberanía alimentaria.

Sobre la base de la constitución se crearon nuevas leyes, como la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria, que indica en su art. 1, que tiene como finalidad plantear acciones para que el Estado desempeñe su función de otorgar continuamente una alimentación saludable a la población con el uso sustentable y sostenible, de recursos naturales.

Para el ordenamiento del territorio ecuatoriano la asamblea en el 2010 aprobó el Código Orgánico para la organización del territorio (COOTAD), en donde se promueve la producción local de alimentos fortaleciendo la economía de los pequeños productores garantizando un acceso equitativo a los recursos.

La formulación del Plan Nacional de Desarrollo nacional para 2021-2025 – Agenda 2030, es una herramienta de gestión que busca dar soluciones las necesidades imperativas de la

población para el desarrollo Sostenible, tomando como prioridades el incremento de la productividad agrícola nacional y el consumo de alimentos producidos localmente. Además, se busca mejorar la resiliencia al cambio climático sin comprometer la producción de alimentos.

Para fabricar productos alimenticios en el territorio ecuatoriano nos regimos a las Normas INEN. En este trabajo nos basamos específicamente en las normas técnicas INEN 1338:2012 e INEN 1340:96 las cuales plantean los lineamientos para fabricar todo tipo de derivados cárnicos ya sean crudos, curados, madurados o cocidos.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

En este trabajo, el proceso de extracción del almidón de camote y análisis fisicoquímico del embutido se ejecutaron en los laboratorios de la Carrera de Alimentos del campus de la U.P.E.C. situado al sur de la ciudad de Tulcán en la calle Universitaria y Antisana. Por otro lado, la elaboración del embutido se realizó en el campus “San Francisco” de la U.P.E.C. en San Pedro de Huaca, Carchi.

Posteriormente se envió una muestra de almidón al Laboratorio de Nutrición y Calidad del I.N.I.A.P. de la Estación Experimental Santa Catalina (Pichincha - Mejía) para el análisis de amilosa.

Las formulaciones del embutido se enviaron al Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y en el laboratorio de LABOLAB en la ciudad Quito para el análisis de proteína, grasa, textura instrumental y microbiología.

3.2. Enfoque y tipo de investigación

3.2.1. Enfoque

Este experimento tuvo una orientación cuantitativa porque se ejecutó una recopilación de datos para su posterior análisis estadístico donde se evaluaron el porcentaje de amilosa y las propiedades funcionales del almidón extraído; las características fisicoquímicas y textura instrumental del embutido elaborado. Además, el nivel de aceptación sensorial del color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad global del producto final.

3.2.2. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo experimental porque mide el impacto de sustituir grasa por almidón de camote, con cuatro niveles de sustitución más un testigo sobre las variables dependientes que son el resultado del análisis fisicoquímico, de textura y grado de preferencia de las formulaciones.

3.3. Definición y operacionalización de variables

Extracción de almidón de camote

Variables:

- Rendimiento del proceso
- Contenido de amilosa

Propiedades funcionales del almidón de camote

Variable independiente: Temperatura

- 60 °C
- 70 °C
- 80 °C
- 90 °C

Variable dependiente:

- Índice de absorción de agua
- Índica de solubilidad en agua
- Poder de hinchamiento

Elaboración de la mortadela tipo bolonia

Variable independiente: Porcentaje de sustitución de grasa por almidón de camote.

- 0% (Testigo)
- 10%
- 20%
- 30%
- 40%

Variable dependiente:

- Características fisicoquímicas: pH, Humedad, Cenizas, Proteína, Grasa
- Características sensoriales: aceptabilidad
- Características de textura

Tabla 4.*Operacionalización de variables de estudio*

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Extracción de almidón	Rendimiento del proceso	Relación porcentual	Gravimétrico	(Pozo <i>et al.</i> , 2022)
	Contenido de amilosa	Colorimétrico	Espectrofotometría	(Morrison Y Laignelet, 1983)
Funcionalidad del almidón en función de la temperatura				
Independiente	Temperatura	60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C	Gravimétrico	(Rosales <i>et al.</i> , 2022)
Dependiente	Propiedades funcionales	Índice de absorción	Centrifugación-secado Gravimetría	(Pacheco <i>et al.</i> , 2020)
		Índice de solubilidad		
		Poder de hinchamiento		

Elaboración del embutido

Independiente

Porcentaje de sustitución de la grasa por almidón	Porcentaje	0%,10%, 20%, 30%,40%	Gravimétrico	Sánchez, 2007 Kumar, 2019 Orbe, 2020 Erazo, 2022
---	------------	----------------------	--------------	---

Dependiente

Análisis fisicoquímico	Calidad fisicoquímica	Proteína Grasa total pH Humedad Cenizas	Kjeldalh Digestión Soxhlet Potenciometría Gravimetría Calcinación	AOAC Official Method 981.10 AOAC Official Method 960.39 NTE INEN-ISO 2917 NTE INEN-ISO 1442 AOAC Official Method 942.05
------------------------	-----------------------	---	---	---

Análisis de textura	Calidad textural	Dureza Elasticidad Resiliencia Cohesividad Masticabilidad Trabajo de Corte	Perfil de textura	Ramos <i>et al.</i> (2021)
---------------------	------------------	---	-------------------	----------------------------

Análisis sensorial	Calidad sensorial	Color Olor Apariencia Sabor Textura Aceptabilidad Global	Prueba hedónica de preferencia	Granados <i>et al.</i> (2013) Norma ISO 11136
--------------------	-------------------	---	--------------------------------	--

3.4. Procedimientos

El presente trabajo se realizó en cuatro fases, la primera fue la extracción del almidón de camote, la determinación del porcentaje de amilosa y análisis funcional del almidón extraído. Durante la fase dos se realizó la formulación y evaluación sensorial de la mortadela tipo bolonia. Posteriormente durante la fase tres se efectuó el análisis fisicoquímico del embutido. Finalmente, en la etapa cuatro se ejecutó un análisis de textura de la mortadela.

3.4.1. Fase 1. Determinación del porcentaje de amilosa y análisis funcional del almidón extraído de camote

El camote fue adquirido a un solo proveedor en la ciudad de Sangolquí - Ecuador, los tubérculos se trasladaron y procesaron en los Laboratorios de la Carrera de Alimentos de la U.P.E.C.

Conforme describe Pozo *et al.* (2022), inicialmente los tubérculos fueron lavados con agua corriente y se desinfectaron con una solución de 2% de NaClO. Luego se peló manualmente y se seccionó en trozos de 5 cm, y se molió en una licuadora industrial añadiendo agua en proporción 1:2 (camote: agua). A continuación, se filtró con una tela filtro separando todos los subproductos. Posteriormente, la solución filtrada fue colocada en bandejas por 3 h; para facilitar la eliminación del sobrenadante y recolectar el precipitado (almidón). El material precipitado pasó por un proceso de secado en un horno a 35 °C por un tiempo de 24 h. El material seco se trituró manualmente y se pasó a través de tamiz de 65 mesh. Finalmente, el almidón tamizado se envasó en bolsas de polipropileno almacenadas a 15°C.

El porcentaje de rendimiento del almidón extraído se calculó por gravimetría con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{masa de almidón}}{\text{masa de porción comestible}} * 100$$

Análisis del porcentaje de amilosa

El porcentaje de amilosa de las muestras de almidón se determinó utilizando el método colorimétrico descrito por Morrison Y Laignelet, 1983.

Análisis funcional del almidón

Los parámetros evaluados fueron el índice de absorción (I.A.A.), solubilidad (I.S.A.) y poder de hinchamiento (P.H.). Primero en una balanza analítica se determinó el peso de los tubos de centrifuga previamente secos, a continuación, se pesó una muestra de almidón de 1,25 g adicionando 30 ml de agua destilada. Los parámetros fueron evaluados a diferentes temperaturas 60, 70, 80 y 90 °C, agitando constantemente la suspensión. Consecutivamente, se colocaron las suspensiones en baño termostático a 60°C por 30 minutos. Concluido este periodo las suspensiones se enfriaron y centrifugaron a 4900 r.p.m. por 30 minutos. Inmediatamente luego de centrifugar se decantó y midió el volumen de la solución sobrenadante y el gel obtenido del proceso se pesó. A continuación, se colocaron 10 ml del sobrenadante en una caja Petri previamente pesada para colocarla en una estufa a 70°C durante 24 horas (Anderson *et al.*, 1969).

Los resultados se obtuvieron de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$I. A. A. = \frac{Pg(g)}{Pm(g)}$$

$$ISA = \frac{Ps (g) * V * 10}{Pm (g)}$$

$$PH = \frac{Pg}{Pm (g) - Ps (g)}$$

Donde:

Pg = peso del gel

Pm = peso de la muestra

Ps = peso seco del sobrenadante

V = volumen del sobrenadante

3.4.2. Fase 2. Aceptabilidad sensorial de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote

Para determinar el efecto de sustituir grasa por almidón de camote sobre las características organolépticas se realizó una evaluación sensorial del producto para lo cual se elaboró previamente el producto y se realizó un análisis microbiológico para verificar la inocuidad del producto.

Formulación de mortadela tipo bolonia con sustitución de grasa por almidón

La reducción del porcentaje de grasa por debajo del 15% en un producto cárnico cambia significativamente la calidad del embutido, en especial la textura. Con el objetivo de dar una solución tecnológica se puede hacer uso de aditivos como almidones ya sean nativos o modificados para solucionar estos problemas (Kumar, 2019; Sánchez, 2007).

La carne y la grasa de cerdo, los condimentos, conservantes y el almidón de camote extraído previamente fueron las materias primas principales que se utilizaron. Se tomó como base la metodología de Marchetti, (2014) y la materia prima e ingredientes detallados en la Tabla 5, siguiendo todos protocolos de limpieza y manipulación de alimentos. Inicialmente, la carne se seleccionó de acuerdo con su calidad, se eliminó aquella que no cumplió con los requerimientos de coloración y demasiado tejido conectivo. A continuación, la carne y el tocino fueron troceados en fragmentos de 5 a 10 cm, para posteriormente ser molidos con discos con orificios de 4,5 y 10 mm de diámetro, respectivamente. Luego, se pesaron las cantidades de ingrediente de acuerdo con la formulación. Posteriormente, en el cutter se agregó la mezcla de carne molida, sal y polifosfatos, agregando una parte de hielo picado. A continuación, se agregó la grasa molida congelada, luego gradualmente se colocó el resto de los condimentos o especias y finalmente los conservantes, para luego embutir la pasta mezclada y amasada en alifan color rojo calibre 71 mm. Las mortadelas se introdujeron en una tina con agua a 75°C, por un tiempo de 60 min con una temperatura interna en la mortadela de 70°C. El producto se enfrió y posteriormente se almacenó en refrigeración a 4°C.

Tabla 5.*Componentes para formular una mortadela tipo bolonia*

Componentes	Porcentaje
Carne magra	52,80
Grasa de cerdo	17,60
Sal	2,02
Nitrito (mezcla)	0,23
Tripolifosfato	0,34
Glutamato monosodico	0,34
Saborizante	0,49
Pimienta blanca	0,11
Nuez moscada	0,06
Cilantro	0,06
Cebolla	0,84
Paprica	0,17
Eritorbato	0,01
Ácido ascórbico	0,01
Almidón	2,10
Hielo	11,41
Agua	11,41

Análisis microbiológicos

Antes de ejecutar la evaluación sensorial se realizó un análisis microbiológico determinando lo parámetros detallados en la tabla 6.

Tabla 6.*Parámetros microbiológicos para mortadela*

Requisitos - INEN 1338	m
¹ Aerobios mesófilos ufc/g	5,0x10 ⁵
¹ <i>Escherichia coli</i> ufc/g	<3
¹ <i>Salmonella</i> / 25 g	Ausencia
² <i>Staphylococcus aureus</i> ufc/g	1,0x10 ³

¹Análisis realizado en el DECAB de la EPN²Análisis realizado en el laboratorio de LABOLAB**Análisis sensorial**

Se evaluó el grado de aceptación de cinco formulaciones de una mortadela tipo bolonia. Primero se prepararon las muestras de cada tratamiento realizando cortes del embutido de 1.5 x 1.5 y 1 cm de grosor aproximadamente, para posteriormente codificarse con una numeración aleatoria de tres dígitos para cada tratamiento descritos en la hoja de catación. A continuación, se realizó una inducción a 60 catadores para explicar el procedimiento de degustación de las muestras para la valoración de cada atributo (color, sabor, apariencia, olor, textura y aceptabilidad global) de acuerdo con su apreciación utilizando una escala de valoración hedónica de siete puntos (Tabla 7).

Tabla 7.*Valoración hedónica de siete puntos.*

Calificación hedónica	Valoración
Me disgusta extremadamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta moderadamente	5
Me gusta mucho	6
Me gusta extremadamente	7

3.4.3. Fase 3. Determinación de parámetros fisicoquímicos de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote

pH

El pH se determina por la variación de iones ácidos (H⁺) en una muestra diluida, la cual es medida entre dos electrodos, uno de vidrio y otro referencial en un potenciómetro (Callejas Y Ramírez 2018).

En vasos de precipitación se colocaron diez gramos de cada prototipo más 90 ml de agua destilada. Con agitaciones suaves se homogenizó la muestra y luego se dejó en maceración por una hora y se filtró el líquido. Finalmente se tomaron lecturas del pH con un potenciómetro calibrado previamente con buffer pH 7 y buffer pH 4.

Humedad

Esta técnica se fundamenta en la evaporación del agua de la muestra cuando se somete a calentamiento y disminuye su peso inicial (Tirado *et al.*, 2015).

En crisoles secos previamente se colocaron tres gramos de muestra de cada prototipo y se calentaron a 70°C en una estufa por 16 horas.

El cálculo del contenido de humedad se procede como sigue:

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{M_f - P_c}{M_i} 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \text{Materia seca}$$

Donde:

M_i = peso inicial

M_f = peso seco en el crisol

P_c = peso del crisol vacío

Proteínas

Para cuantificar analíticamente el contenido de nitrógeno en muestras orgánicas se lo realiza con la técnica Kjeldahl, la cual consiste en la digestión de una muestra orgánica con un ácido más un catalizador (Mihaljev *et al.*, 2015).

Dentro de tubos de digestión se añadió un gramo de muestras más una pastilla del catalizador compuesta de sales de sulfato de potasio, sulfato cúprico y selenio. Después se adicionó el ácido sulfúrico concentrado, luego se llevó la muestra paulatinamente a una temperatura de 420 °C hasta que la solución adopte un color verde esmeralda que indica una digestión completa. Luego de enfriar la muestra se neutralizó la solución agregando hidróxido de sodio 10 N para convertir el exceso de ácido sulfúrico en sulfato de sodio. El gas de amoníaco liberado fue arrastrado por el vapor de agua hasta un matraz colector con una solución de ácido bórico al 4% p/v.

