

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA GOMA GUAR EN EL RENDIMIENTO Y LAS
PROPIEDADES SENSORIALES DE MORTADELA EMULSIONADA**

POR:

JOSÉ DANIEL SUAZO CALIX

INFORME FINAL DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2025

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA GOMA GUAR EN EL RENDIMIENTO Y LAS
PROPIEDADES SENSORIALES DE MORTADELA EMULSIONADA

POR:

JOSÉ DANIEL SUAZO CALIX

M.Sc. BENITO ESAU PEREIRA

Asesor principal

INFORME DE TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2025

DEDICATORIA

A Dios, le doy gracias por acompañarme en cada paso de este camino. Por ser mi guía en los momentos de incertidumbre, mi fortaleza en las dificultades y mi fuente de esperanza cuando el cansancio parecía vencerme. Sin tu bendición, nada de esto habría sido posible. Gracias por iluminar mi mente, fortalecer mi espíritu y permitirme alcanzar este logro tan importante en mi vida.

A mis padres les dedico con todo mi corazón este trabajo, fruto de su esfuerzo, amor y sacrificio. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la honestidad y la perseverancia. Cada logro que hoy celebro también es suyo, porque sin su apoyo incondicional y sus palabras de aliento, este sueño no habría sido posible. Los amo profundamente y les agradezco por ser mi mayor inspiración.

A mis hermanos, quienes han sido una parte esencial de mi vida. Gracias por su apoyo, por compartir conmigo cada alegría y cada obstáculo, y por motivarme a seguir adelante aun en los momentos más difíciles. Su cariño y comprensión me han recordado siempre que no estoy solo en este camino. Este logro también es para ustedes, por acompañarme con amor, risas y palabras de aliento cuando más las necesité.

A mis abuelos ejemplo de amor, sabiduría y fortaleza. Gracias por sus consejos, por sus oraciones y por estar siempre presente con palabras llenas de fe y ternura. Su amor incondicional ha sido un pilar fundamental en mi vida y una fuente constante de inspiración. Este logro es también suyo, porque en cada paso he sentido su apoyo y su bendición.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por haberme permitido llegar hasta este momento, por su infinita misericordia y por acompañarme en cada paso de mi formación. Gracias por darme la fuerza para superar los desafíos, la sabiduría para aprender de ellos y la oportunidad de culminar con éxito esta meta tan importante en mi vida.

A mis **padres**, por su amor, comprensión y apoyo incondicional. Gracias por ser el ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y perseverancia que me ha guiado siempre. Este logro es reflejo de su sacrificio y del valor de todo lo que me han enseñado.

A mi asesor, **M.Sc. Benito Esaú Pereira**, le expreso mi más sincero agradecimiento por su orientación, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, consejos y dedicación fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos planteados.

A la **M.Sc. Keysi Patricia Díaz** y **M. Sc Alba Julia Muñoz Torres**, por su apoyo, disposición y acompañamiento en cada etapa del proceso. Su colaboración y sus aportes fueron de gran valor para la realización de este trabajo.

A los **operarios del Laboratorio de Control de Calidad (LCC)**, por su cooperación, disposición y compromiso durante las actividades experimentales, contribuyendo de manera significativa al desarrollo de esta investigación.

A la **M.Sc. Sindy Escobar**, por su valioso apoyo, orientación y aportes profesionales que enriquecieron el contenido y la calidad de este proyecto.

A mi novia **Yaslin Yohely Rosales Maradiaga**, por su apoyo constante, comprensión y motivación. Gracias por acompañarme con paciencia, aliento y cariño a lo largo de este proceso, siendo una inspiración para no rendirme y continuar hasta alcanzar esta meta.

CONTENIDO

RESUMEN.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo General.....	13
2.2. Objetivos Específicos	13
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Goma guar	14
3.1.1. Propiedades de la Goma Guar.....	14
3.1.2. Función de la goma guar	15
3.1.3. Aplicaciones.....	15
3.1.4. Propiedades fisicoquímicas de la goma guar	16
3.1.5. Concentraciones Recomendadas	16
3.1.6. Inclusión de goma guar en mortadela	17
3.1.7. Dosificación Óptima.....	18
3.2 Mortadela.....	18
3.2.1. Problemas comunes en la formulación de mortadela	18
3.3. Capacidad de retención de agua	19
3.4. Retención de agua en mortadela.....	19
3.5. Importancia de la retención de agua en embutidos cocidos.....	20
3.6. Textura	20
3.7. Mecanismo de Acción de la Goma Guar en la Retención de Agua.....	21

3.8.	Métodos de Incorporación en la Mezcla	21
3.9.	Impacto en las Propiedades Sensoriales y Funcionales	21
3.9.1.	Efecto sobre la textura	22
3.9.2.	Posibles efectos en el sabor y color	22
3.10.	Cocción.....	23
3.11.	Análisis de perfil de textura	23
3.11.1.	Propiedades texturales.....	23
3.12.	Dureza	23
3.13.	La firmeza.....	24
3.14.	Análisis Sensorial	24
3.15.	Muestra	25
3.16.	Panel	25
3.17.	Escala hedónica de 9 puntos.....	25
3.18.	Rendimiento.....	26
3.19.	Beneficio costo	26
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
4.1.	Ubicación de la investigación	27
4.2.	Materiales y equipos	27
4.2.1.	Materia prima.	27
4.2.2.	Materia prima no cárnica	27
4.2.3.	Materiales Complementarios:.....	27
4.2.4.	Equipos e instrumentos	28
4.2.5.	Materiales para la evaluación sensorial.....	28
4.3.	Manejo experimental.....	28
4.3.1.	Descripción de los tratamientos.....	28

4.3.2.	Proceso de elaboración de la mortadela.....	29
4.4.	Análisis de perfil de textura y análisis sensoriales.	31
4.4.1.	El análisis del perfil de textura	31
4.4.2.	Variables de estudio de perfil de textura	32
4.4.3.	Análisis sensorial.....	33
4.4.4.	Modelo estadístico.....	35
4.5.	Análisis del rendimiento y análisis beneficio-costo	36
4.6.	Relación beneficio costo.....	37
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
5.1.	Análisis de perfil de textura	39
5.1.	Perfil de rendimiento	42
5.2.	Análisis sensorial.....	45
5.3.	Relación beneficio/costo.....	50
VI.	CONCLUSIONES.....	52
VII.	RECOMENDACIONES.....	54
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	55
IX.	ANEXOS.....	59

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos y corridas experimentales	28
Tabla 2 Análisis de textura	32
Tabla 3. Puntuación de escala hedónica	33
Tabla 4. Mapa de rendimiento en cada etapa	36
Tabla 5. Análisis de firmeza de mortadela con accesorio Warner Bratzler	39
Tabla 6. Análisis de dureza de la mortadela con accesorio Warner Bratzler	40
Tabla 7. Rendimiento de cada etapa del proceso.....	42
Tabla 8.. Variable de color	45
Tabla 9. Variable de Textura	46
Tabla 10. Variable de Sabor	48
Tabla 11. Variable de Sabor.....	49
Tabla 12. Resultados beneficio costo	50

TABLA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Diagrama de proceso LCC	30
Ilustración 2. Resultado de variable de respuesta Firmeza N/mm	40
Ilustración 3. Resultados de variable de respuesta Dureza N/mm	41
Ilustración 4. Resultados gráficos del rendimiento final	44
Ilustración 5. Resultado de media en variable de color	46
Ilustración 6. Resultado de media en variable de textura	47
Ilustración 7. Resultado de media en variable de Sabor	48
Ilustración 8. Resultado de media en variable de Aceptabilidad General	50
Ilustración 9. Resultados gráficos beneficio costo.....	51

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato evaluación sensorial.....	59
Anexo 2. Aplicación evaluación sensorial	61
Anexo 3. Recolección de datos para análisis de textura	61
Anexo 4. Aplicación prueba de textura	63
Anexo 5. Recolección de datos para calcular rendimiento	63

RESUMEN

La producción de embutidos emulsionados requiere mantener su calidad sensorial mientras se optimiza el proceso y se reducen costos. En este estudio se evaluó el efecto de la goma guar como aditivo funcional en concentraciones de 0%, 0.5%, 1% y 1.5% sobre la textura, aceptación sensorial, rendimiento y relación beneficio-costeo de una mortadela emulsionada. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las propiedades texturales se determinaron mediante un texturómetro digital, y la evaluación sensorial se realizó con una escala hedónica de 9 puntos. Los resultados mostraron que la incorporación del aditivo influyó en la textura del producto: los tratamientos sin o con menor nivel de goma guar presentaron mayor firmeza, mientras que las concentraciones más altas generaron una textura más suave. El rendimiento mejoró progresivamente con el incremento de goma guar, siendo el tratamiento con 1.5% el que alcanzó el valor más alto. En los atributos sensoriales no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que el uso del aditivo no afectó la aceptación del consumidor. El análisis económico evidenció que todas las formulaciones con goma guar fueron rentables, destacando nuevamente el tratamiento con 1.5%. En general, la incorporación de goma guar entre 1% y 1.5% resultó una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia productiva sin comprometer la calidad sensorial del producto.

Palabras clave: formulación cárnica, calidad del producto, aceptación del consumidor, eficiencia productiva.