Para la valoración del amoníaco capturado en la solución ácida se realiza una titulación con ácido clorhídrico, siendo los equivalentes consumidos utilizados para los cálculos mediante las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(V_m - V_b) \times N_a \times 1,4007}{M}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times Fc$$

Donde:

V_m = ml de ácido gastados en la valoración de la muestra

V_b = ml de ácido gastados valoración del blanco

N_a = normalidad del ácido

1,4007 = peso en meq de nitrógeno x 100 %

M = peso de la muestra en gramos

Fc = 6,25 (factor de conversión de proteína)

Grasa

El proceso se realizó en un extractor tipo Soxhlet, donde se extraen los compuestos lipídicos utilizando un disolvente, generalmente éter o hexano (Quino Y Alvarado 2014). En cartuchos

de celulosa se colocaron tres gramos de muestra previamente seca, luego para el montaje del aparato Soxhlet, el matraz redondo se llenó con el solvente, que es inmisible con la grasa. Se calentó el matraz, lo que provoca la evaporación del solvente. El solvente vaporizado se condensa en el condensador y gotea sobre la muestra en el extractor. El solvente extrajo la grasa de la muestra a medida que se recircula continuamente a través del aparato durante varias horas. Después que se completa la extracción, el balón receptor se retiró y se evaporó el solvente en una estufa. Se dejó enfriar y se pesó para realizar el cálculo de la cantidad de grasa en la muestra original mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa (\%)} = 100 \times \frac{P_b - P_a}{P}$$

Donde:

P= peso inicial de la muestra

P_a= peso del cartucho de celulosa vacío

P_b= peso del cartucho de celulosa con el extracto etéreo

Ceniza

La cantidad de cenizas del material inorgánico en muestras de alimentos se mide después de su incineración a 550 °C (Quino Y Alvarado 2014).

Primero, en crisoles previamente secos y pesados se colocaron cinco gramos de muestra que fue carbonizada en una cámara de extracción de gases para luego ser calcinada a 550 °C en la mufla por seis horas obtener un color plomo claro. Después los crisoles se transfirieron al desecador para enfriarse y el contenido de ceniza se calculó de siguiente manera:

$$\text{Cenizas (\%)} = 100 \times \frac{C_2 - C_0}{C_1 - C_0}$$

Donde:

C₀= peso del crisol vacío

C₁= peso del crisol con la muestra inicial

C₂= peso del crisol con la muestra calcinada.

3.4.4. Fase 4. Medición instrumental de textura de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote

Para determinar el comportamiento mecánico del embutido se realizó un ensayo de doble compresión en un analizador de textura TVT 6700, donde las muestras de 20 mm de diámetro se comprimieron un 30% con una sonda de acrílico de 40 mm de diámetro por dos ciclos, un tiempo de recuperación de cinco segundos y una velocidad de 1,5 mm/s.

Como resultado de la deformación se obtuvieron curvas de la fuerza en relación con el tiempo, en donde el primer pico de fuerza máxima detectado se denomina dureza, después de cinco segundos se mide la elasticidad que es la altura que recupera la muestra entre ambas compresiones. El valor de cohesividad representa la resistencia del material a ser comprimido en el segundo ciclo y como producto de los parámetros anteriores se obtiene el valor de la masticabilidad. Adicional, se obtiene el valor de la resiliencia es la energía absorbida durante la deformación y liberada durante la recuperación del producto para volver a su posición inicial después de la deformación (Toledo, 2019).

Adicionalmente, en el analizador de textura TVT 6700 con una hoja triangular de Warner Bratzler, se obtuvo el valor de la fuerza máxima necesaria para cortar el alimento denominada fuerza de corte con velocidades de prueba y retracción de 1,5 mm/s y 1,0 mm/s, respectivamente.

3.4.5. Análisis estadístico

Para la evaluación del efecto de la temperatura en las propiedades funcionales del almidón de camote el experimento se implementó bajo un diseño completamente aleatorizado, donde se dispusieron cuatro tratamientos que corresponden a cuatro temperaturas 60 °C, 70 °C, 80 °C y 90 °C, con cuatro observaciones por tratamiento.

Para la evaluación de la mortadela tipo bolonia, el ensayo se implementó bajo un diseño totalmente aleatorizado, con un factor en estudio a cuatro niveles de sustitución del porcentaje de grasa por almidón más un testigo, siendo un total de cinco tratamientos con tres observaciones.

En el programa estadístico InfoStat 2020e, se verificó la normalidad y varianzas homogéneas de los resultados de I.A.A., I.S.A. y P.H., así como los parámetros fisicoquímicos (pH, proteína, grasa, cenizas, humedad) y de textura (dureza, elasticidad, masticabilidad, cohesividad, resiliencia y trabajo de corte), mediante una prueba de Shapiro Wilks y Levene, respectivamente. Posteriormente, se realizó el análisis de varianza de los datos y una comparación de medias por la prueba de Tukey con una confiabilidad del 95 %.

En el programa IBM SPSS Statistics 25, se analizaron los resultados del análisis sensorial y no fueron normales, por lo cual se aplicó la prueba de Kruskal Wallis. Posteriormente, se realizó una prueba Post hoc no paramétrica de comparación múltiple en pares Dunn-Bonferroni.

3.5. Consideraciones bioéticas

El desarrollo de la investigación no implicó la manipulación de partes genéticas del material vegetal, ni especies protegidas. Tampoco se generó ningún tipo de afectación a ningún ecosistema ni área protegida.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase 1. Determinación de contenido de amilosa y análisis funcional del almidón extraído de camote

La amilosa resulta de la distribución y unión lineal de moléculas de glucosa, tiende a formar estructuras más compactas y menos solubles en agua que la amilopectina. Por lo tanto, determinar el porcentaje de estos componentes es importante en el procesamiento de alimentos y su calidad porque afecta la solubilidad y viscosidad del almidón (Kong *et al.*, 2015). El rendimiento de extracción de almidón obtenido de 4,22 g de almidón por cada 100 g de camote fresco procesado fue menor al reportado por Rosales *et al.* (2022) con 5,75%, donde mencionan que las variaciones en los porcentajes de rendimiento en la extracción de almidón pueden deberse a pérdidas de almidón durante las operaciones unitarias del proceso. Con un contenido de amilosa de 38,90% (Tabla 8), considerado como alto al ser mayor a 25% (Juliano 1971). Salcedo *et al.* (2018) además menciona que un contenido alto de amilosa puede estar relacionada con una estructura más compacta del almidón que es resistente a la degradación enzimática, por lo cual este tipo de almidones podrían aplicarse en alimentos funcionales otorgando beneficios fisiológicos a la salud.

Tabla 8.

Resultados del análisis de amilosa del almidón de camote

Parámetro	Resultado	Unidad	Método de referencia
Contenido de amilosa	38,90	%	Morrison Y Laignelet (1983)
Contenido de humedad	13,79	%	U. Florida (1970)

Fuente: INIAP EESC – Anexo 4

El porcentaje de amilosa de este trabajo (38.90%) fue mayor al encontrado por Yong *et al.* (2018), quienes reportaron contenidos de amilosa que variaron entre 18,2% y 27,2%, en almidones de camote morado. Aguilar Y Villalobos (2013), mencionan que las diferencias en las propiedades físicas del almidón como la forma, tamaño y contenido de amilosa, se ven condicionadas por las características edafoclimáticas durante su cultivo.

El análisis de normalidad y homocedasticidad de los datos de las propiedades funcionales indicó que existe una distribución normal y varianzas homogéneas porque se obtuvo p valor mayor a 0,05 (Tabla 9).

Tabla 9.

P valor de la normalidad y homocedasticidad de las variables del análisis funcional del almidón de camote.

Variabes	Normalidad	Homocedasticidad
I.A.A.	0,0902	0,2103
I.S.A.	0,2990	0,1100
P.H.	0,1248	0,1423

I.A.A. (índice de absorción de agua), I.S.A. (índice de solubilidad), P.H. (poder de hinchamiento).

*Datos sin normalidad u homocedasticidad $p < 0,05$

Las medias estadísticas \pm la desviación estándar de las propiedades funcionales del almidón, el índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento se presentan en la Tabla 10 en función de la temperatura.

Tabla 10.

Propiedades funcionales del almidón de camote.

Temperatura	Propiedades funcionales		
	I.A.A.	I.S.A.	P.H.
60 °C	2,00 \pm 0,09 ^d	1,42 \pm 0,27 ^c	2,01 \pm 0,09 ^d
70 °C	5,76 \pm 0,47 ^c	11,08 \pm 0,88 ^b	6,06 \pm 0,50 ^c
80 °C	12,77 \pm 0,44 ^b	12,82 \pm 0,25 ^a	14,03 \pm 0,55 ^b
90 °C	14,25 \pm 0,16 ^a	13,05 \pm 0,36 ^a	15,91 \pm 0,19 ^a
p valor	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*

I.A.A. (índice de absorción de agua), I.S.A. (índice de solubilidad), P.H. (poder de hinchamiento). Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes rangos homogéneos ($p < 0,05$)

4.1.1. Índice de absorción de agua

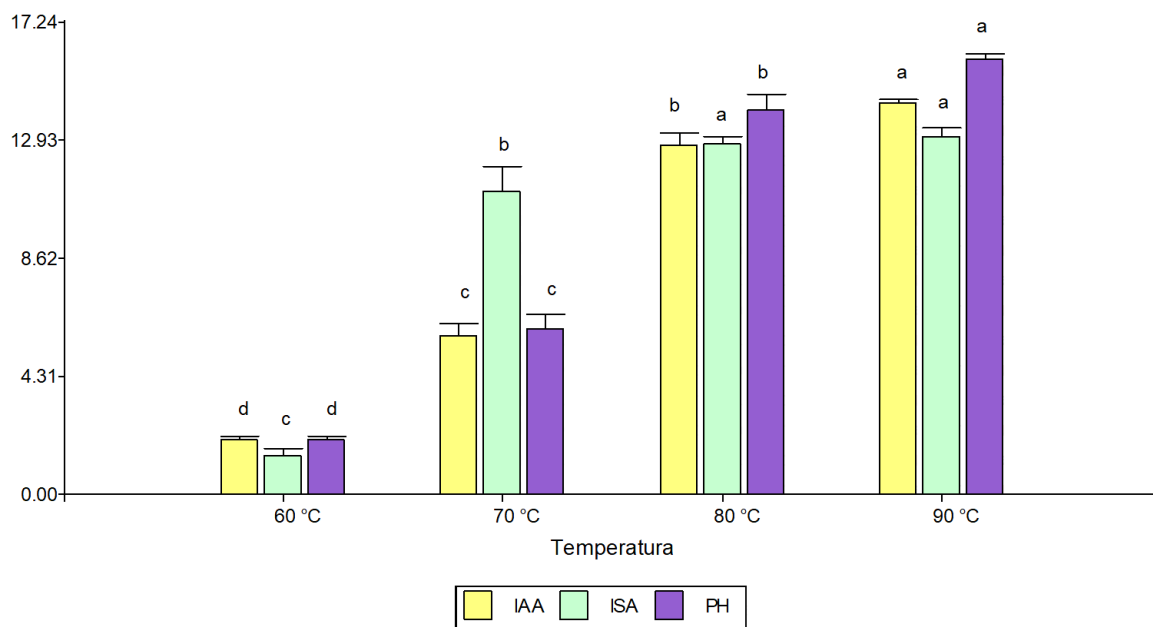
Si existen diferencias significativas para el índice de absorción de agua en función de la temperatura porque se obtuvo un p valor mayor a 0,05 (Tabla 10). Se identificaron cuatro grupos homogéneos para el I.A.A., con un incremento de los valores promedio de forma

directamente proporcional con la temperatura, los cuales oscilaron entre 2,00-14,25 g gel/g de almidón, siendo mayor a 90 °C, mostrado en la Figura 4.

Los valores obtenidos a 60°C fueron superiores a los alcanzados por Murillo *et al.* (2021) en camote morado y amarillo donde tuvieron valores de 1,91 y 1,72 g gel/g de almidón, respectivamente. El almidón está formado por cadenas de amilosa y amilopectina unidos por enlaces de hidrógeno, los cuales cuando hay un aumento de temperatura y presencia de agua se rompen para crear nuevos enlaces con el agua provocando de esta manera la separación de las moléculas de almidón y aumentando el tamaño del gránulo, condición conocida como gelatinización, la cual es esencial en los sistemas alimentarios, porque el almidón por su estructura es resistente a la digestión por lo cual debe formar un gel para poder ser consumido (Choi *et al.*, 2022).

Figura 4.

Valoración de las propiedades funcionales del almidón en función de la temperatura



I.A.A. (índice de absorción de agua), I.S.A. (índice de solubilidad), P.H. (poder de hinchamiento).

4.1.2. Índice de solubilidad en agua

Para el parámetro índice de solubilidad en agua si existen diferencias significativas en función de la temperatura porque el *p* valor fue mayor a 0,05 (Tabla 10). Se identificaron tres

grupos homogéneos, donde los valores evidenciaron un incremento directamente proporcional con la temperatura, los cuales fluctuaron entre 1,42-13,05 g soluble/g de almidón de 60 °C a 90 °C, respectivamente (Figura 4), aunque los valores no fueron estadísticamente diferentes entre 80 °C y 90 °C.

Murillo *et al.* (2021), reportaron valores de 2,91 y 0,92% en almidones de camote morado y amarillo, respectivamente a una temperatura de 60 °C. Las bajas temperaturas hacen insoluble el almidón en agua, pero cuando la temperatura aumenta provoca una reorganización de las moléculas dentro del grano de almidón lo que facilita la acumulación de agua y liberación de la amilosa, esta molécula debido a su estructura lineal posee más facilidad de romper sus enlaces de hidrógeno y crear nuevos enlaces con el agua, a diferencia de la amilopectina que posee una estructura ramificada más compleja, por lo cual mientras mayor es la cantidad de amilosa mayor será su solubilidad (Kong *et al.* 2015; Choi *et al.*, 2022).

4.1.3. Poder de hinchamiento

Para el parámetro, poder de hinchamiento si existen diferencias significativas en función de la temperatura porque el *p* valor fue de 0,05 (Tabla 10). Se identificaron cuatro grupos homogéneos, con un incremento de los valores directamente proporcional con la temperatura, los cuales oscilaron entre 2,01-15,91 g gel/g de almidón de 60 °C a 90 °C (incrementos en la temperatura de 10 °C entre este rango), respectivamente, (Figura 4).

El poder de hinchamiento es el resultado del incremento de masa del almidón que no fue solubilizado durante la absorción de agua por los grupos hidroxilo de las moléculas de amilosa y amilopectina. Este proceso es favorecido por la amilopectina, pero inhibido por la amilosa. (Muñoz *et al.*, 2015). Los almidones nativos son insolubles en agua por debajo de su temperatura de gelatinización, pero cuando estos son calentados progresivamente en agua a temperaturas más altas, se alcanza un punto donde comienzan a hincharse irreversiblemente. Al hincharse estos gránulos de almidón aumentan la viscosidad de la pasta, permitiendo saber el poder de espesamiento de este compuesto (Meaño *et al.*, 2014). El almidón de camote obtuvo una capacidad de hinchamiento baja comparado a otros almidones nativos que alcanzaron valores de 58 (yuca), 28 (papa variedad phureja), ñame Congo (50) g de agua/g de almidón a 95°C (Meaño *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2008).

4.2. Fase 2. Aceptabilidad sensorial de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote

Los resultados del análisis microbiológico se encuentran dentro de los rangos aceptados por la norma.

- Aerobios mesófilos: $1,0 \times 10^5$ UFC/g
- *Escherichia coli*: valor estimado <25 UFC/g
- *Staphylococcus aureus*: <10 UFC/g
- *Salmonella*: Ausencia en 25 gramos

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial son de carácter cualitativo y se analizaron mediante pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y una comparación en pares de Dunn Bonferroni.