I. INTRODUCCIÓN

La industria cárnica es un sector dinámico y altamente competitivo, impulsado por la necesidad de ofrecer productos de buena calidad, con precios accesibles y características sensoriales atractivas. Entre estos productos, la mortadela destaca como uno de los embutidos emulsionados de mayor consumo debido a su textura suave, sabor característico y aceptación general. No obstante, los productores enfrentan el reto de mejorar el rendimiento económico sin afectar la calidad del producto, lo que ha incrementado el interés en el uso de aditivos funcionales capaces de optimizar la formulación. (Ciobanu, Manoliu, Ciobotaru, Flocea, & Boișteanu, 2025)

En este contexto, los hidrocoloides como la goma guar han sido empleados por su capacidad para mejorar la estabilidad de las emulsiones cárnicas, incrementar la viscosidad de la mezcla y favorecer la retención de agua y grasa. Su aplicación en la mortadela emulsionada permitió actuar como un extensor eficaz, reduciendo las pérdidas por cocción, reforzando la estructura del producto y contribuyendo a una textura final más firme y uniforme. (Gao, 2024)

El estudio se realizó en el Laboratorio de Ciencias de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura, donde se evaluaron diferentes niveles de incorporación de goma guar mediante pruebas sensoriales con consumidores, análisis instrumental de textura y un estudio costo-beneficio. Estos procedimientos permitieron determinar el porcentaje óptimo del aditivo que ofreció mejoras significativas en la calidad sensorial, tecnológica y económica de la mortadela emulsionada.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la adición de goma guar en la formulación de mortadela emulsionada, analizando su influencia en el rendimiento y las características sensoriales,

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de diferentes niveles de inclusión de goma guar en la formulación de mortadela sobre los atributos de textura como, dureza y firmeza utilizando métodos instrumentales.
- Establecer la aceptación del consumidor ante diferentes niveles de incorporación de goma guar en la elaboración de la mortadela, evaluando sus atributos sensoriales como el color, sabor, textura y aceptabilidad general mediante un análisis sensorial.
- Determinar el efecto de la adición de goma guar en diferentes concentraciones sobre el rendimiento de la mortadela elaborada y beneficio costo, así como el costo de su inclusión en el proceso de producción.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Goma guar

La goma guar ha sido un polisacárido con amplias aplicaciones industriales, debido a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con el agua, lo que hace posible la formación de hidrogeles de hecho, en alimentos se utiliza a bajas concentraciones (generalmente a 1g/100 g), ya que presenta alta viscosidad, lo que limita su uso en productos más fluidos La goma guar forma parte de la fibra dietética por lo que, se ha reportado que tiene muchos beneficios en la salud, sobre todo en el control de diabetes, movimientos intestinales, problemas cardíacos y cáncer de colon. La goma guar es obtenida del endospermo molido de la semilla flor de la planta guar (*Cyamopsis tetragonoloba*), perteneciente a la familia de las leguminosas. La planta guar es cultivada principalmente en Pakistán, India, Australia y África, entre sus usos que presenta es alimento para animales y humanos, y en el procesamiento industrial. India es el mayor productor a nivel mundial, con 2-3 millones de toneladas al año, que representa el 80%; además, esta planta también es cultivada en el suroeste de Estados Unidos (Castañeda-Ovando, 2020).

3.1.1. Propiedades de la Goma Guar

La goma guar presenta un peso molecular aproximado de 220 kDa, posee la capacidad de soportar temperaturas hasta de 80°C. Esta goma contiene 80% de galactomanano, 5% de proteína, 12% de agua, 2% de residuos de otros componentes de la fibra, 0.7% de grasa y 0.7% de cenizas.

La goma guar es mucho más soluble que otras gomas, como la de algarrobo, ya que presenta una alta solubilidad en agua fría e insolubilidad en etanol; además, presenta una densidad de 0.8-1 g/mL a 25°C.

En presencia de agua, esta goma tiende a hidratarse para formar hidrocoloides. La presencia de bórax (borato de sodio) o sales de calcio reticulan la estructura, produciendo gelificación. Esta goma no se ve muy influenciada por fuerzas iónicas, pero si sufre degradación o fragmentación a temperaturas altas (mayores a 50°C) y a pH muy bajos (<3.5), debido a reacciones características a estos ambientes, como la hidrólisis en los enlaces glucosídicos. (Gioffre, 2022).

3.1.2. Función de la goma guar

Su principal función es actuar como agente espesante, estabilizante, emulsionante y aglutinante en diversas industrias. En la industria alimentaria, se emplea en productos como helados, salsas, aderezos, panificación y bebidas, donde mejora la textura, evita la separación de fases y prolonga la vida útil. También se utiliza en las industrias farmacéutica, textil, papelera y minera, gracias a su capacidad para controlar la viscosidad y retener humedad. Es estable en un rango de pH de 4 a 10.5, compatible con otros hidrocoloides y aprobada como aditivo alimentario seguro por organismos internacionales como la FDA en Estados Unidos y la Unión Europea. Esta goma es valorada por su versatilidad, facilidad de uso y eficacia en bajas concentraciones. (Castañeda Ovando, 2019).

3.1.3. Aplicaciones.

La goma guar no es un agente gelificante y se usa principalmente como agente espesante, estabilizador y retenedor de agua; presenta un color característico de blanco a amarillo claro, no tiene olor y el tamaño de partícula varía de 60 a 200 µm. Se emplea en situaciones donde se necesita espesamiento, estabilización, control reológico, suspensión, formación de cuerpo, modificación de

estructura y consistencia y retención de agua. Además, esta goma no se afecta considerablemente a bajos valores de pH, siendo efectiva en productos ácidos. En productos lácteos, como queso, sherberts y helados de crema, suministra una textura suave y reduce la sinéresis. Es muy eficiente para retener agua en productos cárnicos, alimento para animales y glaseados; igualmente, actúa como estabilizador en aderezos, salsas, bebidas achocolatadas, néctares, jugos, sopas secas, alimentos congelados, productos de panadería, entre otros. (Sandoval, s/f).

3.1.4. Propiedades fisicoquímicas de la goma guar

La goma guar presenta un peso molecular aproximado de 220 kDa, posee la capacidad de soportar temperaturas hasta de 80°C. Esta goma contiene 80% de galactomanano, 5% de proteína, 12% de agua, 2% de residuos de otros componentes de la fibra, 0.7% de grasa y 0.7% de cenizas. La goma guar es mucho más soluble que otras gomas, como la de algarrobo, ya que presenta una alta solubilidad en agua fría e insolubilidad en etanol; además, presenta una densidad de 0.8-1 g/mL a 25°C. En presencia de agua, esta goma tiende a hidratarse para formar hidrocoloides. La presencia de bórax (borato de sodio) o sales de calcio retícula la estructura, produciendo gelificación. Esta goma no se ve muy influenciada por fuerzas iónicas, pero si sufre degradación o fragmentación a temperaturas altas (mayores a 50°C) y a pH muy bajos (<3.5), debido a reacciones características a estos ambientes, como la hidrólisis en los enlaces glucosídicos. La goma guar es estable entre un rango de pH de 5-8; por ello, la formación del gel, y a su vez su viscosidad, dependerá total y principalmente de la temperatura, el tiempo, pH, fuerza y velocidad de agitación, y el tamaño de partícula de la goma en polvo (Castañeda-Ovando, 2020).

3.1.5. Concentraciones Recomendadas

Las concentraciones de goma guar recomendadas en embutidos cocidos suelen ser relativamente bajas, suele estar entre 0.5% y 1.5%. también es recomendable usar: entre 2-10g/kg. Este rango puede variar ligeramente dependiendo de la receta específica y las propiedades deseadas en el

embutido final. La goma guar se utiliza en embutidos principalmente para mejorar la textura y la estabilidad, así como para ayudar a retener la humedad. ya que su alta capacidad de hidratación puede llevar a texturas indeseables (gomosas o excesivamente viscosas) si se utiliza en exceso. (Losa, 2018).

La Goma Guar (INS 412) está incluida en la normativa del RTCA 67.04.54:18 como aditivo autorizado para su uso como agente de carga, emulsionante, estabilizante y espesante, con un límite máximo permitido general de hasta 20 000 mg/kg. (COMIECO, 2019).

Además, conforme al Codex Alimentarius (GSFA), la adición de Goma Guar debe basarse en el principio de “quantum satis / Buenas Prácticas de Manufactura (GMP)”: es decir, se debe emplear la cantidad estrictamente necesaria para cumplir su función tecnológica, sin un límite universal fijo. (EFSA, 2017).

3.1.6. Inclusión de goma guar en mortadela

La inclusión de goma guar en la producción de mortadela se realiza en niveles que varían, pero suelen estar entre 0.5% y 1.5%, dependiendo del tipo de mortadela y del efecto deseado. La goma guar se utiliza principalmente como estabilizante y emulsionante, mejorando la textura y la estabilidad del producto. (Deepak Mudgil, 2011).

Niveles bajos (0.5%): Se utilizan para lograr un efecto ligero de estabilización y mejora de la textura, especialmente en mortadelas con alto contenido de grasa. Niveles medios (1.0%): Se utilizan para obtener un equilibrio entre estabilidad y textura, manteniendo un buen sabor y consistencia. Niveles altos (1.5%): Se utilizan en mortadelas con bajo contenido de grasa o cuando se busca una mayor viscosidad y estabilidad. (Sajad A Rather, 2016).

3.1.7. Dosificación Óptima

La dosificación óptima de goma guar debe determinarse experimentalmente para cada aplicación específica. Se recomienda comenzar con concentraciones bajas e incrementarlas gradualmente hasta alcanzar la retención de agua y la textura deseadas, sin comprometer otras propiedades sensoriales. La dosificación óptima de goma guar en mortadela suele estar entre el 0.5% y el 1% en peso total de la receta. Esto ayuda a mejorar la textura y la estabilidad de la mortadela. (A. Castañeda-Ovando, 2019).

3.2 Mortadela

De origen italiano, la mortadela es una clase de embutido de carne, cocido, de forma cilíndrica y distintos tamaños, mucho más gruesa y de sabor menos graso que el salchichón. Su sabor es delicado e inconfundible y su aroma, intenso y especiado. Se elabora con pasta de carne (ya sea de cerdo y/ o de vacuno), grasa de cerdo y en ocasiones se le añade algunas especias o pimienta blanca. También está definida como un embutido escaldado de textura fina, la cual procede de carnes crudas cortadas, mezcladas con, aditivos, condimentos y agua en forma de hielo, la temperatura del escaldado oscila entre los 68 y 72 °C con un tiempo de duración de 10 a 120 min. (SUSANA, 2023).

3.2.1. Problemas comunes en la formulación de mortadela

La elaboración de mortadela se topa con varios desafíos que pueden incidir en la calidad, textura, sabor y seguridad del producto final. Uno de los retos más significativos es la adecuada detección y administración de los condimentos, dado que fallos en este procedimiento pueden modificar el perfil sensorial y poner en riesgo la seguridad del producto. Además, la utilización de componentes de baja calidad o contaminados puede provocar anomalías organolépticas y peligros

microbiológicos. Otro inconveniente común es una incorrecta emulsificación durante la mezcla, lo que puede causar la separación de fases y una textura inadecuada. También es crucial la regulación de la temperatura, dado que fluctuaciones durante el proceso de cocción o almacenamiento pueden promover el desarrollo de microorganismos, impactando la estabilidad y seguridad de la comida.

(García Y. R., 2017).

3.3. Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro de calidad importante que condiciona la calidad tecnológica del producto cárnico. La CRA se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua dentro de su estructura, al ser sometida a un tratamiento o fuerza externa (corte, calentamiento, prensado, etc.). (Diestre, 2017).

3.4. Retención de agua en mortadela

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro crucial para evaluar la funcionalidad de ingredientes en productos cárnicos. Una baja CRA implica mayor pérdida por cocción y menores rendimientos. En productos como la mortadela, donde la cocción es prolongada, se requiere una buena matriz proteica y/o aditivos funcionales que retengan eficientemente el agua (Jiménez-Colmenero et al., 2010).

3.5. Importancia de la retención de agua en embutidos cocidos

La retención de agua emerge como un factor trascendental en la producción de embutidos cocidos, ejerciendo una influencia directa y significativa en la calidad final del producto. Este atributo impacta la jugosidad, proporcionando una experiencia sensorial más placentera al consumidor, y moldea la textura, previniendo la sequedad o la consistencia gomosa indeseable. El agua es el componente más abundante, de la carne (65-80%), sin embargo, la cantidad de agua en el tejido muscular puede ser muy variable, debido a la pérdida que se puede tener después de beneficiado el animal y durante el almacenamiento, afectando de esta manera la calidad de la carne. Muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura en carne cruda) y de aceptación (jugosidad y blandura en carne cocinada) dependen de su capacidad para retener esta agua. La pérdida de agua en carne es un problema, ya que ésta es vendida por peso y la cantidad de agua que pierde durante el almacenamiento, afecta el aspecto de la carne fresca, su rendimiento y valor económico, además afecta el rendimiento en la fabricación de productos elaborados. Durante el procesamiento, la carne es sometida a diferentes temperaturas (refrigeración, congelación y tratamiento térmico), esto genera la pérdida de agua afectando el rendimiento del producto. Una carne que tiene poca capacidad de retención de agua es considerada de baja calidad para la industria de embutidos, porque ésta no tiene estabilidad en las emulsiones, provocando la separación de agua y grasa, afectando la calidad del producto. (RENGIFO GONZALES, 2010).

3.6. Textura

La textura en las carnes es una propiedad sensorial esencial que impacta directamente en la forma en que los consumidores perciben la calidad y la aceptación. Este atributo incluye un conjunto de cualidades físicas y sensoriales que se sienten durante el acto de masticar, tales como dureza, cohesión, elasticidad. Es fundamental aclarar que la textura no equivale a la terneza. Mientras que la terneza se refiere a cuán fácil es cortar o masticar la carne, la textura abarca una serie más extensa de características que afectan la experiencia sensorial total del producto cárnico. El análisis

de la textura puede llevarse a cabo a través de técnicas sensoriales, involucrando panelistas no capacitados que describen las impresiones sentidas al consumir la carne, o a través de enfoques instrumentales, como el uso de tetrámetros. Estos aparatos evalúan parámetros físicos específicos, como la fuerza requerida para aplastar o cortar la muestra, ofreciendo información objetiva sobre la textura del producto. Varios elementos afectan la textura de la carne, incluyendo aspectos inherentes al animal, como su especie, raza, edad y género, así como factores externos relacionados con el manejo post mortem, como el proceso de maduración, las condiciones de almacenamiento y el método de cocción utilizado. (Sañudo, 2003).

3.7. Mecanismo de Acción de la Goma Guar en la Retención de Agua

La goma guar (E412) es un polisacárido de alto peso molecular, específicamente un galactomanano, derivado de las semillas del guar (*Cyamopsis tetragonolobus*). Su principal mecanismo de acción en la retención de agua en embutidos cocidos se basa en su alta capacidad de hidratación y la formación de una red viscosa o gel en la matriz cárnica. (Tolstoguzov, 2003).

3.8. Métodos de Incorporación en la Mezcla

La goma guar se incorpora típicamente en la fase acuosa o al inicio del proceso de mezclado para asegurar una hidratación adecuada: Rehidratación (Opcional): En algunos casos, se puede rehidratar la goma guar en agua fría antes de añadirla a la mezcla cárnica. Esto ayuda a asegurar una dispersión uniforme y a evitar la formación de grumos (Kinsella, 1976).

3.9. Impacto en las Propiedades Sensoriales y Funcionales

La incorporación de goma guar tiene varios impactos en las propiedades sensoriales y funcionales de los embutidos cocidos:

3.9.1. Efecto sobre la textura

Aumento de la Jugosidad: Al mejorar la retención de agua, la goma guar contribuye a una mayor jugosidad del producto final, haciéndolo más agradable al masticar.

Modificación de la Textura: Dependiendo de la concentración, la goma guar puede impartir una textura más suave, elástica o incluso ligeramente gomosa. En concentraciones elevadas, puede resultar en una textura excesivamente viscosa o gelatinosa, lo cual puede ser indeseable (Dickinson, 2003).

3.9.2. Posibles efectos en el sabor y color

Sabor: En las concentraciones típicamente utilizadas, la goma guar generalmente tiene un sabor neutro y no debería afectar significativamente el sabor característico del embutido. Sin embargo, una textura alterada (excesivamente gomosa) podría influir indirectamente en la percepción del sabor.

Color: La goma guar en sí misma es de color blanco a amarillento pálido y, en las cantidades utilizadas, no debería alterar significativamente el color del embutido. Sin embargo, al mejorar la retención de agua y reducir la sinéresis, puede contribuir a mantener un color más uniforme y atractivo en la superficie del producto, evitando la apariencia pálida asociada con la pérdida de humedad (Lawrie & Ledward, 2006).

3.10. Cocción

La cocción se define como el acto de transformar o modificar los alimentos para su consumo mediante calor. Este proceso provoca cambios en el sabor, textura, olor e incluso composición nutricional de los alimentos. (Carla Escuder, 2017).

3.11. Análisis de perfil de textura

El Análisis de Perfil de Textura es un método ampliamente utilizado en la ciencia de los alimentos para evaluar las propiedades texturales. El ensayo consiste en un ciclo de compresión doble sobre una muestra de tamaño similar a un bocado, utilizando una sonda de compresión que simula la acción de morder. (Aname, 2025).

3.11.1. Propiedades texturales

Las propiedades texturales en carnes son características físicas perceptibles a través de la vista, el tacto, el oído y los músculos de la boca durante la masticación, como la dureza, resistencia al corte, ternera, jugosidad, y fibrosidad. Estas propiedades influyen en la experiencia sensorial de comer carne y son importantes para determinar la calidad y la aceptación del producto. (Gonzalo Aleu, 2007).

3.12. Dureza

La dureza es el atributo de textura más importante en el caso de la carne, ya que, junto con el sabor y la apariencia, constituyen las principales características en las que el consumidor basa su decisión

en comprar e ingerir determinada carne de determinada especie animal. Y se define como la fuerza requerida de aplicación, para obtener una deformación en el alimento. (García, 2016).

3.13. La firmeza

Habitualmente se refiere a la mayor o menor elasticidad que la superficie de un corte presenta. Ella no ofrece una contribución directa a la palatabilidad, pero es un parámetro de calidad debido a que aquellos cortes que retienen su forma son más atractivos o cuales es importante destacar las propiedades internas musculares, tales como: resolución del rigor, capacidad de retención de agua, contenido intramuscular de grasa y de tejido conectivo. (Jacobo, 2021).

3.14. Análisis Sensorial

De una forma general, es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas. Anteriormente, el análisis sensorial se consideraba como un método marginal para la medición de la calidad de los alimentos. Sin embargo, su desarrollo histórico ha permitido que en la actualidad la aplicación de este análisis en la industria alimentaria sea reconocida como una de las formas más importantes de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor. (Ahued, 2025).