Para los parámetros sabor y textura existen diferencia significativas, siendo el p valor menor a 0,05. Sin embargo, para los parámetros, color, olor, apariencia y aceptabilidad global fueron estadísticamente iguales, siendo el p valor mayor a 0,05 (Tabla 11).

El almidón como sucedáneo de grasa en la elaboración de embutidos es una práctica común para reducir la cantidad de grasa y mejorar la textura del producto. Sin embargo, esta sustitución puede afectar la aprobación sensorial del producto, porque puede modificar el contenido de humedad y la liberación de compuestos aromáticos durante la cocción del embutido, que otorguen nuevos sabores u olores al producto final. En este trabajo los niveles de sustitución de grasa por almidón de camote no tuvieron influencia significativa para los atributos de color, olor, apariencia y aceptabilidad global. García *et al.* (2019), de igual manera encontraron que la adición de almidón resistente redujo el 25% del contenido de grasa en salchichas, sin influir en la aceptación sensorial del producto final. Ossom *et al.* (2020) tampoco reportaron un efecto negativo en la calidad sensorial en la elaboración de salchichas Frankfurt con adición de puré de camote como extensor. El uso de almidones no convencionales tiene la capacidad de mejorar las propiedades sensoriales de los embutidos. De la Torre *et al.* (2021), adicionaron almidón de plátano en la formulación de jamón cocido y obtuvieron la mayor aceptabilidad sensorial.

Tabla 11.*Resultados de la evaluación sensorial*

Parámetros	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	P valor
	177	242	416	501	303	
Color	5	5,5	5	5	5	0,800
Olor	6	6	6	6	6	0,995
Sabor	5,5	6	5	4	4	<0,0001*
Apariencia	5	5	5	5	5	0,125
Textura	5,5	6	5,5	4,5	4	<0,0001*
Aceptabilidad global	5	5	5	5	5	0,144

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. * *p* valor <0,05 indica diferencias significativas.

Los valores de la escala hedónica ponderados en porcentaje de acuerdo con la valoración sensorial de los participantes para cada tratamiento se detallan en la tabla 12.

Para los atributos color, apariencia y aceptabilidad global obtuvieron una aceptación hedónica de “5 - me gusta moderadamente” y para el atributo olor se obtuvo un “6 - me gusta mucho” en todos los tratamientos.

En las tablas 13 y 14 se muestran las comparaciones por pares de los tratamientos mediante la prueba Dunn-Bonferroni, para los atributos sabor y textura, respectivamente. El tratamiento dos (sustitución del 10% de grasa por almidón) alcanzó una aceptación hedónica de “6 - me gusta mucho”. Los tratamientos uno (sin sustitución de grasa por almidón) y tres (sustitución del 20% de grasa por almidón) con una aceptación hedónica de “5 - me gusta moderadamente” fueron estadísticamente iguales al tratamiento dos (sustitución del 10% de grasa por almidón). Los tratamientos cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) y cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón), obtuvieron una aceptación hedónica de “4 - no me gusta ni me disgusta”.

Tabla 12.*Valoración hedónica expresada en porcentaje.*

Tratamientos	Valores	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Textura	Aceptabilidad global
T1	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	2	2%	3%	0%	5%	0%	2%
	3	12%	7%	0%	7%	3%	5%
	4	17%	17%	15%	12%	17%	18%
	5	33%	18%	35%	37%	30%	33%
	6	32%	43%	33%	32%	35%	38%
	7	5%	12%	17%	8%	15%	3%
T2	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	2	0%	0%	5%	0%	2%	3%
	3	10%	7%	3%	8%	3%	10%
	4	23%	17%	18%	13%	10%	13%
	5	38%	25%	22%	37%	33%	28%
	6	17%	35%	30%	33%	38%	25%
	7	12%	17%	22%	8%	13%	20%
T3	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	2	2%	0%	7%	3%	3%	3%
	3	7%	8%	8%	8%	2%	13%
	4	15%	17%	23%	17%	5%	12%
	5	38%	23%	33%	35%	40%	42%
	6	32%	37%	13%	28%	27%	15%
	7	7%	15%	15%	8%	23%	15%
T4	1	2%	0%	0%	0%	0%	0%
	2	2%	2%	2%	0%	2%	5%
	3	7%	2%	23%	10%	20%	5%
	4	20%	17%	37%	22%	42%	23%
	5	32%	28%	22%	38%	28%	40%
	6	30%	37%	13%	22%	5%	13%
	7	8%	15%	3%	8%	3%	13%
T5	1	0%	0%	5%	2%	0%	2%
	2	5%	2%	7%	3%	8%	3%
	3	15%	7%	22%	12%	25%	10%
	4	13%	15%	28%	27%	35%	23%
	5	40%	25%	20%	28%	15%	38%
	6	23%	38%	13%	20%	12%	17%
	7	3%	13%	5%	8%	5%	7%

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

La disminución del contenido de grasa en un embutido impactó de manera directa en la textura y sabor de la mortadela. Por lo cual, es necesario incorporar ingredientes que

sustituyan a la grasa sin cambiar las características organolépticas percibidas por el consumidor. Los almidones tienen el poder de ligar agua, lo que mantiene la jugosidad de la mortadela (Chen *et al.*, 2020). Además, mejoran la estabilidad de la emulsión, lo que da como resultado una textura más suave, que se evidencia porque el tratamiento dos obtuvo la mayor aceptabilidad para los atributos sabor y textura incluso más alta que el testigo, cuando se sustituyó el 10% de la grasa por almidón. La sustitución del 20% de grasa por almidón de camote alcanzó una calificación de “5” en la escala hedónica “me gusta moderadamente”, siendo también una formulación sensorialmente aceptable. Pero, cuando disminuyó la cantidad de grasa e incrementó la de almidón de camote la aceptabilidad para los atributos sabor y textura disminuyó. En un estudio similar, la aceptabilidad sensorial no se ve afectada cuando se incorpora hasta un 9% de harinas o almidones en salchichas bajas en grasa, pero cuando este porcentaje incrementó el sabor disminuyó porque estos tienden a atenuar la sazón de las especias. Además, la textura se ve afectada porque se vuelve demasiado blanda y otorga una sensación harinosa en la boca (Abolgasem Y Salama 2023).

Tabla 13.

Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro sabor mediante la prueba Dunn-Bonferroni.

Tratamientos	Códigos	Mediana	Comparaciones	P valor
T 1	177	5,5	T1-T2	1,000
T 2	242	6	T1-T3	0,051
T 3	416	5	T1-T4	<0,0001*
T 4	501	4	T1-T5	<0,0001*
T 5	303	4	T2-T3	0,354
			T2-T4	<0,0001*
			T2-T5	<0,0001*
			T3-T4	0,203
			T3-T5	0,080
			T4-T5	1,000

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. * *p* valor <0,05 indica diferencias significativas.

Tabla 14.

Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro textura mediante la prueba Dunn-Bonferroni.

Tratamientos	Códigos	Mediana	Comparaciones	P valor
T 1	177	5,5	T1-T2	1,000
T 2	242	6	T1-T3	1,000
T 3	416	5,5	T1-T4	<0,0001*
T 4	501	4,5	T1-T5	<0,0001*
T 5	303	4	T2-T3	1,000
			T2-T4	<0,0001*
			T2-T5	<0,0001*
			T3-T4	<0,0001*
			T3-T5	<0,0001*
			T4-T5	1,000

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. * p valor <0,05 indica diferencias significativas.

4.3. Fase 3. Determinación de parámetros fisicoquímicos de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote

El análisis de normalidad y homocedasticidad en los datos indican una distribución normal y varianzas homogéneas de los parámetros fisicoquímicos de la mortadela tipo bolonia con un p valor mayor a 0,05, que (Tabla 15).

Tabla 15.

P valor de la normalidad y homocedasticidad de las variables del análisis fisicoquímico

Variabes	Normalidad	Homocedasticidad
pH	0,4134	0,2573
Humedad	0,7156	0,3609
Cenizas	0,9202	0,5348
Proteína	0,3178	0,1651
Grasa	0,8546	0,3097

*Datos sin normalidad u homocedasticidad $p < 0,05$

En la tabla 16, se describen las medias estadísticas obtenidas y el error estándar (\pm) de cada tratamiento para los parámetros de pH, porcentaje de humedad, porcentaje de cenizas,

porcentaje de proteína y porcentaje de grasa. Donde los códigos (T1, T2, T3, T4, T5), corresponden a cada nivel de sustitución de grasa por almidón.

Tabla 16.

Análisis fisicoquímico de la mortadela tipo bolonia con sustitución de grasa por almidón de camote.

Parámetros fisicoquímicos	Tratamientos					p valor
	T1	T2	T3	T4	T5	
pH	6,18±0,01 ^a	6,19±0,01 ^a	6,19±0,01 ^a	6,18±0,01 ^a	6,17±0,01 ^a	0,0791
Humedad %	34,91±0,1 ^c	35,49±0,13 ^{ab}	35,89±0,11 ^a	35,75±0,24 ^a	35,16±0,18 ^{bc}	0,001*
Cenizas %	2,06±0,07 ^a	2,10±0,15 ^a	2,07±0,09 ^a	2,12±0,08 ^a	2,09±0,06 ^a	0,9369
Proteína%	12,20±0,40 ^a	11,95±0,52 ^a	12,03±0,04 ^a	12,11±0,18 ^a	12,20±0,50 ^a	0,9031
Grasa %	13,60±0,29 ^d	12,91±0,18 ^d	10,19±0,19 ^c	9,34±0,13 ^b	8,18±0,42 ^a	<0,0001*

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes rangos homogéneos ($p < 0.05$)

4.3.1. pH

No se identificaron diferencias significativas para el potencial hidrógeno, con un p valor mayor a 0,05 y un mismo grupo homogéneo para todos los tratamientos. El valor de pH máximo de 6,19 fue en el tratamiento dos y tres (con sustitución del 10 % y 20% de grasa por almidón, respectivamente) y el valor mínimo fue en el tratamiento cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) con 6,17. El tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) y cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) obtuvieron un valor de 6,18 en el pH (Tabla 17).

Algunos autores mencionan que, como consecuencia de incorporación de ingredientes no cárnicos en productos reducidos en grasa, el pH es propenso a presentar variaciones, la inclusión de almidones nativos en una mortadela de pollo bajo en grasa por Preste *et al.*, (2015), obtuvo valores entre 6,21 y 6,40. La incorporación de fibra de trigo en hamburguesas bajas en gras ocasionó una disminución del valor de pH de 6,27 a 6,13. Santos *et al.* (2019), menciona que el valor de pH del producto final es afectado por el pH de la materia prima como la carne de cerdo y las condiciones de su almacenamiento, además el pH de la fibra de trigo también podría influir en la variación de los valores de pH. Sin embargo, los resultados

de esta investigación demostraron que la sustitución de grasa por almidón de camote no influyó significativamente sobre el potencial hidrógeno del embutido y los valores obtenidos estuvieron dentro de los establecidos por la norma técnica INEN 1340 para productos cárnicos – Mortadela de 5,9 a 6,2.

Tabla 17.

Análisis de pH de la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	pH	p valor
T1	6,18±0,01 ^a	0,0791
T2	6,19±0,01 ^a	
T3	6,19±0,01 ^a	
T4	6,18±0,01 ^a	
T5	6,17±0,01 ^a	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes rangos homogéneos ($p < 0.05$)

4.3.2. Humedad

Si se identificaron diferencias significativas para el porcentaje de humedad en la mortadela tipo bolonia con un p valor mayor a 0,05. Los resultados en los diferentes tratamientos identificaron cuatro grupos homogéneos (Figura 5), en donde si incrementa el porcentaje de almidón también lo hace la humedad en la formulación, siendo los tratamientos tres (sustitución del 20% de grasa por almidón) y cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) estadísticamente iguales con los valores más altos 35,89% y 35,75%, respectivamente. El tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) obtuvo el valor más bajo 34,91% (Tabla 18).

Tabla 18.*Análisis del porcentaje de humedad de la mortadela tipo bolonia*

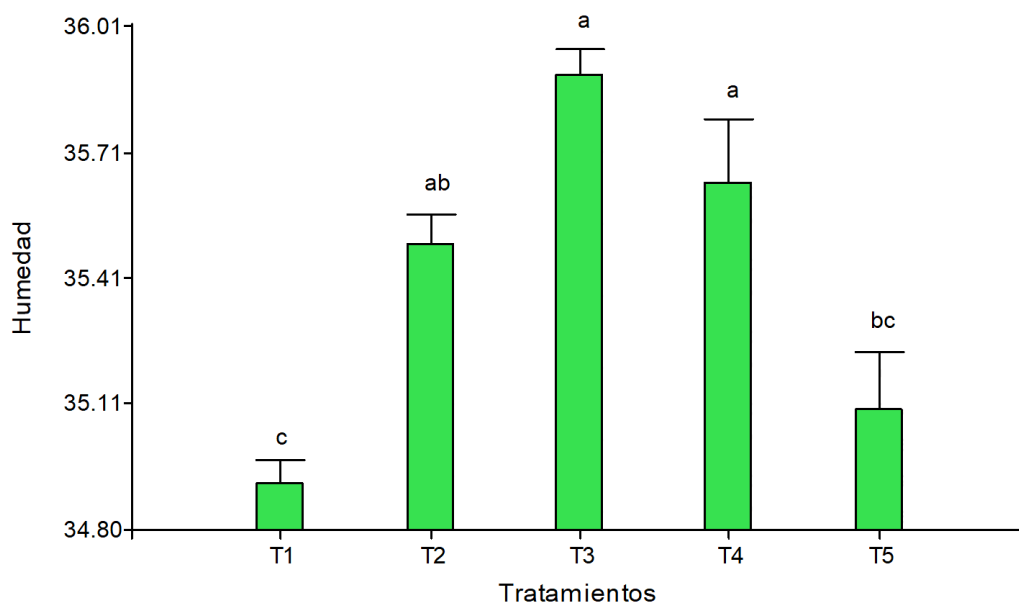
Tratamientos	Humedad %	p valor
T1	34,91±0,1 ^c	
T2	35,49±0.13 ^{ab}	
T3	35,89±0,11 ^a	0,001*
T4	35,75± 0,24 ^a	
T5	35,16±0,18 ^{bc}	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes rangos homogéneos ($p < 0.05$)

Prestes *et al.* (2015) reporta contenidos de humedad más altos en formulaciones de mortadela reducidas en grasa con la incorporación de almidón nativo de maíz y almidón modificado obteniendo valores entre 64% y 66,2%, respectivamente. Varios estudios informan un aumento de la humedad en embutidos reducidos en grasa relacionado con el alto contenido de carne y con el nivel de sólidos solubles en la formulación, porque el almidón incorporado tiene la capacidad de retener agua en su interior e incrementar su tamaño, cumpliendo la función de grasa manteniendo así la humedad del producto final y disminuyendo la sinéresis (Pietrasik Y Soladoye 2021; Prestes *et al.*, 2015). Los valores de humedad obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del parámetro permitido por la norma técnica INEN 1340 para productos cárnicos – Mortadela con un porcentaje máximo de 65%. Mostraron un incremento de la humedad respecto al testigo, sin embargo, el tratamiento cuatro y cinco con los mayores niveles de sustitución de grasa tuvieron una disminución del porcentaje de humedad (Figura 4). Pietrasik Y Soladoye (2021) mencionan que esto se debe a que los almidones nativos son susceptibles a la retrogradación que se produce cuando el almidón con el aumento de temperatura modifica sus enlaces e incrementa su tamaño al absorber agua, pero cuando se enfría vuelve a su estructura liberando el agua, con el fin de corregir este problema se busca modificar el almidón nativo.

Figura 5.

Evolución del contenido de humedad de la mortadela tipo bolonia



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

4.3.3. Cenizas

Para el porcentaje de ceniza, los valores entre los tratamientos no fueron estadísticamente diferentes, el p valor fue mayor a 0,05. Los valores para el porcentaje de cenizas oscilaron entre 2,06% y 2,12%, sin una tendencia definida (Tabla 19).

Tabla 19.

Análisis del porcentaje de cenizas de la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	Cenizas %	p valor
T1	2,06±0,07 ^a	0,9369
T2	2,10±0,15 ^a	
T3	2,07±0,09 ^a	
T4	2,12±0,08 ^a	
T5	2,09±0,06 ^a	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

Los valores en el porcentaje de cenizas obtenidos en todos los tratamientos estuvieron dentro del parámetro establecido por la norma técnica INEN 1340 para productos cárnicos - Mortadela, no mayor al 3,5%. Hernández *et al.* (2008) caracterizaron almidones de tubérculos de makal, camote y yuca, en donde reportaron que su composición química corresponde mayormente al extracto libre de nitrógeno con valores entre 99,44 y 99,28. Siendo el contenido de los demás componentes químicos (proteína, grasa, fibra cruda, cenizas) menor al 1%. Debido a esto al incorporar almidones en una matriz alimentaria como un embutido no modificará el contenido de cenizas del producto final.

4.3.4. Proteína

El contenido de proteína entre los tratamientos no fue estadísticamente diferente con un *p* valor de 0,9031. Los valores para el contenido de proteína oscilaron entre 11,95% y 12,20%, los cuales están dentro del parámetro mínimo establecido por la norma técnica INEN 1340 para productos cárnicos – Mortadela, del 12 % (Tabla 20).

Tabla 20.

Análisis del porcentaje de proteína de la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	Proteína %	<i>p</i> valor
T1	12,20±0,40 ^a	
T2	11,95±0,52 ^a	
T3	12,03±0,04 ^a	0,9031
T4	12,11±0,18 ^a	
T5	12,20±0,50 ^a	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

Preste *et al.* (2015) reportaron valores de 15,55% y 16,46% cuando formularon mortadelas de pollo bajas en grasa utilizando almidones nativos de yuca y maíz, respectivamente. Estos autores tampoco obtuvieron diferencias significativas en el contenido de proteína entre los tratamientos. Hernández *et al.* (2008) reportaron que el almidón de camote y otras especies de raíces tuberosas, su composición química corresponde mayormente al extracto libre de nitrógeno con valores entre 99,44 y 99,28. Siendo el contenido de los demás componentes

químicos menor al 1%. Por esta razón los tratamientos con sustitución de grasa por almidón de camote no fueron estadísticamente diferentes al control.

4.3.5. Grasa

Para el porcentaje de grasa, si existen diferencias significativas entre los tratamientos con un *p* valor menor a 0,05 (Tabla 21). Se identificaron cuatro grupos homogéneos (Figura 6), siendo los tratamientos uno (sin sustitución de grasa por almidón) y dos (sustitución del 10% de grasa por almidón) estadísticamente iguales con los mayores valores 13,60% y 12,91%, respectivamente. Los tratamientos tres (sustitución del 20% de grasa por almidón), cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) y cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) fueron estadísticamente diferentes entre sí, obteniendo los valores más bajos 10,19%, 9,34% y 8,28%, respectivamente, los cuales se encuentran dentro del parámetro máximo establecido por la norma técnica INEN 1340 para productos cárnicos – Mortadela de 25%.

Tabla 21.

Análisis del porcentaje de grasa en la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	Grasa %	<i>p</i> valor
T1	13,60±0,29 ^d	<0,0001*
T2	12,91±0,18 ^d	
T3	10,19±0,19 ^c	
T4	9,34±0,13 ^b	
T5	8,18±0,42 ^a	

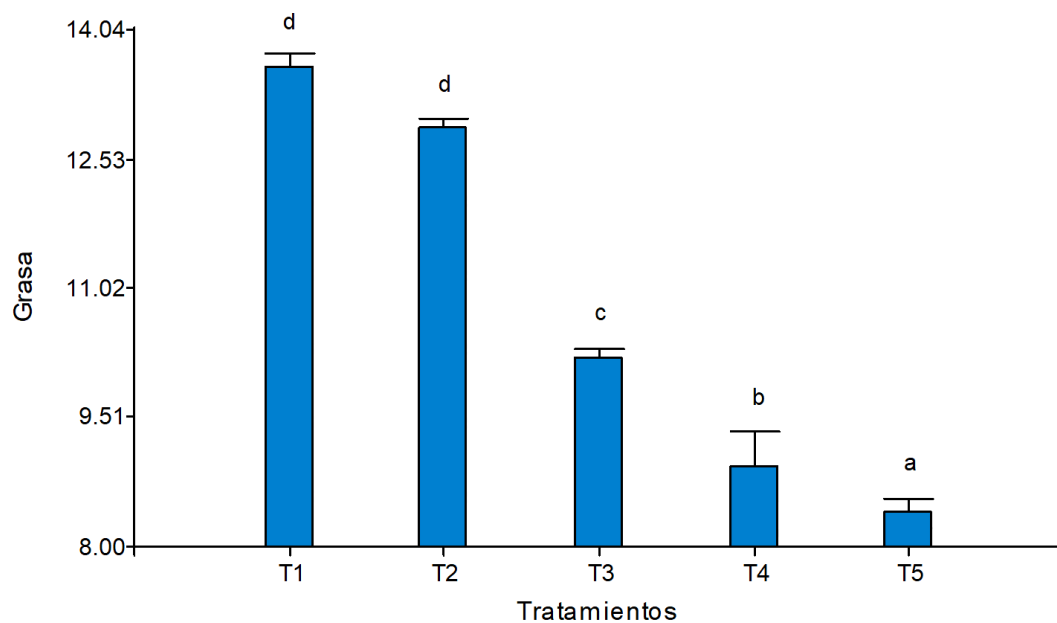
T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

La comparación entre la formulación de mortadela testigo sin sustitución de grasa (tratamiento uno) y los tratamientos con almidón de camote comprueban que se logró reducir hasta en un 40% el contenido grasa del producto final. Hernández *et al.* (2008), obtuvieron que el porcentaje de extracto etéreo en almidones nativos de makal, yuca y camote fue menor al 1%. Pietrasik Y Soladoye (2021), indican que los sucedáneos de grasa a base de

carbohidratos son agentes formadores de geles que se agregan por su capacidad de captar agua y estabilizar la emulsión durante la cocción.

Figura 6.

Disminución del porcentaje de grasa de la mortadela tipo bolonia



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

4.4. Fase 4. Medición instrumental de textura de una mortadela tipo bolonia con sustitución parcial de grasa por almidón de camote

El análisis de normalidad y homocedasticidad en los datos indican una distribución normal y varianzas homogéneas de los parámetros de textura de la mortadela tipo bolonia con un p valor mayor a 0,05, que (Tabla 22).

Tabla 22.*P valor de la normalidad y homocedasticidad de los parámetros del perfil de textura*

VARIABLES	Normalidad	Homocedasticidad
Dureza	0,4255	0,7599
Elasticidad	0,5814	0,2849
Resiliencia	0,8579	0,2224
Cohesividad	0,2220	0,5787
Masticabilidad	0,2578	0,4757
Trabajo de corte	0,1474	0,7661

*Datos sin normalidad u homocedasticidad $p < 0,05$

En la tabla 23, se describen las medias estadísticas obtenidas y el error estándar (\pm) de cada tratamiento para los parámetros de dureza, elasticidad, resiliencia, cohesividad, masticabilidad y trabajo de corte. Donde los códigos (T1, T2, T3, T4, T5), corresponden a cada nivel de sustitución de grasa por almidón.

Tabla 23.*Análisis instrumental de textura de la mortadela tipo bolonia*

Tratamientos	Perfil de textura					
	Dureza (gf)	Elasticidad	Resiliencia	Cohesividad	Masticabilidad (gf.mm)	Trabajo de corte (gf.mm)
T1	2802,00 \pm 63,21 ^a	1,61 \pm 0,05 ^a	1,21 \pm 0,03 ^a	0,23 \pm 0,01 ^a	988,16 \pm 6,93 ^a	69186,16 \pm 148,12 ^{ab}
T2	2559,67 \pm 28,54 ^b	1,32 \pm 0,05 ^b	0,61 \pm 0,02 ^b	0,23 \pm 0,02 ^a	810,36 \pm 32,06 ^b	70017,67 \pm 294,11 ^a
T3	2353,00 \pm 51,03 ^{cd}	1,33 \pm 0,03 ^b	0,60 \pm 0,03 ^b	0,24 \pm 0,01 ^a	802,81 \pm 26,66 ^b	68934,11 \pm 329,92 ^b
T4	2403,00 \pm 46,03 ^c	1,35 \pm 0,06 ^b	0,62 \pm 0,07 ^b	0,25 \pm 0,02 ^a	782,76 \pm 13,80 ^b	62377,67 \pm 396,79 ^c
T5	2267,67 \pm 33,01 ^d	1,21 \pm 0,09 ^b	0,26 \pm 0,10 ^c	0,26 \pm 0,02 ^a	760,85 \pm 33,75 ^b	58837,75 \pm 334,92 ^d
<i>p</i> valor	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,4043	<0,0001*	<0,0001*

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos ($*p < 0,05$)

4.4.1. Dureza

Para el parámetro dureza, los valores para este parámetro fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos con un p valor de 0,05 (Tabla 24). En los resultados en los diferentes tratamientos se identificaron cinco grupos homogéneos (Figura 7), siendo el tratamiento tres (sustitución del 20% de grasa por almidón) estadísticamente igual al tratamiento cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) y cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) con valores 2 353gf, 2 403gf y 2 267,67gf, respectivamente. El tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) obtuvo el mayor valor de dureza (2802 gf), seguido del tratamiento dos (sustitución del 10% de grasa por almidón) con un valor de dureza de 2 559,67 gf.

Tabla 24.

Análisis de dureza instrumental de la mortadela tipo bolonia

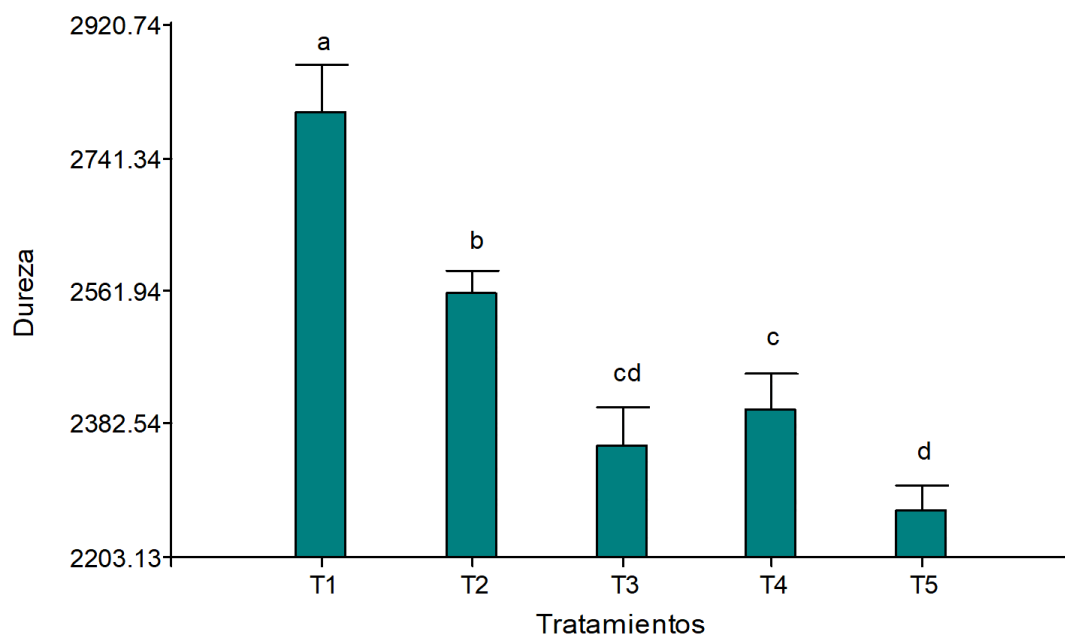
Tratamientos	Dureza gf	p valor
T1	2802,00±63,21 ^a	
T2	2559,67±28,54 ^b	
T3	2353,00±51,03 ^{cd}	<0,0001*
T4	2403,00±46,03 ^c	
T5	2267,67±33,01 ^d	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos (* p <0.05)

Los resultados indican una disminución de la dureza de la mortadela tipo bolonia conforme disminuye el porcentaje de grasa y se sustituye con almidón de camote. Monsalve *et al.* (2021), también reportaron una disminución de la dureza en un embutido tipo salchichón a medida que disminuye el contenido de grasa y se sustituye con colágeno y plasma, porque la textura final se vuelve más suave. Este parámetro pudo verse afectada por la liberación de la amilosa del grano de almidón, como lo reportaron Sarteshnizi *et al.* (2015), en salchichas formuladas con almidón resistente, donde la dureza cambio de 39,99 a 16,24 N conforme mayor fue el contenido de almidón.

Figura 7.

Variación en los valores de dureza de la mortadela tipo bolonia.



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

4.4.2. Elasticidad

El parámetro elasticidad mide la altura que recuperó la mortadela después de la fuerza que impactó contra ella. Los valores obtenidos para este parámetro fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos con un p valor menor a 0,05 (Tabla 25). La comparación entre los tratamientos identificó dos grupos homogéneos (Figura 8), en donde el valor promedio en la elasticidad del embutido disminuyó al sustituir la grasa por almidón de camote, siendo el tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) estadísticamente diferente a los demás tratamientos, con el mayor valor (1,61). El tratamiento cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) obtuvo el menor valor de elasticidad (1,21).

Tabla 25.