3.15. Muestra

Una muestra se refiere a una porción física y representativa del producto cárnico (como carne fresca, embutidos, carnes procesadas, etc.) que es tomada para su evaluación en un análisis específico, ya sea físico, químico, microbiológico o sensorial. Esta muestra debe tener las mismas características que el lote del que proviene, para que los resultados obtenidos puedan atribuirse de manera válida al producto completo. En términos prácticos, la muestra puede consistir en una unidad entera del producto (por ejemplo, una mortadela completa), una sección del mismo (por ejemplo, una rebanada o una porción de 100 g), o incluso una mezcla homogénea del producto desmenuzado, dependiendo del tipo de análisis que se va a realizar. (Castro, 2021).

3.16. Panel

Un panel consiste en un conjunto de individuos convencidos que se reúnen para evaluar, de manera ordenada, las características sensoriales de un alimento (sabor, aroma, textura, color y presentación). Se pueden formar paneles expertos, compuestos por evaluadores que reciben formación para reconocer y medir atributos concretos con un enfoque técnico riguroso, así como paneles de consumidores o no especializados, formados por personas que reflejan al público general y expresan su opinión basándose en gustos individuales. Ambos tipos de panel son utilizados para valorar la aceptación de un producto, comparar diferentes formulaciones, identificar variaciones sensoriales y orientar decisiones en el desarrollo o perfeccionamiento de alimentos. (Albores Santos, 2023).

3.17. Escala hedónica de 9 puntos

La escala hedónica de 9 puntos es una escala categórica que requiere que los consumidores indiquen su grado de agrado por un producto marcando con un círculo/seleccionando el término

de una lista de nueve términos que mejor describa su actitud hacia el producto en términos de agrado. (Science, 2018).

3.18. Rendimiento

El rendimiento es la ganancia o pérdida, expresada como porcentaje, generada por una inversión o activo financiero en un período determinado, considerando ingresos y costos. (scotiabank, 2025).

En embutidos, el rendimiento se refiere a la cantidad de carne aprovechable que se obtiene después de procesar un producto, como un jamón o una mortadela, en comparación con su peso original antes del procesamiento (verita, 2023).

3.19. Beneficio costo

El análisis costo beneficio es un proceso sumamente útil para determinar los beneficios económicos que pueden derivar de una decisión y determinar si vale la pena avanzar con esa opción. También, es muy útil para evitar ciertas preferencias en las decisiones; en particular, cuando la elección a la que te enfrentas tendrá un gran impacto en el éxito del equipo o del proyecto. (MacNeil, 2025).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación de la investigación

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencia de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura, situado en el barrio El Espino de Catacamas, Olancho.

4.2. Materiales y equipos

4.2.1. Materia prima.

La adquisición de la carne se llevó a cabo a través de la cosecha de los cerdos en el Laboratorio de Ciencia de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura. Se siguieron los procedimientos estándar del laboratorio para obtener los cortes. Luego de la selección, los cortes de carne seleccionados fueron sometidos a refrigeración con el propósito de preservar sus características sensoriales hasta el momento de la elaboración del producto.

4.2.2. Materia prima no cárnica: Goma guar, aditivos.

4.2.3. Materiales Complementarios: Lápices, libreta, charolas de metal, cuchillos, canastas plásticas, platos plásticos

4.2.4. Equipos e instrumentos: Mesas de acero inoxidable, balanza digital, texturometro digital, rebanadora, molino, cuarto frio, cúter.

4.2.5. Materiales para la evaluación sensorial: Hoja de evaluación sensorial escala hedónica, agua potable, vasos y platos desechables, lápices.

4.3. Manejo experimental

El objetivo principal fue evaluar la aceptabilidad sensorial y las propiedades texturales de cuatro tratamientos que contenían diferentes concentraciones de goma guar (0%, 0.5%, 1% y 1.5%). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, donde el factor de interés fue el porcentaje de goma guar presente en las formulaciones, siendo este el único ingrediente variable en el estudio. Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento, lo que permitió obtener datos más precisos.

4.3.1. Descripción de los tratamientos

Se formularon cuatro tratamientos; tres de ellos contenían diferentes concentraciones de goma guar, las cuales fueron 0.5%, 1% y 1.5%, además de una muestra testigo a la cual no se le adicionó ninguna concentración de goma guar. Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1 Tratamientos y corridas experimentales

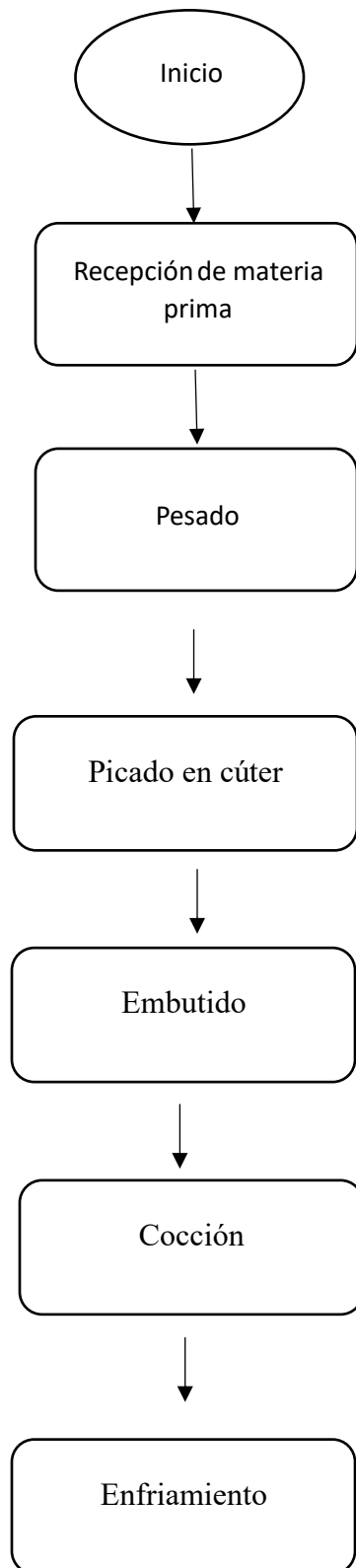
Tratamientos	Concentración de goma guar	Codificaciones

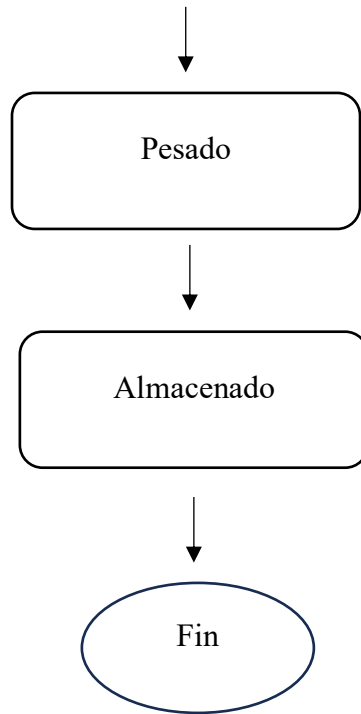
Tratamiento 1	0.% de goma guar	T1R1
		T1R2
		T1R3
Tratamiento 2	0.5% de goma guar	T2R1
		T2R2
		T2R3
Tratamiento 3	1% de goma guar	T3R1
		T3R2
		T3R3
Tratamiento 4	1.5 % de goma guar	T4R1
		T4R2
		T4R3

4.3.2. Proceso de elaboración de la mortadela

Para cada uno de los tratamientos y repeticiones se aplicó el procedimiento para la preparación de formulaciones de mortadela empleado por el LCC, como se ilustró a continuación.

Ilustración 1. Diagrama de proceso LCC





4.4. Análisis de perfil de textura y análisis sensoriales.

4.4.1. El análisis del perfil de textura

Fue una técnica instrumental fundamental para evaluar las propiedades mecánicas de productos cárnicos como la mortadela. Este análisis permitió cuantificar atributos físicos que influyen directamente en la percepción sensorial del consumidor. Para este estudio se realizó un análisis por compresión utilizando un texturómetro digital de Stable Micro Systems, modelo TA. XT Plus, empleando la sonda Warner Braztler HDP/BS para realizar las mediciones. Cada repetición de tratamiento se analizó mediante cinco 5 submuestras obteniendo así un total de 60 muestras por los diferentes tratamientos y repeticiones. Las muestras de mortadela emulsionada tuvieron un tamaño de 3 cm x 1.5cm y se evaluaron a temperatura de consumo.

4.4.2. Variables de estudio de perfil de textura

Las variables de estudio en el análisis de textura fueron dureza y firmeza.

- Dureza (N o gramos): defina

Se describe como la fuerza máxima que la muestra proporciona cuando es comprimida por el instrumento de texturización. En términos prácticos, indica cuánta fuerza se necesita para alterar la forma de la mortadela.

- Firmeza (N o gramos):

Se relaciona con la resistencia global de la muestra a la compresión durante toda la evaluación, interpretándose como una combinación de dureza y la solidez estructural del producto.

Tabla 2 Análisis de textura

Tratamiento	Codificación	Submuestras					Media
Tratamiento 1	T1 R1	S1	S2	S3	S4	S5	
	T1 R2	S1	S2	S3	S4	S5	
	T1 R3	S1	S2	S3	S4	S5	
Tratamiento 2	T2 R1	S1	S2	S3	S4	S5	
	T2 R2	S1	S2	S3	S4	S5	
	T2 R3	S1	S2	S3	S4	S5	
Tratamiento 3	T3 R1	S1	S2	S3	S4	S5	
	T3 R2	S1	S2	S3	S4	S5	
	T3 R3	S1	S2	S3	S4	S5	
Tratamiento 4	T4 R1	S1	S2	S3	S4	S5	
	T4 R2	S1	S2	S3	S4	S5	
	T4 R3	S1	S2	S3	S4	S5	

4.4.3. Análisis sensorial

Para evaluar la aceptación del consumidor respecto a los distintos tratamientos que incorporaron goma guar en la mortadela emulsionada, se llevó a cabo un análisis sensorial de tipo afectivo utilizando una escala hedónica de 9 puntos. Se aplicó en las tres repeticiones de cada tratamiento; estas pruebas se realizaron con un panel de 50 personas por cada repetición, dando un total de 150 juicios. En esta escala, los voluntarios indicaron su nivel de preferencia o aversión frente a diversas características del producto. La disposición de la escala fue la siguiente:

Tabla 3. Puntuación de escala hedónica

1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta muchísimo
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me disgusta ni me gusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta muchísimo
9	Me gusta extremadamente

Dentro de las variables evaluadas en el análisis sensorial se consideraron el color, sabor, textura y la aceptación general por parte de los consumidores.

- **Color** se define como la percepción visual del producto determinada por la interacción de la luz con su superficie. El color será analizado por su aspecto visual, tomando en cuenta la consistencia, y autenticidad del color distintivo de la mortadela.
- **Sabor** comprenderá la percepción integrada de los estímulos gustativos (dulce, salado, ácido, amargo y umami) y aromáticos generados durante el consumo. Este se evaluará como la impresión global que genera el producto en el paladar, teniendo presente la combinación de aditivos, goma guar y las características cárnicas.
- **Textura** se refiere a las propiedades mecánicas y estructurales del alimento que se perciben a través del sentido del tacto durante la masticación. Los evaluadores puntuarán la experiencia al masticar, determinando si la muestra es suave, jugosa, seca o gomosa, basado en su percepción.
- **Aceptación general** será medida como un índice integrado que refleja la apreciación global del consumidor respecto al producto evaluado, esta recopilará todos los aspectos previos, mostrando la percepción total del consumidor acerca de cada muestra.

4.4.3.1. Manejo de las muestras

Se prepararon porciones de mortadela triangulares con un grosor de aproximadamente 3 mm y un peso entre 10 y 15 gramos por porción. Estas muestras recibieron un código de tres números para eliminar cualquier riesgo durante la evaluación. Las porciones se ofrecieron a temperatura de consumo (de 20 a 25 °C) y en el mismo tipo de envase (vaso de plástico o bandeja desechable) para asegurar consistencia en la presentación.

4.4.3.2. Aplicación de la prueba sensorial

La evaluación se ejecutó en un ambiente iluminado adecuadamente y libre de olores que pudieran interferir con la percepción sensorial. A cada panelista se le entregó una hoja de evaluación que incluía la escala hedónica de 9 puntos para cada característica, junto con instrucciones claras y las muestras a evaluar presentadas en un plato desechable. Para prevenir que el sabor de una muestra afectara la percepción de la siguiente, se ofreció a cada evaluador agua potable para enjuagarse el paladar entre cada muestra.

Una vez que se completó la aplicación del análisis sensorial, se llevó a cabo la recopilación y organización de la información obtenida. Las hojas de evaluación que fueron completadas por los panelistas se analizaron para asegurar que no haya habido inconsistencias, omisiones o errores en las marcas.

Toda la información recopilada se examinó utilizando el programa estadístico InfoStat, aplicando pruebas como ANOVA y comparaciones de medias (Tukey) para identificar diferencias significativas entre tratamientos en términos de rendimiento, características sensoriales y propiedades de textura.

Este procedimiento fue crucial para validar los objetivos del estudio y llegar a conclusiones científicas sobre el impacto de la goma guar en la calidad de la mortadela emulsionada.

4.4.4. Modelo estadístico.

Para este estudio se utilizó un diseño experimental aleatorizado, donde la única variable independiente fue la goma guar. Las variables dependientes fueron tanto físicas como sensoriales.

Entre las físicas se incluyó el rendimiento del producto final, mientras que en las propiedades sensoriales se evaluaron atributos como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. El modelo estadístico empleado fue un Análisis de Varianza (ANOVA) unidireccional, y en los casos donde se observaron diferencias estadísticamente significativas, se aplicó una prueba de comparación de medias, específicamente la prueba de Tukey.

4.5. Análisis del rendimiento y análisis beneficio-coste

En esta etapa se evaluó el rendimiento de extensión del tratamiento que presente mayor aceptabilidad sensorial en la elaboración de mortadela con adición de goma guar.

Se pesaron las muestras en las diferentes etapas del proceso de elaboración de la mortadela emulsionada con el propósito de calcular los rendimientos correspondientes. Estas mediciones permitieron determinar posibles pérdidas o incrementos de masa a lo largo del procesamiento, información útil para evaluar la eficiencia del método de producción y la funcionalidad de la goma guar como aditivo tecnológico dentro de la formulación.

Tabla 4. Mapa de rendimiento en cada etapa

Etapas del Proceso	Descripción	Fórmula de Rendimiento	Rendimiento %
1. Formulación y emulsificación	Se mezclan la carne, agua, condimentos y goma guar según el tratamiento.	$= \frac{\text{Peso mezcla}}{\text{Peso materia carnica}} \times 100$	
2. Embutido	La mezcla se transfiere a tripas para su posterior cocción.	$= \frac{\text{Peso embutido}}{\text{Peso mezcla}} \times 100$	

3. Embutido	La mezcla se transfiere a tripas para su posterior cocción.	$= \frac{\text{Peso embutido}}{\text{Peso materi carnica}} \times 100$	
4. Cocción	Cocción hasta alcanzar la temperatura interna estándar	$= \frac{\text{Peso Cocido}}{\text{Peso embutido}} \times 100$	
5. Rendimiento	Comparación entre el peso final empacado y el peso de las materias primas.	$= \frac{\text{Peso empacado}}{\text{Peso materria carnica}} \times$	

4.6. Relación beneficio costo

Se aplico un análisis de beneficio-costo para valorar la factibilidad económica del uso de goma guar en la formulación. La fórmula que se utilizo fue la siguiente:

Figura 1. Formula beneficios costos

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Netos}}{\text{Costo Total}}$$

Este análisis se consideraron los costos asociados a la producción de mortadela (ingredientes, mano de obra, energía, etc.) y los beneficios derivados del mayor rendimiento del tratamiento seleccionado. De esta manera, se determinó si la incorporación de goma guar no solo mejora el

rendimiento físico del producto, sino también su viabilidad económica en un contexto de producción real.

- $B/C > 1 \rightarrow$ El proyecto es rentable (los beneficios superan los costos).
- $B/C = 1 \rightarrow$ El proyecto recupera exactamente lo invertido.
- $B/C < 1 \rightarrow$ El proyecto no es rentable.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis de perfil de textura

Para este estudio se realizó un análisis por compresión utilizando un texturómetro digital de Stable Micro Systems, modelo TA. XT Plus, empleando un accesorio de Warner Bratzler. Cada tratamiento se analizó mediante cinco submuestras por tratamiento y tres repeticiones obteniendo un total de 60 muestras. Las muestras de mortadela emulsionada tuvieron un tamaño de 3 cm y 1 un diámetro de 1.5 y se evaluaron a temperatura de consumo.

Tabla 5. Análisis de firmeza de mortadela con accesorio Warner Bratzler

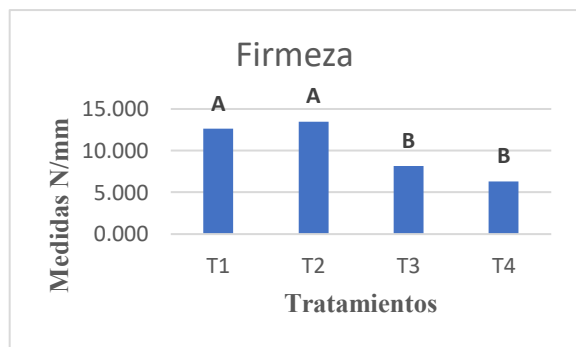
Tratamiento	Firmeza N/mm
T1(0%)	12.79± 0.69 ^A
T2(0.5%)	11.71± 0.69 ^A
T3(1%)	8.88± 0.69 ^B
T4(1.5%)	6.24± 0.69 ^B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los resultados del ANOVA y la prueba de Tukey para la firmeza de la mortadela con distintos niveles de goma guar mostraron diferencias significativas. Los tratamientos T1 y T2 presentaron las mayores firmezas y no difirieron entre sí, pero sí fueron superiores a T3 y T4, que mostraron texturas más blandas. Esto indica que la adición moderada de goma guar mejora la estructura y firmeza del producto, mientras que niveles más altos reducen su consistencia; lo que no solo implica una textura más suave, sino también una reducción en la consistencia estructural, a estos

niveles más altos de goma guar, el producto tiende a perder cohesión, dificultando la rebanabilidad y generando riesgo de desintegración parcial durante el corte. Al momento de rebanar y preparar las muestras para la prueba sensorial, se observó que los T3 y T4 tendían a desintegrarse en los bordes y a desprender pequeñas partes, mostrando menor firmeza y estabilidad. por lo tanto, la concentración óptima se encuentra entre los tratamientos T1 y T2.