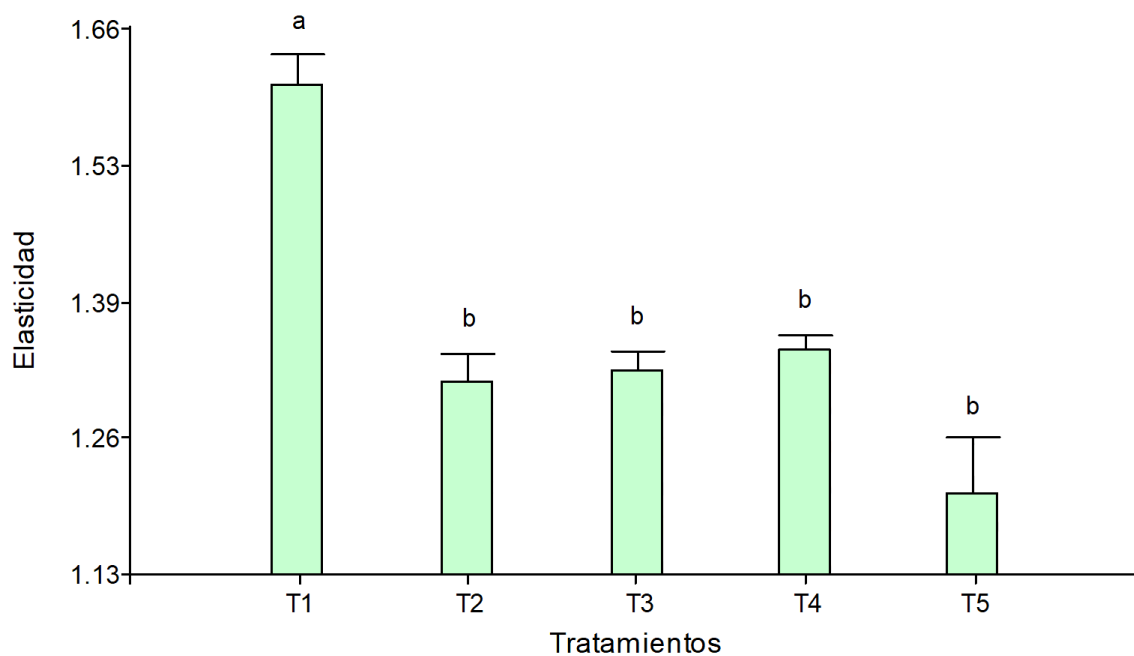
Análisis de elasticidad instrumental de la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	Elasticidad	<i>p</i> valor
T1	1,61±0,05 ^a	
T2	1,32±0,05 ^b	
T3	1,33±0,03 ^b	<0,0001*
T4	1,35±0,06 ^b	
T5	1,21±0,09 ^b	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos (**p*<0.05)

Figura 8.

Variación en los valores de elasticidad de la mortadela tipo bolonia.



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

Montero *et al.* (2023), obtuvieron valores más bajos, pero no hubo un efecto significativo de entre los tratamientos con adición de almidón de yuca y fibra de arveja en salchichones fermentados, pero si fueron estadísticamente diferentes comparados al control, disminuyendo la elasticidad con la sustitución parcial de grasa, de 0,90 a 0,84. Una mayor cantidad de grasa proporciona mayor elasticidad al sistema porque la grasa interactúan con las proteínas de la carne formando una red que atrapa agua en su interior creando un sistema firme y flexible luego de la cocción. Cuando disminuye la cantidad de grasa, no se forma correctamente la emulsión cárnica y las fuerzas intermoleculares de la matriz cárnica son débiles después de la cocción, creando una textura más suave y menos elástica. (Toledo, 2019).

4.4.3. Resiliencia

El parámetro resiliencia mide la capacidad del embutido para volver a su forma luego de una deformación. La comparación entre los tratamientos identificó tres grupos homogéneos (Figura 9), en donde el valor promedio en la resiliencia del embutido disminuyó al sustituir la grasa por almidón de camote, siendo el tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) con el mayor valor (1,21). El tratamiento cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) obtuvo el menor valor de resiliencia (0,26).

Tabla 26.

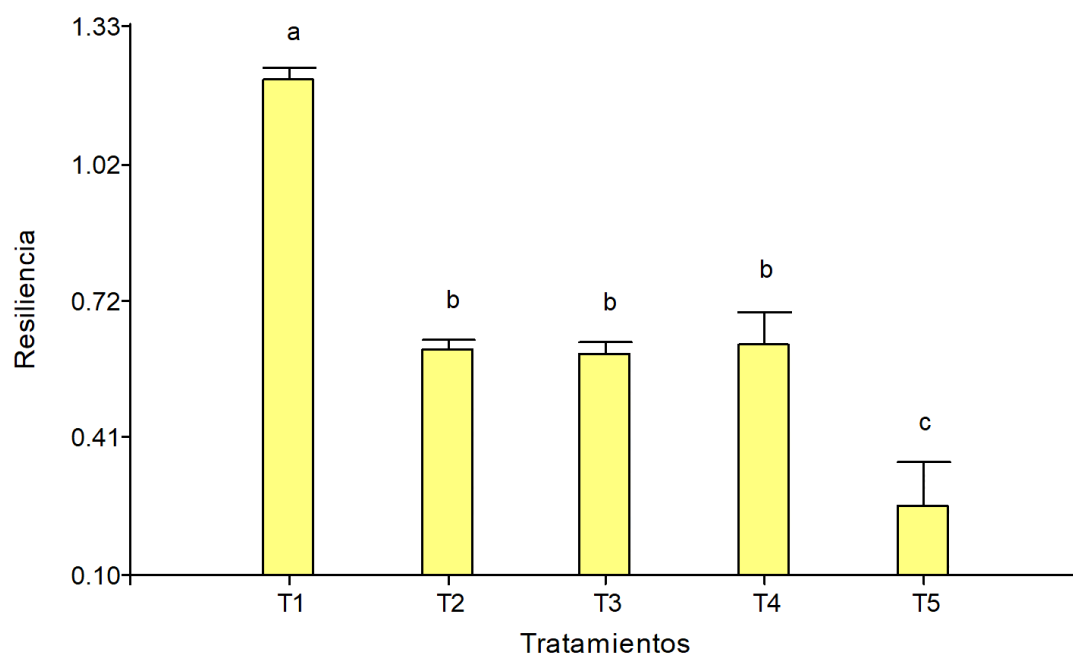
Análisis de resiliencia instrumental de la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	Resiliencia	p valor
T1	1,21±0,03 ^a	
T2	0,61±0,02 ^b	
T3	0,60±0,03 ^b	<0,0001*
T4	0,62±0,07 ^b	
T5	0,26±0,10 ^c	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos (* $p < 0.05$)

Figura 9.

Variación en los valores de resiliencia de la mortadela tipo bolonia.



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

Montero *et al.* (2023), también reportaron que al incrementar la cantidad de fibra de arveja y almidón de yuca hubo una reducción significativa en la resiliencia de 0,38 a 0,32 en salchichones fermentados. Los alimentos con una resiliencia alta son más firmes y satisfactorios al masticar, mientras que una disminución de la resiliencia hace el alimento más blando y menos satisfactorio durante la degustación. Esto se evidencia ya que el tratamiento cinco obtuvo el menor valor de resiliencia y la menor calificación sensorial (Toledo, 2019).

4.4.4. Cohesividad

Para el parámetro cohesividad, la comparación entre los tratamientos no identificó diferencias significativas con un p valor mayor a 0,05 (Tabla 27).

Tabla 27.*Análisis de cohesividad instrumental de la mortadela tipo bolonia*

Tratamientos	Cohesividad	<i>p</i> valor
T1	0,23±0,01 ^a	
T2	0,23±0,02 ^a	
T3	0,24±0,01 ^a	0,4043
T4	0,25±0,02 ^a	
T5	0,26±0,02 ^a	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos (**p*<0.05)

Pero, los valores fueron bajos (0,23 a 0,26) comparados con los obtenidos por Montero *et al.* (2023), donde los valores de cohesividad incrementaron de 0,74 a 0,78 en salchichones formulados con almidón de yuca y fibra de arveja. Los valores de cohesividad no fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos, pero se observa un incremento de los valores con la sustitución de grasa por almidón de camote. La cohesión es una medida del grado de dificultad para descomponer la estructura interna de la mortadela. La sustitución de grasa por almidón produjo una diferencia leve o nula, no significativa en la cohesión de la mortadela.

4.4.5. Masticabilidad

Para el parámetro masticabilidad, los valores obtenidos en los tratamientos fueron estadísticamente diferentes con un *p* valor menor a 0,05 (Tabla 28). La comparación entre los tratamientos identificó dos grupos homogéneos (Figura 10), en donde el valor promedio en la masticabilidad del embutido disminuyó al sustituir la grasa por almidón de camote, siendo el tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) con el mayor valor (988,16 gf), Los tratamientos dos (sustitución del 10% de grasa por almidón), tres (sustitución del 20% de grasa por almidón), cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) y cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) fueron estadísticamente iguales con valores 810,36 gf.mm y 802,81 gf.mm, 782,76 gf.mm y 760,85 gf.mm, respectivamente.

Tabla 28.*Análisis de masticabilidad instrumental de la mortadela tipo bolonia*

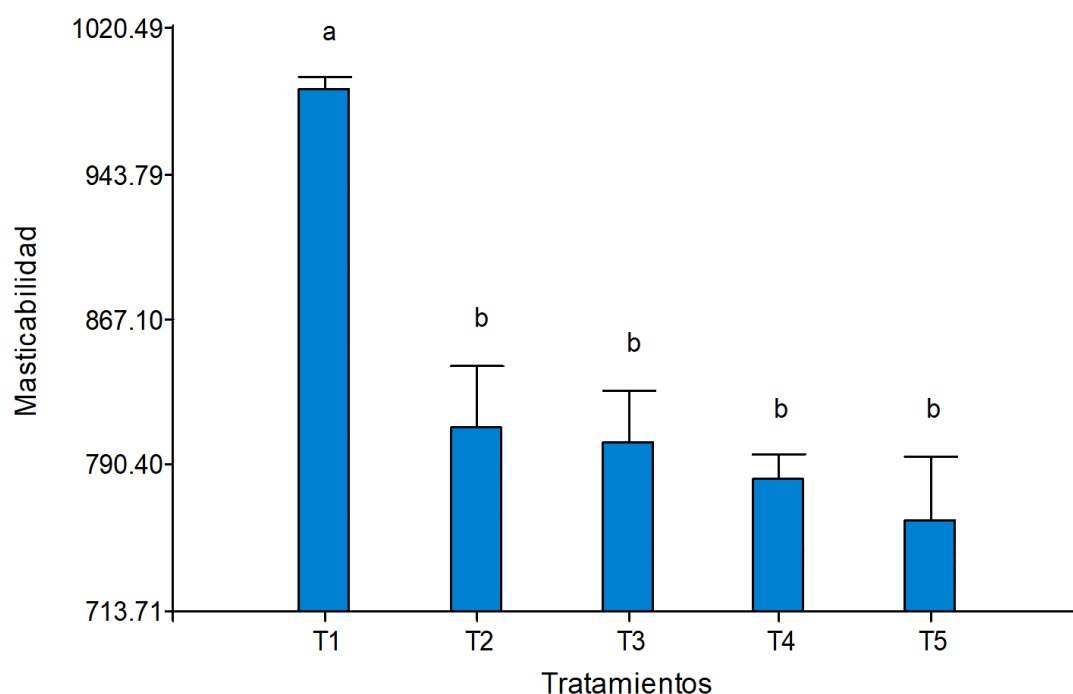
Tratamientos	Masticabilidad gf.mm	p valor
T1	988,16±6,93 ^a	
T2	810,36±32,06 ^b	
T3	802,81±26,66 ^b	<0,0001*
T4	782,76±13,80 ^b	
T5	760,85±33,75 ^b	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos (* $p < 0.05$)

Montero *et al.* (2023) formularon salchichones fermentados e indicaron que los valores de masticabilidad se incrementaron de 296,01 a 1006,08 cuando se incorporó el almidón de yuca y fibra de arveja, ya que la adición de estos también generó una mayor dureza. Prestes *et al.* (2015), revelaron que la adición de almidón nativo de maíz y yuca redujo la masticabilidad de 173,35 a 128,99, respectivamente en una mortadela de pollo baja en grasa. La adición de almidones nativos en las matrices alimentarias en general mejora las características espesantes y gelificantes estabilizando la textura, sin embargo, este tipo de almidones son susceptibles a cambios cuando se someten a procesos tecnológicos como temperatura, pH, presión, lo cual disminuye su firmeza y provoca una baja resistencia del gel a la deformación cuando este se somete a una fuerza externa (Agudelo *et al.*, 2023). Además, el sustituir la grasa por almidón provoca una modificación la estructura proteína-grasa formada, haciendo que la estructura del embutido formada luego del proceso de cocción sea más débil (Prestes *et al.*, 2015).

Figura 10.

Variación en los valores de masticabilidad de la mortadela tipo bolonia.



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

4.4.6. Trabajo de corte

Para el parámetro trabajo de corte los valores obtenidos fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos con un p valor menor a 0,05 (Tabla 29). La comparación entre los tratamientos identificó cinco grupos homogéneos (Figura 11), en donde el valor promedio en el trabajo de corte del embutido disminuyó al sustituir la grasa por almidón de camote, siendo el tratamiento dos (sustitución del 10% de grasa por almidón) y tratamiento uno (sin sustitución de grasa por almidón) estadísticamente iguales con los mayores valores 70 017,67 gf.mm y 69 186,16 gf.mm, respectivamente. El tratamiento tres (sustitución del 20% de grasa por almidón) con un valor de 68 934,11 gf.mm fue estadísticamente igual al tratamiento control. Los tratamientos cuatro (sustitución del 30% de grasa por almidón) y cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón) obtuvieron los menores valores 62 377,11 gf.mm y 58 837,75 gf.mm, respectivamente.

Tabla 29.

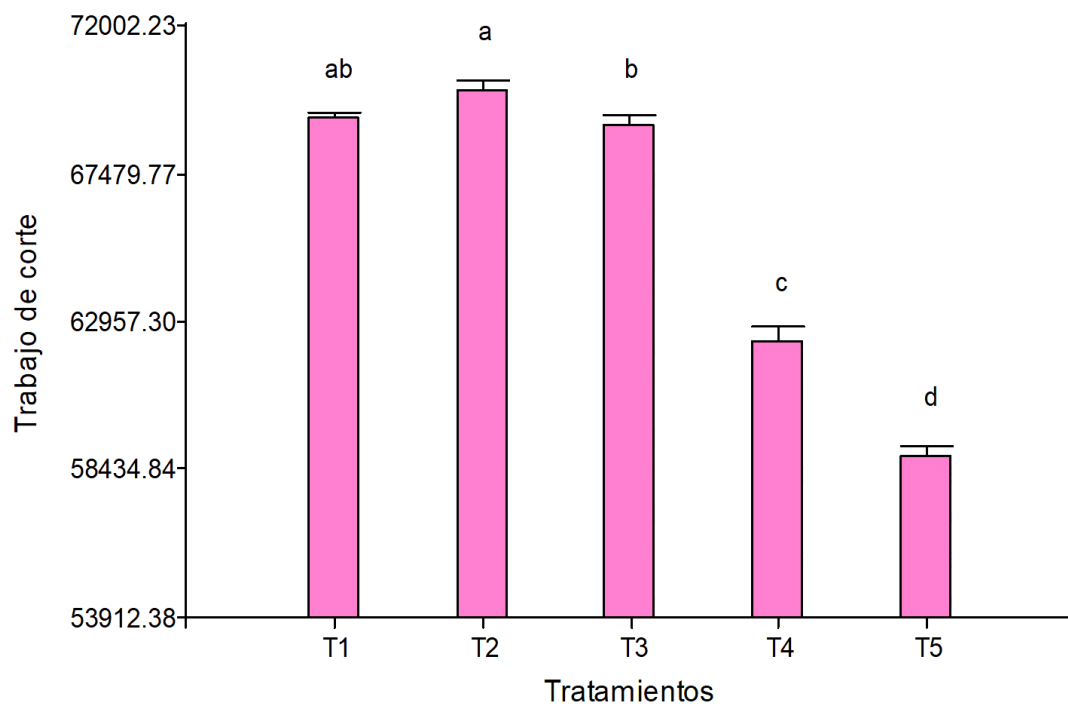
Análisis de trabajo de corte instrumental de la mortadela tipo bolonia

Tratamientos	Trabajo de corte gf.mm	p valor
T1	69186,16±148,12 ^{ab}	
T2	70017,67±294,11 ^a	
T3	68934,11±329,92 ^b	<0,0001*
T4	62377,67±396,79 ^c	
T5	58837,75±334,92 ^d	

T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa. Letras ^{a,b,c,d} diferentes indican diferentes grupos homogéneos (* $p<0.05$)

Figura 11.