Ilustración 2. Resultado de variable de respuesta Firmeza N/mm



La gráfica muestra que los tratamientos T1 y T2 presentaron los valores más altos de firmeza y comparten la letra A, indicando que no existen diferencias significativas entre ellos; por el contrario, los tratamientos T3 y T4 mostraron firmeza menor y comparten la letra B, lo que refleja que son estadísticamente similares entre sí pero significativamente más blandos que T1 y T2. En conjunto, los resultados evidencian que las formulaciones con mayores niveles de aditivo reducen la firmeza del producto.

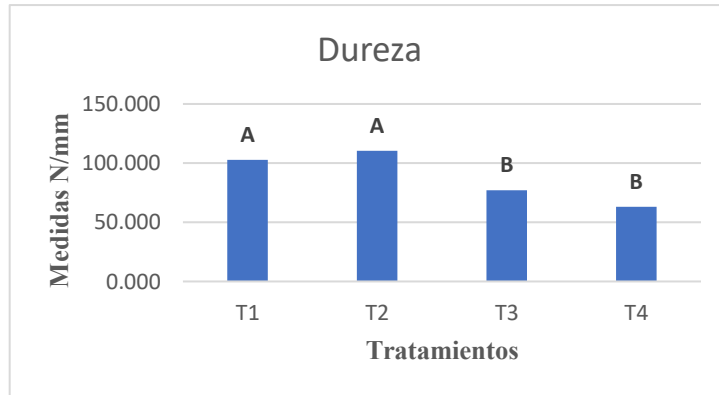
Tabla 6. Análisis de dureza de la mortadela con accesorio Warner Bratzler

Tratamiento	Dureza N/mm
T1(0%)	110.04 ± 5.36 ^A
T2(0.5%)	101.04 ± 5.36 ^A
T3(1%)	77.81 ± 5.36 ^B
T4(1.5%)	61.29 ± 5.36 ^B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los resultados del ANOVA y la prueba de Tukey para la firmeza de la mortadela con distintos niveles de goma guar determinaron que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos T1 y T2, indicaron que no presentan diferencias significativas entre sí, por tanto, muestran un comportamiento estadísticamente similar. Los tratamientos T3 y T4, evidenciando también una similitud entre ellos. No obstante, al comparar los grupos A y B, se observa una diferencia significativa, lo cual indica que los tratamientos T1 y T2 alcanzaron valores superiores al resto. En términos generales, esto sugiere que las condiciones o factores aplicados en T1 y T2 favorecieron un mejor resultado en la variable analizada, mientras que T3 y T4 mostraron un desempeño menor, confirmando la influencia significativa del tratamiento sobre la respuesta evaluada.

Ilustración 3. Resultados de variable de respuesta Dureza N/mm



La gráfica muestra que los tratamientos T1 y T2 registraron los valores más altos de dureza y comparten la letra A, lo que indica que no presentan diferencias significativas entre sí; en contraste, los tratamientos T3 y T4 exhibieron una dureza menor y comparten la letra B, evidenciando que son estadísticamente similares entre ellos, pero significativamente más blandos que T1 y T2. En general, los resultados sugieren que a medida que aumenta el nivel del aditivo, la dureza del producto disminuye.

5.1. Perfil de rendimiento

Tabla 7. Rendimiento de cada etapa del proceso

Rendimiento	Etapa del proceso	Tratamientos			
		T1	T2	T3	T4
R1	E1	101%	96%	97%	96%

R2	E2o	103%	101%	100%	100%
R4	E3	100%	99%	99%	99%
R4	E4	97%	103%	102%	104%

Nomenclatura de etapas del proceso

E1: Mezclado y emulsificación

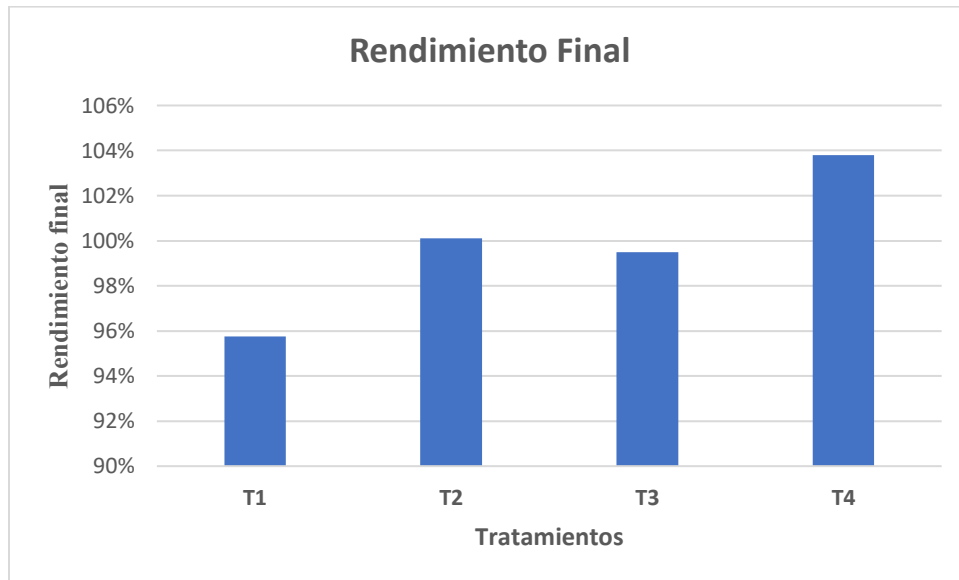
E2: Embutido

E3: Cocción

E4: Rendimiento final

Al analizar cada etapa del proceso, se observa que en E1 (mezclado y emulsificación) los tratamientos empiezan con rendimientos entre 96% y 101%, mostrando pequeñas diferencias según qué mezcla logra mantener mejor su contenido desde el inicio. En E2 (embutido) todos mejoran, lo cual puede explicarse porque al llenar las tripas la masa queda más compacta y uniforme, lo que ayuda a conservar más peso; aquí T2 y T4 mejoran más que los demás. En E3 (cocción) aparecen pérdidas normales por el calor, siendo T1 el más afectado y los demás con pérdidas menores, lo que indica que T1 resiste menos durante la cocción. Finalmente, en E4 (rendimiento final) ocurre lo más notable: T1 vuelve a bajar, mientras que T2, T3 y T4 aumentan, lo cual puede deberse a que estos tratamientos mantienen mejor su estructura y recuperan un poco de humedad al enfriarse. En general, T4 es el que muestra el mejor comportamiento a lo largo de todo el proceso, mientras que T1 es el único que termina con menos rendimiento del que tenía al inicio.

Ilustración 4. Resultados gráficos del rendimiento final



El T4 presentó el mayor rendimiento, lo que indica una mejor eficiencia en el aprovechamiento o retención del producto final. Le sigue el T2, y posteriormente el T3, ambos con resultados favorables, aunque ligeramente inferiores al T4. Por otro lado, el T1 mostró el rendimiento más bajo, lo que sugiere una menor efectividad de las condiciones aplicadas en comparación con los demás tratamientos. En general, se observa una tendencia ascendente en el rendimiento desde T1 hasta T4, lo cual refleja que las variaciones implementadas en los tratamientos tuvieron un efecto positivo y progresivo sobre el rendimiento final, siendo el T4 el más eficiente y representando la opción más adecuada bajo las condiciones experimentales del estudio.

5.2. Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial, empleando una escala hedónica de 9 puntos, aplicada en tres repeticiones por tratamiento. Cada repetición fue evaluada por un panel de 50 personas, obteniendo un total de 150 juicios, se evaluaron 4 variables como ser el color, sabor, textura, consistencia y la aceptación general por parte de los consumidores.

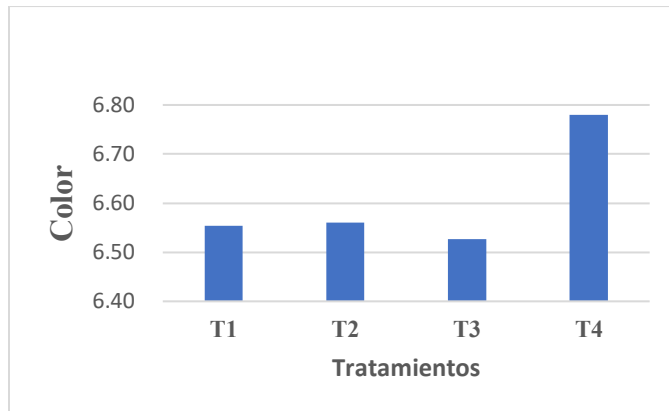
Tabla 8.. Variable de color

Tratamiento	Color
T1	6.55 ± 0.16^A
T2	6.56 ± 0.16^A
T3	6.53 ± 0.16^A
T4	6.78 ± 0.16^A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al comparar el color de la mortadela entre los diferentes tratamientos como parte de la prueba sensorial, se observa que los valores son muy similares y todos comparten la misma letra de comparación estadística, lo que indica que no hubo diferencias significativas. Esto significa que, según la evaluación de los panelistas, ninguna de las formulaciones probadas cambió de manera notable la apariencia del producto, por lo que todos los tratamientos presentan prácticamente el mismo color y resultan igual de atractivos visualmente.

Ilustración 5. Resultado de media en variable de color



El gráfico muestra que T1, T2 y T3 mantuvieron un color muy parecido, sin mucha diferencia visible entre ellos. Sin embargo, el T4 sobresalió claramente con un valor más alto, lo que indica que este tratamiento fue el que presentó un color más atractivo y, por lo tanto, el que tuvo mayor aceptación por parte de los consumidores.

Tabla 9. Variable de Textura

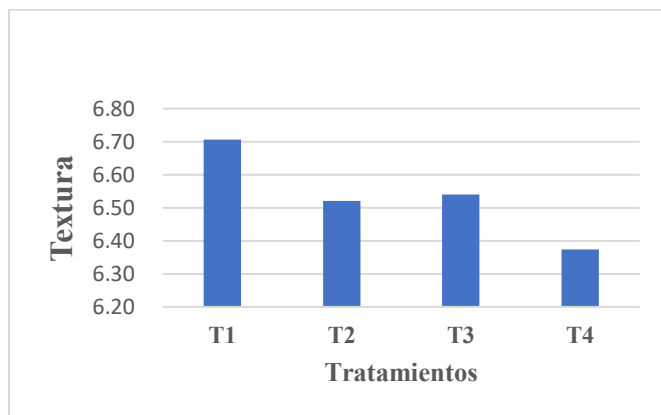
Tratamiento	Textura
T1	6.71 ± 0.15 ^A
T2	6.52± 0.15 ^A
T3	6.54± 0.15 ^A
T4	6.37± 0.15 ^A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al comparar la textura de la mortadela entre los diferentes tratamientos, se observa que los valores promedio son bastante similares y todos comparten la misma letra de comparación estadística, lo

que indica que no hubo diferencias significativas. Esto significa que, según la evaluación, ninguna de las formulaciones probadas modificó de manera notable la textura del producto, por lo que todos los tratamientos presentan prácticamente la misma sensación al tacto o al morder, resultando igual de aceptables para los consumidores.

Ilustración 6. Resultado de media en variable de textura



El gráfico muestra que el tratamiento T1 obtuvo la mejor textura, siendo el más firme y agradable para los consumidores. Los tratamientos T2 y T3 quedaron en un punto medio, con una textura aceptable pero no tan destacada como la de T1. En cambio, el T4 fue el que obtuvo la puntuación más baja, indicando que fue el menos aceptado en cuanto a textura, probablemente por resultar más blando o menos consistente.

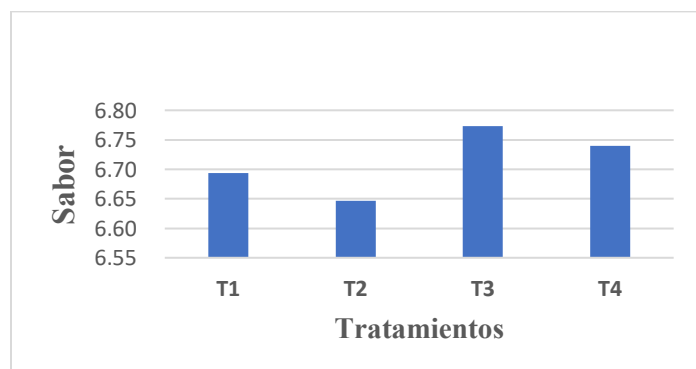
Tabla 10. Variable de Sabor

Tratamiento	Sabor
T1	6.69 ± 0.14^A
T2	6.65 ± 0.14^A
T3	6.77 ± 0.14^A
T4	6.74 ± 0.14^A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al comparar el sabor de la mortadela entre los diferentes tratamientos, se observa que los valores promedio son muy parecidos y todos comparten la misma letra de comparación estadística, lo que indica que no hubo diferencias significativas. Esto significa que, según la evaluación de los panelistas, ninguna de las formulaciones probadas alteró de manera notable el sabor del producto, por lo que todos los tratamientos resultan prácticamente iguales en cuanto a gusto y son igualmente aceptables para los consumidores.

Ilustración 7. Resultado de media en variable de Sabor



El gráfico muestra que el tratamiento T3 fue el más destacado en sabor, siendo el que los consumidores prefirieron con mayor claridad. T4 también tuvo una buena aceptación, quedando cerca de T3. En cambio, T1 obtuvo un sabor intermedio y T2 fue el menos preferido. En resumen, T3 resultó ser el tratamiento con mejor sabor percibido, seguido de T4, mientras que T2 fue el que menos agradó.

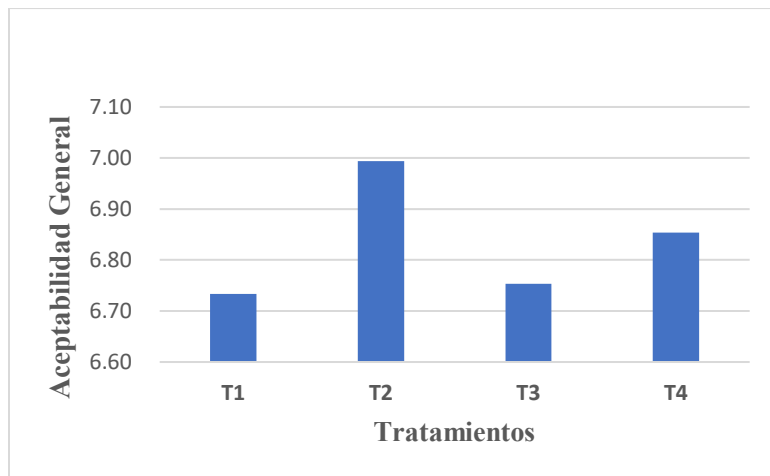
Tabla 11. Variable de aceptabilidad general

Tratamiento	Aceptabilidad general
T1	6.71 ± 0.15^A
T2	6.52 ± 0.15^A
T3	6.54 ± 0.15^A
T4	6.37 ± 0.15^A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los valores de aceptabilidad general para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 todos compartieron la misma letra (A), lo que indica que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; en consecuencia, ninguno de los tratamientos influyó de manera significativa en la aceptabilidad general del producto, pese a las ligeras diferencias numéricas observadas.

Ilustración 8. Resultado de media en variable de Aceptabilidad General



La gráfica muestra que todos los tratamientos alcanzaron una aceptabilidad favorable, pero T2 obtuvo la calificación más alta, destacándose como el más preferido por los evaluadores. T1 y T3 presentaron valores similares y ligeramente menores, mientras que T4 se ubicó un poco por encima de ellos, aunque sin superar a T2. En general, los resultados reflejan una buena aceptación, con T2 como el tratamiento mejor valorado.

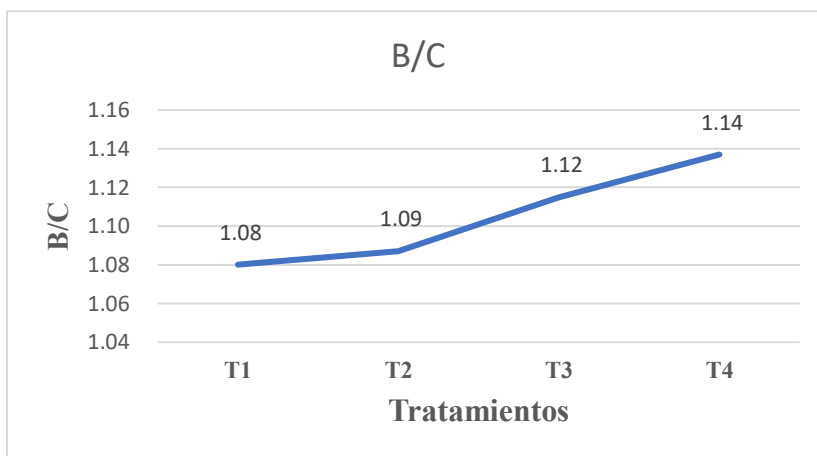
5.3. Relación beneficio/costo

Tabla 12. Resultados beneficio costo

TRATAMIENTOS	BENEFICIO	COSTO	B/C
T1	1,076.60	996.77	1.08
T2	1,091.02	1,003.57	1.09
T3	1,126.58	1,010.38	1.12
T4	1,156.54	1,017.18	1.14

El análisis económico muestra que todos los tratamientos generan más beneficios que costos, ya que sus relaciones B/C son mayores que 1. El T1 presenta la relación más baja (1.08), lo que indica que por cada lempira invertido se recupera 1.08. El T2 mejora ligeramente (1.09), reflejando un uso más eficiente de los recursos. El T3 muestra un avance más notable con una relación de 1.12, lo que significa que ofrece un retorno económico más atractivo. Finalmente, el T4 es el que destaca con la mejor relación beneficio-costos (1.14), lo que indica que es el tratamiento más rentable y el que genera mayor ganancia por unidad invertida. En conjunto, aunque todos los tratamientos son económicamente viables, T4 es el más conveniente, seguido por T3, T2 y T1.

Ilustración 9. Resultados gráficos beneficio costo



VI. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos demuestran que la firmeza de la mortadela se ve fuertemente influenciada por el nivel de goma guar incorporado en la formulación. Los tratamientos T1 y T2 presentaron las mayores firmezas y mostraron una estructura más estable, mientras que T3 y T4 exhibieron texturas más blandas y menor cohesión interna. Se observó que niveles altos de goma guar provocan pérdida de consistencia, dificultan el corte y generan desprendimiento de pequeñas partes durante la preparación de las muestras sensoriales, lo que confirma una disminución en la integridad del producto. En conjunto, estos resultados indican que la adición moderada de goma guar mejora la firmeza sin comprometer la estabilidad física, por lo que la concentración óptima se encuentra entre los tratamientos T1 y T2.
- Los resultados del análisis sensorial demostraron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al color, sabor, textura y aceptación general. Esto significa que, aun cuando se incrementan los niveles de goma guar hasta un 1.5%, el consumidor no percibe cambios negativos en las características organolépticas. Por lo tanto, la inclusión de este aditivo no afecta la preferencia del consumidor y mantiene una buena aceptación en todos los tratamientos evaluados.
- El rendimiento del producto aumentó de manera progresiva a medida que se incrementó la concentración de goma guar en la formulación. Los tratamientos T3 y T4 destacaron por presentar los porcentajes más altos, siendo T4 (1.5%) el que logró el mejor rendimiento final. Esto confirma que la goma guar favorece la retención de humedad y la estabilidad de la emulsión durante el proceso, lo que reduce las pérdidas por cocción y mejora el aprovechamiento de la materia prima.