Variación en los valores del trabajo de corte de la mortadela tipo bolonia.



T1: testigo, T2: sustitución 10% de grasa, T3: sustitución 20% de grasa, T4: sustitución 30% de grasa, T5: sustitución 40% de grasa.

La resistencia del corte se relaciona con la dureza del embutido, debido a la fuerza del gel, mientras los valores de la dureza disminuyeron también lo hicieron los valores en el esfuerzo del corte de la mortadela tipo bolonia. García Y Vera (2010) mencionaron que en la formulación de salchichas cocidas con adición de harina de cáscara de naranja para disminuir el porcentaje de grasa la resistencia al corte se redujo porque se vio afectada la estructura proteína-grasa formada, porque esta era menos rígida y más fácil de romper. Además, la estructura nativa del almidón es poco eficiente, porque durante los procesos tecnológicos industriales durante la producción de la mayoría de los alimentos, como altas temperaturas, variación del pH y presión, generan geles con una baja resistencia a esfuerzos de corte (Agudelo *et al.*, 2023).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se obtuvo un rendimiento de extracción de almidón de 4,22 g por cada 100 g de camote fresco, con un contenido alto de amilosa de 38,90%. El incremento de temperatura tuvo efecto directo sobre las propiedades funcionales del almidón de camote, mejorando el índice de absorción (2,00 a 14,25 g gel/g muestra), solubilidad (1,42 a 13,05) y poder de hinchamiento (2,01 a 15,91 g gel/g muestra), obteniéndose los mayores valores a 90 °C.

La aplicación del almidón de camote como sucedáneo de la grasa no altera los parámetros de pH, cenizas y proteína porque su composición química es mayormente constituida por carbohidratos. Pero hubo un incremento de la humedad de 34,91 a 35,89 debido a la capacidad de retención de agua que posee el almidón cuando existe un incremento de temperatura durante la cocción del embutido. Además, en el tratamiento cinco se logró disminuir hasta un 40% del contenido de grasa con respecto al tratamiento control porque el almidón forma un gel que imita la red estructural formada por la grasa y proteína en la mortadela tipo bolonia.

El almidón de camote como sustituto de la grasa no tuvo un efecto significativo en la percepción sensorial del color, olor, apariencia y aceptabilidad global de la mortadela por parte de los catadores. Sin embargo, el mayor contenido de almidón en la formulación afectó el sabor y la textura de la mortadela, reduciendo su aceptabilidad entre los catadores debido a que se percibía una sensación harinosa durante la degustación.

Cuando se reemplazó el 10% de grasa por almidón de camote, mejoraron las características organolépticas de la mortadela tipo bolonia, porque se obtuvieron las puntuaciones más altas para todos los atributos sensoriales por parte de los catadores. Cuando se sustituyó el 20% de grasa por almidón de camote también obtuvo una calificación sensorialmente aceptable “me gusta moderadamente” por parte de los catadores.

Mientras mayor fue el porcentaje de sustitución de grasa por almidón de camote hubo una disminución de la dureza, elasticidad, resiliencia, masticabilidad y trabajo de corte de la mortadela tipo bolonia al debilitarse la red estructural formada entre la proteína y la grasa.

Siendo el tratamiento cinco (sustitución del 40% de grasa por almidón de camote) con los valores más bajos para estos parámetros.

5.2. Recomendaciones

Los valores de poder de hinchamiento del almidón en este trabajo fueron bajos, por lo que se debe evaluar modificaciones físicas o químicas del almidón para mejorar este parámetro.

Es primordial estandarizar los procesos e investigar nuevas metodologías de extracción de almidón ya sean químicas o enzimáticas para incrementar el porcentaje de rendimiento del proceso tomando como referencia parámetros críticos que nos permitan obtener un producto de calidad.

Ampliar el análisis funcional de almidón hacia otras variedades de camote y tubérculos andinos, tomando en cuenta parámetros como perfil amilográfico, claridad de la pasta, temperatura de gelatinización, cantidad de almidón resistente, que no fueron considerados en este trabajo.

Realizar nuevas investigaciones sobre la aplicación de almidones nativos en diferentes tipos de alimentos, donde se evalúen parámetros de calidad principalmente organolépticos.

Trabajar en forma conjunta con instituciones públicas del sector agropecuario para generar nuevas variedades de camote con mejores características para la industria de alimentos.

REFERENCIAS

- Abolgasem, F., Y Salama, N. A. (2023). Effect of fat replacers on quality characteristics of low fat meat products: a review. *Egyptian Journal of Nutrition*, 38(4), 19-28.
- Agudelo, C., Argoty J., Torres, O. L., Y Alonso, L. (2023). Efecto de las modificaciones con ácido acético e hidróxido de calcio sobre las propiedades funcionales y reológicas del almidón de ñame (*Dioscorea esculenta* l.). *TecnoLógicas*, 26(58).
- Aguilar, P. V., Y Villalobos, D. H. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha*, 26(1), 37-45.
- Amritpal, K., Narpinder, S., Rajrathnam, E., y Harmeet, S. G. (2007). Physicochemical, thermal, and pasting properties of starches separated from different potato cultivars grown at different locations. *Food Chemistry*, 102: 643- 651
- Anderson, R., Conway, H., Pheiser, V., Y Griffin, E. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 14, 4-12.
- Armijos, G., Villacrés, E., Quelal, M. B., Cobeña, G., Y Álvarez, J. (2020). Evaluación fisicoquímica y funcional de siete variedades de camote provenientes de Manabí-Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(2).
- Asharuddin, S. M., Othman, N., Zin, N. S. M., Tajarudin, H. A., Y Din, M. F. M. (2018). Performance assessment of cassava peel starch and alum as dual coagulant for turbidity removal in dam water. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(4).
- Babu, A., Parimalavalli, R. , Y Mohan, R. (2018). Effect of modified starch from sweet potato as a fat replacer on the quality of reduced fat ice creams. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 2426–2434. 10.1007/s11694-018-9859-4

- Barrios, L. (2020). “Procesamiento alternativo para la mejora de la preservación de productos cárnicos de pasta fina cocido”. Mesquita, L. L. Universidad Nacional de San Martín. Maestría en Calidad Industrial.
- Biasi, V., Huber, E., Goldoni, T. S. H., de Melo, A. P. Z., Hoff, R. B., Verruck, S., Y Barreto, P. L. M. (2023). Goldenberry flour as a natural antioxidant in Bologna-type mortadella during refrigerated storage and in vitro digestion. *Meat Science*, 196, 109041.
- Biswas, A. K., Kumar, V., Bhosle, S., Sahoo, J., Y Chatli, M. K. (2011). Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *International Journal of Livestock Production*, 2(4), 45-54.
- Bolger, Z., Brunton, N. P., Y Monahan, F. J. (2018). Impact of inclusion of flaxseed oil (pre-emulsified or encapsulated) on the physical characteristics of chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 230, 39-48.
- Brewer, M. S. (2012). Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. *Meat science*, 91(4), 385-395.
- Callejas Garzón, A. M., Y Ramírez Gamboa, J. N. (2018). Aprovechamiento de huevo deshidratado en la elaboración de un producto cárnico emulsionado.
- Chavan, R. S., Khedkar, C. D. , Y Bhatt, S. (2016). Fat replacer In Caballero B., Finglas P., Y Toldrá F. (Eds.), *The encyclopedia of food and health*, Vol. 2 (pp. 589–595).
- Chen, Y., She, Y., Zhang, R., Wang, J., Zhang, X., Y Gou, X. (2020). Use of starch-based fat replacers in foods as a strategy to reduce dietary intake of fat and risk of metabolic diseases. *Food science Y nutrition*, 8(1), 16-22.
- Choi, I., Shin, D., Lyu, J. S., Lee, J. S., Song, H. G., Chung, M. N., Y Han, J. (2022). Physicochemical properties and solubility of sweet potato starch-based edible films. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100867.

- Cobana, M, Y Antezana, R. (2007). PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA POR VÍA SECA. *Revista Boliviana de Química*, 24(1), 78-84.
- Cobeña, G., Cañarte, E., Mendoza, A., Cárdenas, F. M., Y Guzmán, Á. (2017). Manual técnico del cultivo de camote. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo/ESPAM. (Manual no. 106).
- Das, S. K., Prabhakaran, P., Tanwar, V. K., Y Biswas, S. (2015). Effect of some plant starches and carrageenan as fat substitutes in chicken patties. *Journal of animal science*, 93(7), 3704-3712.
- De La Torre-Gutiérrez L., Morales-Córdova S.P., González-de la Cruz J.U. Y Concepción de la Cruz-Leyva M. (2021). Effect Of Square Banana Musa Balbisiana Colla Starch on Yield, Water Retention and Sensory Acceptability in Cooked Ham. *European Scientific Journal, ESJ*, 17(25), 82.
- De Paula, C. D., Pastrana-Puche, Y. I., Vilorio-Benítez, K. M., Rubio-Arrieta, J. A., Simanca-Sotelo, M., Álvarez-Badel, B., Y Avilez-Montes, Y. (2021). Physicochemical and sensory evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) restructured products produced in the Sinu Valley, Colombia. *Heliyon*, 7(8).
- Debet, R.M. Y Gidley, J.M. (2006). Three classes of starch granule swelling: Influence of surface proteins and lipids. *Carbohydrate Polymers*, 64 (3): 452- 465.
- Dos Santos, J. M., Ignácio, E. O., Bis-Souza, C. V., Y da Silva-Barretto, A. C. (2021). Performance of reduced fat-reduced salt fermented sausage with added microcrystalline cellulose, resistant starch and oat fiber using the simplex design. *Meat Science*, 175, 108433.
- Erazo Salazar, J. (2022). Evaluación del efecto de la sustitución parcial de carne magra por vísceras rojas (hígado y riñón de cerdo) en la elaboración de una mortadela tipo bolonia.
- Escobar-Puentes, A. A., Palomo, I., Rodríguez, L., Fuentes, E., Villegas-Ochoa, M. A., González-Aguilar, G. A., Olivas-Aguirre, F. J., *et al.* (2022). Sweet Potato (*Ipomoea*

- batatas L.) Phenotypes: From Agroindustry to Health Effects. *Foods*, 11(7), 1058. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/foods11071058>
- Flores-Gorosquera, E., García-Suárez, F. J., Flores-Huicochea, E., Núñez-Santiago, M. C., González-Soto, R., Y Bello-Pérez, L. (2004). Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*). Estudio en planta piloto. *Acta científica venezolana*, 55(1), 86-90.
- Freitas, R. A., Paula, R. C., Feitosa, J. P. A., Rocha, S., Y Sierakowski, M. R. (2004). Amylose contents, rheological properties and gelatinization kinetics of yam (*Dioscorea alata*) and cassava (*Manihot utilissima*) starches. *Carbohydrate polymers*, 55(1), 3-8.
- Freire, M., Y Cofrades, S. (2019). Estrategias para modificar el perfil lipídico en productos cárnicos funcionales. *Tecno Carne* 13: 32-35
- García, S. H., Y Vera, N. G. (2010). Efecto de la Adición de Harina de Cáscara de Naranja sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Textuales y Sensoriales de Salchichas Cocidas. *Nacameh*, 4(1), 23-36.
- García-Santos, M., Conceição, F., Villas Boas, F., Salotti De Souza, B., Y Barretto, A. (2019). Effect of the addition of resistant starch in sausage with fat reduction on the physicochemical and sensory properties. *Food Science and Technology*, 39, 491-497.
- Gómez, C. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 140(1), 107-118.
- Granados, C., Acevedo, D., Y Herrera, A. (2014). Propiedades funcionales del almidón de sagú (*Maranta arundinacea*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 12(2), 90-96.
- Granados, C., Guzmán, LE y Acevedo, D. (2013). Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scombridae thunnus*). *Información tecnológica*, 24 (6), 29-34.

- Gutierrez-Varas, Marco A., Y Siche, Raúl. (2022). Producción de salchichas saludables: Una revisión de los sustitutos de origen vegetal para grasa, carne y sales. *Manglar*, 19(4), 379-389.
- Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J. G., Chel-Guerrero, L., Y Betancur-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Food Science and Technology*, 28(3), 718–726. <https://doi.org/10.1590/S0101-2061200800030003>
- Herrera-Rengifo, J. D., Villa-Prieto, L., Olaya-Cabrera, A. C., Y García-Alzate, L. S. (2020). Extracción de almidón de cáscara de cacao *Theobroma cacao* L. como alternativa de bioprospección. *Revista Ion*, 33(2), 25-34.
- Jiang, Q., Liang, S., Zeng, Y., Lin, W., Ding, F., Li, Z., ... Y Wu, Z. (2019). Morphology, structure, and in vitro digestibility of starches isolated from *Ipomoea batatas* (L.) Lam. by alkali and ethanol methods. *International journal of biological macromolecules*, 125, 1147-1155.
- Juliano B. 1971. A Simplified Assay for Milled-Rice Amylose. *Cereal Sci. Today*. 116(10):334-340.
- Kale, Ravindra Y Md, Sontakke Y GS, Raut Y VR, Chavan. (2020). Use of enzyme modified sweet potato starch in formulation of ice cream. *International Journal of Chemical Studies*. 8. 3002-3008. 10.22271/chemi. 2020.v8. i4aj.10110.
- Kaur, J., Kaur, G., Sharma, S. y Jeet, K. (2018). Nanopartículas de almidón de cereales: un posible aditivo alimentario: una revisión. *Revisiones críticas en ciencia de los alimentos y nutrición* , 58 (7), 1097-1107.
- Khan, M. I., Arshad, M. S., Anjum, F. M., Sameen, A., Y Gill, W. T. (2011). Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. *Food Research International*, 44(10), 3125-3133.

- Kong, X; Zhu, P; Sui, Z; Bao, J. (2015). Physicochemical properties of starches from diverse rice cultivars varying in apparent amylose content and gelatinization temperature combinations. *Food Chemistry* 172:433-440.
- Kumar, Y. (2019). Development of low-fat/reduced-fat processed meat products using fat replacers and analogues. *Food Reviews International*, 37(3), 296-312.
- López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., Gullón, B., Campagnol, P. C. B., Y Franco, D. (2021). Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated fat with oleogels. *Current Opinion in Food Science*, 40, 40-45.
- Marchetti, L. (2014). *Alternativas tecnológicas para el desarrollo de productos cárnicos emulsionados saludables* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Marcos Muntal, B. (2007). *Mejora de la seguridad alimentaria en productos cárnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes*. Universitat de Girona.
- McCrickerd K, Forde CG. Sensory influences on food intake control: moving beyond palatability. *Obes Rev.* 2016 Jan;17(1):18-29. doi: 10.1111/obr.12340. *Epub* 2015 Dec 11. PMID: 26662879.
- Meaño Correa, N., Ciarfella Pérez, A. T., Y Dorta Villegas, A. M. (2014). Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera* L.) para predecir sus posibles usos tecnológicos. *Saber*, 26(2), 182-188.
- Méndez, M. (2015). *Producción y consumo de embutidos en el Ecuador y su impacto en la economía ecuatoriana. Caso Empresas ECARNI SA “Don Diego” durante 2009-2012* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas).
- Mihaljev, Ž. A., Jakšić, S. M., Prica, N. B., Čupić, Ž. N., Y Živkov-Baloš, M. M. (2015). Comparison of the Kjeldahl method, Dumas’s method and NIR method for total nitrogen determination in meat and meat products. *gas*, 2(7).

- Milićević, N., Sakač, M., Hadnađev, M., Škrobot, D., Šarić, B., Hadnađev, T. D., ... Y Pezo, L. (2020). Physico-chemical properties of low-fat cookies containing wheat and oat bran gels as fat replacers. *Journal of Cereal Science*, 95, 103056.
- Monsalve-Atencio, R., Ospina-Millán, N., Y Contreras-Calderón, J. (2021). Effect of addition of collagen and plasma as substitutes for mechanically deboned chicken meat on physicochemical and sensory properties of salchichón. *LWT*, 151, 112157.
- Montero-Castillo, P. M., Acevedo-Correa, D., Y Jaimes-Morales, J. (2023). Elaboración de un salchichón fermentado usando almidón y fibra como sustitutos de grasa. *Información tecnológica*, 34(2), 43-52.
- Moposita-Tenelema, J. D., Villacrés-Poveda, C. E. Y Morales-Padilla, M. M. (2024). Estudio de la modificación química y física de almidón obtenido de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y camote (*Ipomoea batatas*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 4(2), e639. <https://doi.org/10.51252/raa.v4i2.639>
- Morrison, W. R., Y Laignelet, B. (1983). An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *Journal of cereal Science*, 1(1), 9-20.
- Mua, JP Y Jackson, DS (1997). Relaciones entre los atributos funcionales y las estructuras moleculares de las fracciones de amilosa y amilopectina del almidón de maíz†. *Revista de Química Agrícola y Alimentaria*, 45(10), 3848–3854. doi:10.1021/jf9608783.
- Muñoz, L. A., Pedreschi, F., Leiva, A., Y Aguilera, J. M. (2015). Loss of birefringence and swelling behavior in native starch granules: Microstructural and thermal properties. *Journal of Food Engineering*, 152, 65-71.
- Murillo-Martínez, M., Alvis-Bermúdez, A., Arrazola-Paternina, G. (2021) Propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón obtenido de dos variedades de batata (*Ipomoea batatas*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 19(1), 117-127.

- Nieto, G., Y Lorenzo, J. M. (2021). Use of olive oil as fat replacer in meat emulsions. *Current Opinion in Food Science*, 40, 179-186. doi:10.1016/j.cofs.2021.04.007
- Nogales Villalba, D. E. (2018). *Efecto de la forma y dimensión de muestras de queso fresco y velocidad de prueba sobre el análisis de perfil de textura instrumental*.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1340. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. MORTADELA. REQUISITOS.
- Nwokocha, L. M., Aviara, N. A., Senan, C., Y Williams, P. A. (2014). A comparative study of properties of starches from Irish potato (*Solanum tuberosum*) and sweet potato (*Ipomea batatas*) grown in Nigeria. *Starch - Stärke*, 66(7-8), 714–723. doi:10.1002/star.201300237
- Oliveira, A. A. N., Mesquita, E. D. F. M. D., Y Furtado, A. A. L. (2021). Use of bacterial cellulose as a fat replacer in emulsified meat products. *Food Science and Technology*, 42, e42621.
- Orbe Burbano, J. P. (2020). Evaluación de la sustitución parcial de grasa por almidones de oca y zanahoria blanca en la calidad de una mortadela tipo Bolonia. Recuperado de: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1006>
- Ortiz, L. (07 de agosto del 2024). La industria ecuatoriana de embutidos vive un momento de inflexión. *Revista Gestión*. <https://revistagestion.ec/analisis-economia-y-finanzas/la-industria-ecuatoriana-de-embutidos-vive-un-momento-de-inflexion/>
- Ospina Casas, K. G. (2016). *Estudio de la interacción de hidrocoloides empleados en alimentos y su efecto en las propiedades reológicas y de textura sensorial e instrumental* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Ossom, R. N., Teye, G. A., Y Adzitey, F. (2020). Sensory and nutritional qualities of frankfurter sausages with sweet potato as extender. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 20(1), 15222-15234.

- Osundahusi, O., Fagbemi, T., Kesselman, E. Y Shimoni, E. (2003). Comparison of the physicochemical properties and pasting characteristics of flour and starch from red and white sweet potato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 2232-2236
- Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., Y Villamiel, M. (2020). *Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. Food Bioscience*, 100601. doi:10.1016/j.fbio.2020.100601
- Padilla, A. J. S. (2016). Digestibilidad in-vitro de un embutido cárnico formulado con grasa encapsulada con pectina. Recuperado: <http://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/42>
- Peng, X., Y Yao, Y. (2017). Carbohydrates as fat replacers. *The Annual Review of Food Science and Technology*, 8, 331–351. 10.1146/annurev-food-030216-030034
- Pietrasik, Z., Y Soladoye, O. P. (2021). *Use of native pea starches as an alternative to modified corn starch in low-fat bologna. Meat Science*, 171, 108283. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108283
- Pozo, F., Lechón, B. Y Anchundia, M. (2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón de papa Superchola y su utilización en la formulación de salchicha tipo Frankfurt. *Sathiri* (17),2 160-176. <https://doi.org/10.32645/13906925.1137>
- Prestes, R. C.; Silva, L. B.; Torri, A. M. P.; Kubota, E. H.; Rosa, C. S.; Roman, S. S.; Kempka, A. P.; Demiate, I. M. (2015). Sensory and physicochemical evaluation of low-fat chicken mortadella with added native and modified starches. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4360–4368. doi:10.1007/s13197-014-1496-2
- Puligundla, P., Cho, Y., Y Lee, Y. (2015). Physicochemical and sensory properties of reduced-fat mayonnaise formulations prepared with rice starch and starch-gum mixtures. *European Journal of Food and Agriculture*, 27(8), 463–468. 10.9755/ejfa.2015.04.081

- Quino, M. L., Y Alvarado, J. A. (2014). Physicochemical and sensorial effects of the use of dietary fiber in sausages of the vienna type of low fat content. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 114-115.
- Ramos, M., Santolalla, S., Tarrillo, C., Tuesta, T., Jordán, O., Y Silva, R. (2021). Características fisicoquímicas, textura, color y atributos sensoriales de salchichas comerciales de pollo. *Revista UDCA Actualidad Y Divulgación Científica*, 24(1).
- Ren, Y., Huang, L., Zhang, Y., Li, H., Zhao, D., Cao, J., Y Liu, X. (2022). Application of Emulsion Gels as Fat Substitutes in Meat Products. *Foods*, 11(13), 1950. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/foods11131950>.
- Rezler, R., Krzywdzińska-Bartkowiak, M., Piątek, M. (2021). The influence of the substitution of fat with modified starch on the quality of pork liver pâtés, LWT, Volume 135, 2021, 110264, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110264>.
- Rosales Suquillo, E. N., Vargas Arboleda, M. C. M., Poveda, V., Y Quelal Tapia, M. B. M. (2022). Caracterización del almidón de seis líneas de camote (*Ipomoea batatas* L.), obtenido con dos métodos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Ruiz, C., Y Herrero, A. (2021). Novel Strategies for the Development of Healthier Meat and Meat Products and Determination of Their Quality Characteristics. *Foods*, 10(11), 2578. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/foods10112578>.
- Ruiz, I. N. R. (2012). Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados: una revisión. *Nacameh*, 6(1), 1-14.
- Sacks, F.M., Lichtenstein, A.H., Wu, J.H.Y., Apple, L.J., Creager, M.A., Kris-Etherton, P.M., *et al.* (2017). Dietary Fats and Cardiovascular Disease. *American Heart Association Journal*, 136, e1-e23.
- Salcedo, J., García, C., Y Salcedo, D. (2018). Propiedades funcionales de almidones de ñame (*Dioscorea alata*). *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 16(2), 99-107.

- Saleh, Ali, Abdellatif A. Mohamed, Mohammed S. Alamri, Shahzad Hussain, Akram A. Qasem, and Mohamed A. Ibraheem. (2020). "Effect of Different Starches on the Rheological, Sensory and Storage Attributes of Non-fat Set Yogurt" *Foods* 9, no. 1: 61. <https://doi.org/10.3390/foods9010061>
- Sánchez, A. T. (2007). Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. *Nacameh*, 1(1), 53-66.
- Santhi, D., Kalaikannan, A., Y Sureshkumar, S. (2015). Factors influencing meat emulsion properties and product texture: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(10), 2021–2027. doi:10.1080/10408398.2013.858027.
- Santos, K., Moisés de Sousa, F., Duarte de Almeida, R., Pereira de Gusmão, R., Y Gusmão, T. A. S. (2019). Replacement of fat by natural fibers in chicken burgers with reduced sodium content. *The Open Food Science Journal*, 11(1).
- Sarteshnizi, R. A., Hosseini, H., Bondarianzadeh, D., Y Colmenero, F. J. (2015). Optimization of prebiotic sausage formulation: Effect of using β -glucan and resistant starch by D-optimal mixture design approach. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 704-710.
- Shubhendu, S., Divya, M., Alak-Kumar, B. S.-C., Y Niranjana, C. (2015). Comparative analysis of phytochemicals and nutrient availability in two contrasting cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Food Chemistry*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.172>
- Sinchiguano, B., Sinchiguano, Y., Vera, E., Y Peña, S. (2022). Prevalencia y factores de riesgo de sobrepeso y obesidad en Ecuador. *RECIAMUC*, 6(4), 75-87. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(4\).octubre.2022.75-87](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(4).octubre.2022.75-87)
- Solarte-Montúfar, Juan G., Díaz-Murangal, Anderson E., Osorio-Mora, Oswaldo, Y Mejía-España, Diego F. (2019). Propiedades Reológicas y Funcionales del Almidón. Procedente de Tres Variedades de Papa Criolla. *Información tecnológica*, 30(6), 35-44. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600035>

- Tharanathan, R. N. (2005). Starch—value addition by modification. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(5), 371-384.
- Tirado, D., P. Montero y D. Acevedo. (2015). Estudio comparativo de métodos empleados para la determinación de humedad de varias matrices alimentarias, *Información Tecnológica*, 26(2), 3-10.
- Toledo, O. (2019). El porcentaje y tipo de almidón (papa o trigo) afectan la textura instrumental de batidos cárnicos reducidos en grasa. *Nacameh*, 13(1), 2-10.
- Vargas, P., Y Hernández, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(1), ág-37.
- Wang, H., Yang, Q., Ferdinand, U., Gong, X., Qu, Y., Gao, W., ... Y Liu, M. (2020). Isolation and characterization of starch from light yellow, orange, and purple sweet potatoes. *International journal of biological macromolecules*, 160, 660-668.
- Yang, Z., McClements, D. J., Xu, Z., Meng, M., Li, C., Chen, L., ... Y Jin, Z. (2022). Carbohydrate-based functional ingredients derived from starch: Status and future prospects. *Food Hydrocolloids*, 131, 107729.
- Yazar, G., Kokini, J. L., Y Smith, B. (2022). Effect of endogenous wheat gluten lipids on the non-linear rheological properties of the gluten network. *Food Chemistry*, 367, 130729.
- Yong, H., Wang, X., Sun, J., Fang, Y., Liu, J., Y Jin, C. (2018). Comparison of the structural characterization and physicochemical properties of starches from seven purple sweet potato varieties cultivated in China. *International journal of biological macromolecules*, 120, 1632-1638.

ANEXOS

Anexo A. Aval de Abstract del TDT por el CIDEN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTADAL DEL CARCHI - FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Cynthia Ivonne Oña Malataxi				
DATE: Viernes, 14 de febrero de 2025				
Topic: "Efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote (Ipomoea batatas L.) sobre los parámetros de calidad de una mortadela tipo bolonia"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI-
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.

Autor: Cynthia Ivonne Oña Malataxi

Fecha de recepción del abstract: 14 de febrero de 2025


Fecha de entrega del informe: 14 de febrero de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

<p>Revisado por:</p> <p>JESSICA PAOLA YANDUN BECERRA</p> <p>Firmado digitalmente por JESSICA PAOLA YANDUN BECERRA Fecha: 2025.02.14 10:45:25 -05'00'</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>Firmado electrónicamente por: JUAN CARLOS LOPEZ RUANO</p>
<p>Lcda. Jéssica Yandún Becerra Docente del CIDEN</p>	<p>MSc. Juan Carlos López Coordinador de Centros Académicos y de Formación Complementaria</p>

Anexo B. Normativa técnica referencial



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

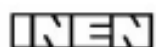
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 340:96
Primera revisión

**CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. MORTADELA.
REQUISITOS.**

Primera Edición

MEAT AND MEAT PRODUCTS. BOLOGNA SAUSAGE. SPECIFICATIONS.

First Edición



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1338:2012
Tercera revisión

**CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS
CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS - MADURADOS Y
PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS - COCIDOS.
REQUISITOS.**

Primera Edición

**MEAT AND MEAT PRODUCTS. RAW MEAT PRODUCTS, CURED MEAT PRODUCTS AND PARTIALLY COOKED - COOKED
MEAT PRODUCTS. REQUIREMENTS.**

First Edition

Anexo C. Resultado de contenido de amilosa en la muestra de almidón de camote

	<p style="text-align: center;">INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>		<p style="text-align: center;">MC-LSAIA- 2201 Rev. 9</p>
--	---	--	--

INFORME DE ENSAYO N°: 23-0146


**NOMBRE DEL PETICIONARIO:	Srta. Cynthia Oña	**INSTITUCION:	Particular
**DIRECCION:	Tulcán Carchi	**ATENCIÓN:	Srta. Cynthia Oña
FECHA DE EMISION:	07/12/2023	FECHA DE RECEPCION.:	28/11/2023
FECHA DE ANALISIS:	Del 28 de noviembre al 07de diciembre del 2023	HORA DE RECEPCION:	15h42
ANALISIS SOLICITADOS	Amilosa		

RESULTADOS DE ANALISIS



ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Almidón de Camote	23-0953	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	13,79	%
AMILOSA ^Ω	Almidón de Camote	23-0953	MO-LSAIA-04	Morrison y Laignelet 1983	38,90	%

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Ω) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en éste documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con

** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	PhD. Iván Samaniego. MSc.
Cargo	RESPONSABLE DNC
Firma	 <p>firmado digitalmente por: IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA</p>
Fecha	2023-12-07

Anexo D. Informe microbiológico de la mortadela tipo bolonia

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
	ISO/IEC 17025	FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26 VERSIÓN: 04	

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

CLIENTE/EMPRESA: Oña Cynthia
Persona de contacto: Cynthia Oña
Dirección cliente: Conocoto
Correo electrónico: civonne-1995@hotmail.com
Fecha de muestreo: 2023-11-23 (proporcionada por el cliente)
Referencia al plan y método de muestreo: N/A (proporcionada por el cliente)
Fecha de recepción muestra en SC: 2023-11-24
Fecha de realización análisis: 2023-11-27 a 2023-12-07
Fecha de emisión informe: 2023-12-15
Condiciones ambientales (T, HR): 35 °C (si aplica de acuerdo con el método)

INFORME No: IE-MB-23-003
Teléfono: 0992708295
Fax: N/A
Tipo de muestra: Sólida



ORDEN DE TRABAJO: DC-O T0098-2023

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU9933	Tratamiento # 0	Contaje Total Aerobios	Microbiología
			<i>Escherichia coli</i>	
			<i>Salmonella</i>	
2	DC-MU9935	Tratamiento # 2	Contaje Total Aerobios	Microbiología
			<i>Escherichia coli</i>	
			<i>Salmonella</i>	

RESULTADOS

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9933	Contaje Total Aerobios	12,0 x10 ⁴	UFC ^(#) /g	FDA/BAM Cap. 3 - 2021
DC-MU9933	<i>Escherichia coli</i>	< 25x10 ¹⁽⁰⁾	UFC ^(#) /g	FDA/BAM Cap. 4 - 2020
DC-MU9933	<i>Salmonella</i>	Ausencia	Presencia o Ausencia en 25 g	FDA/BAM Cap. 5 - 2023

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9935	Contaje Total Aerobios	13,0 x10 ⁴	UFC ^(a) /g	FDA/BAM Cap. 3 - 2021
DC-MU9935	<i>Escherichia coli</i>	< 25x10 ^{1(b)}	UFC ^(a) /g	FDA/BAM Cap. 4 - 2020
DC-MU9935	<i>Salmonella</i>	Ausencia	Presencia o Ausencia en 25 g	FDA/BAM Cap. 5 - 2023

^(a) UFC: Unidades Formadoras de Colonias

^(b) Cantidad estimada desarrollo de colonias menor del rango (25-250) en la muestra analizada.

COMENTARIOS:

Realizado por:



Analista DECAB

Aprobado por:



Responsable de Calidad DECAB

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: CYNTHIA IVONNE OÑA MAITAXI
Dirección: Tulcán
Muestra: Mortadela tipo Bolonia
Descripción de la muestra: Embutido
Fecha Elaboración: 23 de noviembre del 2023
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: ---
Lote: ---
Localización: ---
Envase: Polietileno
Conservación de la muestra: Refrigeración

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 24 de noviembre del 2023
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 24 - 25 de noviembre del 2023
Fecha de emisión del informe: 30 de noviembre del 2023
Condiciones ambientales: 23,3°C 41%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	ufc/g	PEEMi/LA/04 AOAC 2003.07	< 10


Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

Anexo E. Informe analítico de proteína y grasa de la mortadela tipo bolonia

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Tel: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
	ISO/IEC 17025	FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
		VERSIÓN: 04	

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

CLIENTE/EMPRESA: OÑA CYNTHIA
Persona de contacto: CYNTHIA OÑA
Dirección cliente: CONOCOTO
Correo electrónico: civonne-1995@hotmail.com
Fecha de muestreo: N/A
Referencia al plan y método de muestreo: N/A
Fecha de recepción muestra en SC: 2023-12-12
Fecha de realización análisis: 2023-12-18 al 2023-12-22
Fecha de emisión informe: 2024-01-05
Condiciones ambientales (T, HR): N/A

INFORME No: IE-BR-23-053
Teléfono: 0992708295
Fax:
Tipo de muestra: Sólida

ORDEN DE TRABAJO: DC-OT0107-2023

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO(S)

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
1	DC-MU9961	MORTADELA TIPO BOLONIA T0	<ul style="list-style-type: none"> Extracto Etéreo Proteína 	Bromatología

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
2	DC-MU9962	MORTADELA TIPO BOLONIA T1	<ul style="list-style-type: none"> Extracto Etéreo Proteína 	Bromatología



No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
3	DC-MU9963	MORTADELA TIPO BOLONIA T2	<ul style="list-style-type: none"> Extracto Etéreo Proteína 	Bromatología

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
4	DC-MU9964	MORTADELA TIPO BOLONIA T3	<ul style="list-style-type: none"> Extracto Etéreo Proteína 	Bromatología

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
5	DC-MU9965	MORTADELA TIPO BOLONIA T4	<ul style="list-style-type: none"> Extracto Etéreo Proteína 	Bromatología

RESULTADOS

ID Muestra	Servicio/Análito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9961	Extracto Etéreo	13,85	g/100 g muestra	AOAC 960.39
		13,67		

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Tel: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
	Proteína	13,29	g/100 g muestra	AOAC 981.10
		11,82		
		12,17		
		12,62		

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9962	Extracto Etéreo	12,75	g/100 g muestra	AOAC 960.39
		12,86		
		13,11		
	Proteína	11,45	g/100 g muestra	AOAC 981.10
		11,92		
		12,48		

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9963	Extracto Etéreo	10,38	g/100 g muestra	AOAC 960.39
		10,20		
		10,00		
	Proteína	12,08	g/100 g muestra	AOAC 981.10
		12,01		
		12,00		

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9964	Extracto Etéreo	9,42	g/100 g muestra	AOAC 960.39
		9,41		
		9,19		
	Proteína	12,32	g/100 g muestra	AOAC 981.10
		12,02		
		12,00		

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9965	Extracto Etéreo	8,27	g/100 g muestra	AOAC 960.39
		8,55		
		7,73		
	Proteína	11,83	g/100 g muestra	AOAC 981.10
		11,99		
		12,77		

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Tel: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

COMENTARIOS:

Realizado por: Ing. Mauricio Criollo MBA

Aprobado por: PhD Edwin Vera



Analista DECAB



Responsable de Calidad DECAB

CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN Y DE SCARGO DE RESPONSABILIDAD

- Toda la información obtenida o creada durante la ejecución de las actividades del laboratorio es confidencial, excepto por información que el cliente haya puesto al alcance del público o cuando haya sido acordado entre el laboratorio y el cliente (ej. gestión de quejas, encuestas).
- El laboratorio declara que la información completa relativa a los ensayos solicitados está a disposición del cliente, cuando así lo requiera.
- Cuando la ley exija al laboratorio revelar información confidencial o cuando el laboratorio esté autorizado por acuerdos contractuales para revelar información confidencial, el cliente o persona involucrada, a menos que lo prohíba la ley, será notificado sobre la información suministrada.
- Cuando el cliente solicite una declaratoria de conformidad, se definirá la especificación o la norma y la regla de decisión. La regla de decisión seleccionada se comunicará y acordará con el cliente, a menos que esta sea inherente a la especificación o a la norma solicitada.
- El cliente puede canalizar las quejas sobre los resultados de los análisis, sobre el tiempo de entrega del informe, u otro aspecto, a través del Jefe del DECAB, o de la persona Encargada de Recepción de Muestra y Atención al Cliente, ya sea en forma verbal o en forma escrita hasta 8 días después de la entrega del informe. En el DECAB se mantiene un registro de quejas y sugerencias con el fin de mejorar el Servicio al Cliente.
- El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo realizado antes de la entrega de las muestras al DECAB, pero sí se responsabiliza de las muestras, tal como se las recibe.
- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados.
- Los resultados reportados en este informe son únicamente referentes al ítem ensayado.

Anexo F. Informe analítico del perfil de textura de la mortadela tipo bolonia

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2709 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

CLIENTE/EMPRESA: OÑA CYNTHIA
Persona de contacto: CYNTHIA OÑA
Dirección cliente: CONOCOTO
Correo electrónico: civonne-1995@hotmail.com
Fecha de muestreo: No aplica
Referencia al plan y método de muestreo: No aplica
Fecha de recepción muestra en SC: 2023-12-06
Fecha de realización análisis: 2023-12-11 a 2023-12-13
Fecha de emisión Informe: 2024-01-04
Condiciones ambientales (T, HR): (se aplica de acuerdo con el método)

INFORME No: IE-LEV-23-003
Teléfono: 099 270-8295
Fax: N/A
Tipo de muestra: Sólida

ORDEN DE TRABAJO: DC-OT0098-2023

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS:

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
1	DC-MU9933	TRATAMIENTO# 0	<ul style="list-style-type: none"> Dureza Elasticidad Resiliencia Cohesividad Masticabilidad Trabajo de Corte Peso de la muestra 	Extractos Vegetales

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
2	DC-MU9934	TRATAMIENTO# 1	<ul style="list-style-type: none"> Dureza Elasticidad Resiliencia Cohesividad Masticabilidad Trabajo de Corte Peso de la muestra 	Extractos Vegetales

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
3	DC-MU9935	TRATAMIENTO# 2	<ul style="list-style-type: none"> Dureza Elasticidad Resiliencia Cohesividad Masticabilidad Trabajo de Corte Peso de la muestra 	Extractos Vegetales

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2799 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

4	DC-MU9936	TRATAMIENTO# 3	<ul style="list-style-type: none"> • Dureza • Elasticidad • Resiliencia • Cohesividad • Masticabilidad • Trabajo de Corte • Peso de la muestra 	Extractos Vegetales
---	-----------	----------------	---	---------------------

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Análito	Laboratorio
5	DC-MU9937	TRATAMIENTO# 4	<ul style="list-style-type: none"> • Dureza • Elasticidad • Resiliencia • Cohesividad • Masticabilidad • Trabajo de Corte • Peso de la muestra 	Extractos Vegetales

AJUSTE DE PARÁMETRO:

Compresión de ciclo múltiple

Altura de la muestra [mm]	50,0
Distancia inicial de la muestra [mm]	5,0
Compresión [mm]	40,00
Velocidad inicial [mm/s]	1,5
Velocidad de ensayo [mm/s]	1,5
Velocidad de retracción [mm/s]	10,0
Fuerza de disparo [g]	40
Velocidad de datos [pps]	200

RESULTADOS:



ID Muestra	Servicio/Análito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9933	Dureza	2.868,00	gf	Texturómetro (Embutidos Firmeza y corte)
	Elasticidad	1,66	Adimensional	
	Resiliencia	1,19	Adimensional	
	Cohesividad	0,20	Adimensional	
	Masticabilidad	996,06	Adimensional	
	Trabajo de corte	69.021,62	gf*mm	
	Peso de la muestra	254,81	g	

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2789 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

ID Muestra	Servicio/Análito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9934	Dureza	2.532,00	gf	Texturómetro (Embutidos Firmeza y corte)
	Elasticidad	1,37	Adimensional	
	Resiliencia	0,59	Adimensional	
	Cohesividad	0,23	Adimensional	
	Masticabilidad	796,92	Adimensional	
	Trabajo de corte	70.307,00	gf*mm	
	Peso de la muestra	253,79	g	

ID Muestra	Servicio/Análito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9935	Dureza	2.301,00	gf	Texturómetro (Embutidos Firmeza y corte)
	Elasticidad	1,36	Adimensional	
	Resiliencia	0,57	Adimensional	
	Cohesividad	0,23	Adimensional	
	Masticabilidad	728,20	Adimensional	
	Trabajo de corte	58.522,06	gf*mm	
	Peso de la muestra	302,94	g	

ID Muestra	Servicio/Análito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9936	Dureza	2.450,00	gf	Texturómetro (Embutidos Firmeza y corte)
	Elasticidad	1,10	Adimensional	
	Resiliencia	0,16	Adimensional	
	Cohesividad	0,30	Adimensional	
	Masticabilidad	829,87	Adimensional	
	Trabajo de corte	69.273,88	gf*mm	
	Peso de la muestra	371,04	g	

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@tecn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2023/06/26	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 04	

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU9937	Dureza	2.235,00	gf	Texturómetro (Embutidos Firmeza y corte)
	Elasticidad	1,43	Adimensional	
	Resiliencia	0,69	Adimensional	
	Cohesividad	0,26	Adimensional	
	Masticabilidad	842,73	Adimensional	
	Trabajo de corte	62.010,92	gf*mm	
	Peso de la muestra	379,5	g	



Figura 1. Muestra ensayada (vista frontal)



Figura 2. Muestra ensayada (vista lateral)

COMENTARIOS:

El acondicionamiento de la muestra se realizó con las condiciones entregadas por el cliente. Se utilizó una hoja triangular de Warner Bratzler (Figura 1).

Realizo por: Ing. Mauricio Criollo MBA

Aprobado por: PhD Edwin Vera



Analista DECAB

Firmado digitalmente por EDWIN RAFAEL VERA CALLE Razón: He revisado este documento

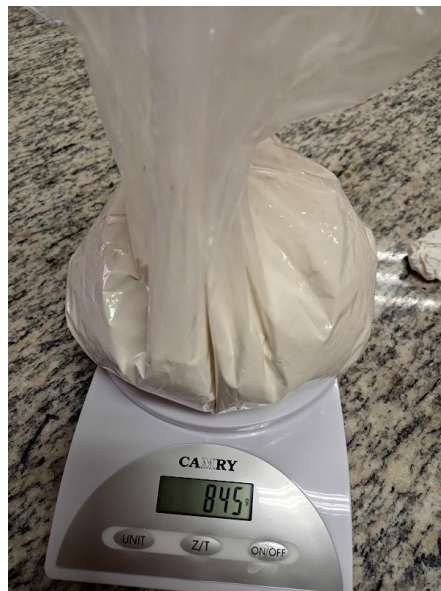
Responsable de Calidad DECAB

CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN Y DE CARGO DE RESPONSABILIDAD

- Toda la información obtenida o creada durante la ejecución de las actividades del laboratorio es confidencial, excepto por información que el cliente haya puesto al

Anexo G. Proceso de extracción del almidón de camote





Anexo H. Evaluación de las propiedades funcionales del almidón



Anexo I. Elaboración de mortadela con sustitución de grasa por almidón de camote



Anexo J. Ficha de catación para evaluación sensorial



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
FICHA DE CATACIÓN



Fecha: dd/mm/aa

Femenino.....

Masculino.....

Tema: Efecto de la sustitución parcial de grasa por almidón de camote (*Ipomoea batatas* L.) sobre los parámetros de calidad de una mortadela tipo bolonia

Instrucciones:

- Frente a usted se presenta cinco muestras de mortadela codificadas numéricamente. Por favor, observe y deguste cada una de ellas, de izquierda a derecha, realizando un enjuague entre cada degustación e indique el grado de gusto o disgusto para cada atributo en la tabla 2, de acuerdo con el puntaje o categoría observando la tabla 1.

Tabla 1

Escala hedónica de siete puntos

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta moderadamente
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

Tabla 2

Calificación de los atributos para cada muestra de mortadela.

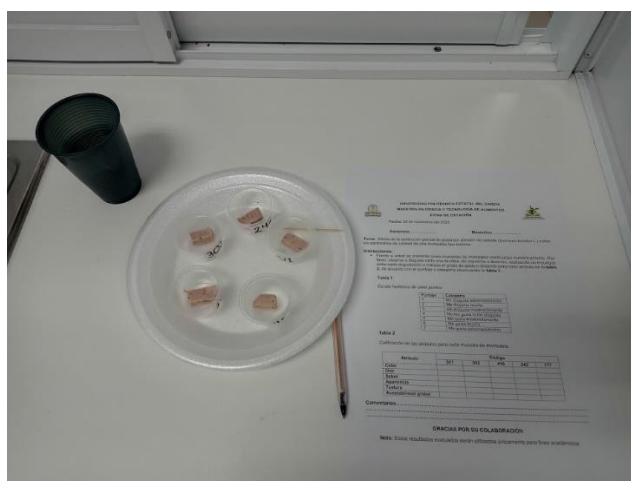
Atributo	Código				
	501	303	416	242	177
Color					
Olor					
Sabor					
Apariencia					
Textura					
Aceptabilidad global					

Comentarios.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Nota: Estos resultados evaluados serán utilizados únicamente para fines académicos

Anexo 1. Proceso del análisis sensorial de las muestras



Anexo L. Determinación de los parámetros fisicoquímicos de la mortadela tipo bolonia