- El análisis económico mostró que todos los tratamientos fueron rentables, ya que sus relaciones beneficio-costos fueron superiores a 1. Asimismo, se observó un incremento gradual de la rentabilidad al aumentar la concentración de goma guar, alcanzando su punto máximo en el tratamiento T4 (1.14). Esto indica que la adición de goma guar no solo mejora el rendimiento físico del producto, sino que también incrementa la ganancia económica por unidad invertida, posicionando a T4 como la alternativa más eficiente y rentable para su producción.

VII. RECOMENDACIONES

- Desarrollar pruebas de almacenamiento para analizar el comportamiento del producto en términos de textura, color y estabilidad general durante su vida útil, con el fin de establecer las condiciones óptimas de almacenamiento y comercialización.
- En lugar de un panel de consumidores generales, se recomienda realizar la evaluación sensorial con jueces entrenados, capacitados para identificar diferencias precisas en textura, firmeza, cohesión y apariencia
- Evaluar si la combinación de aditivos y técnicas que funcionaron en mortadela puede aplicarse a otros embutidos, extendiendo los objetivos de mejora de calidad y eficiencia a más productos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

A. Castañeda-Ovando, L. A.-A.-D.-G. (2019). *Goma Guar: Un Aliado en la Industria Alimentaria*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/338414176_Goma_guar_un_aliado_en_la_industria_alimentaria

Ahued, M. G. (2025). *Análisis sensorial de alimentos*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20sensorial%20es%20el,un%20alimento%20o%20materia%20prima>.

Aname, S. (2025). *Aname*. Obtenido de <https://www.analisisdetextura.com/soporte-analisis-de-textura/formacion/uso-correcto-del-tpa#:~:text=El%20An%C3%A1lisis%20de%20Perfil%20de,simula%20la%20acci%C3%B3n%20de%20morder>.

Carla Escuder, S. V. (2017). *Los alimentos y sus cocciones*. Fuoc. Obtenido de <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/140666/2/Los%20alimentos%20y%20sus%20cocciones.%20T%C3%A9nicas%20culinarias.pdf>

Castañeda-Ovando, A. (2020). *A. Castañeda-Ovando*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/4988/6827>

Castro, O. S. (09 de Nov de 2021). *Muestreo - Carne*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/538219990/4-MUESTREO-CARNE>

Deepak Mudgil, S. B. (2011). *Goma guar: procesamiento, propiedades y aplicaciones alimentarias: una revisión*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3931889/>

food, A. (14 de Noviembre de 2022). *Alfa editors*. Obtenido de <https://www.alfa-editores.com.mx/las-9-propiedades-principales-en-la-evaluacion-de-la-textura-de-un-alimento/>

Garcia, I. (2016). *Metodos para evaluar la dureza de la carne*. Obtenido de <https://www.angelfire.com/ar/iagg101/docum/durcar.pdf>

Garcia, Y. R. (2017). *Elaboración de Mortadela*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/350985766/Elaboracion-de-Mortadela>

Gonzalo Aleu, R. C. (2007). *Agroglobal*. Obtenido de <https://agroglobalcampus.com/textura-y-sabor-en-la-carne-atributos-clave-que-definen-la-calidad-sensorial/?v=8985c1d64f80>

IBM. (17 de Agosto de 2021). *IBM* . Obtenido de <https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=nodes-statistical-models>

Ivan, C. (22 de Octubre de 2021). *Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4448>

LA Gonzales, G. d. (2020). Obtenido de <https://mexico.pochteca.net/goma-guar/>

Lobomat. (12 de Enero de 2022). *Lobomat* . Obtenido de <https://labomat.eu/es/preguntas-frecuentes-sobre-texturas/600-que-es-el-analisis-de-textura.html>

Losar. (15 de febrero de 2018). *Losar*. Obtenido de <https://www.sumalisa.com/FTP/pdfs/11335P196137%20GOMA%20GUAR-FT.pdf>

MacNeil, C. (29 de Enero de 2025). *Asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>

MaNeil, C. (11 de Enero de 2024). *Asana* . Obtenido de <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>

Martinez, J. C. (01 de Septiembre de 2020). *Todo Carne* . Obtenido de <https://todocarne.es/la-textura-y-el-flavor-de-la-carne/>

Ortega, C. (21 de Febrero de 2021). *Evaluacion de Rendimiento* . Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/evaluacion-del-rendimiento/>

Porto, J. P. (11 de Septiembre de 2023). *Alimentación/flora* . Obtenido de <https://definicion.de/pimienta/>

RENGIFO GONZALES, L. I. (2010). *CAPACIDAD DE REtENCIÓN DE AGUA Y PH EN DIFERENTES TIPOS DE CARNE Y EN EMBUTIDO*. Tingo Maria. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c1a45d61-0e76-494f-84fb-4e80b9828cd1/content>

s/f), (. (9 de Mayo de 2025). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos*.
Obtenido de <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>

Sajad A Rather, F. M. (20 de Junio de 2016). *Aplicación de la mezcla de goma guar-xantana como sustituto parcial de grasa en emulsiones cárnicas*. Obtenido de [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/articles/PMC4951441/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sg#~:text=Ltd.%2C%20Mumbai%2C%20India\),%C2%B0C%20antes%20del%20an%C3%A1lisis](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/articles/PMC4951441/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sg#~:text=Ltd.%2C%20Mumbai%2C%20India),%C2%B0C%20antes%20del%20an%C3%A1lisis).

Sañudo, C. M. (2003). *ESTUDIO TEXTURAL DE LA CARNE DE VACUNO. I. ANALISIS INSTRUMENTAL*. Zaragoza. Obtenido de https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2003/comunicaciones/2003_CdP_08.pdf?utm_source

Science, M. (2018). *Escalas hedónicas*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/hedonic-scales>

scotiabank. (2025). *Scotiabank*. Obtenido de <https://www.scotiabank.com.mx/glosario-financiero/rendimiento.aspx#:~:text=EI%20rendimiento%20es%20la%20ganancia,determinado%2C%20considerando%20ingresos%20y%20costos>.

Smewing, J. (12 de Octubre de 2020). *Stable micro systems* . Obtenido de <https://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2014/10/texture-analysis-in-action-volodkevich.html>

SUSANA, V. Y. (2023). *ELABORACIÓN DE MORTADELA A BASE DE CARNE DE CERDO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE HABA (Vicia faba), LENTEJA (Lens culinaris) COMO MEJORADOR PROTEICO*. Guayaquil. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLALOBOS%20YANTALEMA%20LIDIA%20SUSAN A.pdf>

Tastelab. (20 de Septiembre de 2021). *Tasteab* . Obtenido de <https://tastelab.es/la-importancia-de-los-paneles-de-catadores/#:~:text=Un%20panel%20de%20catadores%20entrenados,en%20su%20fase%20de%20desarrollo>.

Vergara, M. (18 de Enero de 2022). *Grupo Miguel Vergara* . Obtenido de <https://www.miguelvergara.com/actualidad/blog/como-identificar-la-carne-de-calidad/#:~:text=Firmeza,al%20apretarla%20con%20un%20dedo>.

verita, C. (28 de abril de 2023). Obtenido de [https://www.casaverita.es/factores-que-influyen-en-el-rendimiento-de-un-jamon/#:~:text=Este%20t%C3%A9rmino%20se%20refiere%20a%20la%20cantidad,aprovechable%20que%20se%20obtiene%20de%20un%20jam%C3%B3n.&text=Podemos%20diferenciar%20el%20rendimiento%20seg%C3%](https://www.casaverita.es/factores-que-influyen-en-el-rendimiento-de-un-jamon/#:~:text=Este%20t%C3%A9rmino%20se%20refiere%20a%20la%20cantidad,aprovechable%20que%20se%20obtiene%20de%20un%20jam%C3%B3n.&text=Podemos%20diferenciar%20el%20rendimiento%20seg%C3%91)

Ciobanu, M.-M., Manoliu, D.-R., Ciobotaru, M. C., Flocea, E.-I., & Boișteanu, P.-C. (2025). *Dietary Fibres in Processed Meat: A Review on Nutritional Enhancement, Technological Effects, Sensory Implications and Consumer Perception*. FOODS. doi: 10.3390/foods14091459

COMIECO. (2019). *Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios*. Obtenido de <https://www.meic.go.cr/reglatec/resolucion-n-419-2019-comieco-lxxxix-de-05-12-2019->

y-su-anexo-rtca-67-04-54-18-alimentos-y-bebidas-procesadas-aditivos-alimentarios/?utm_source

EFSA. (2017). *Re-evaluation of guar gum (E 412) as a food additive*.

doi:<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4669>

Gao, X. P. (2024). *Application of gums as techno-functional hydrocolloids in meat processing and preservation: A review*. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131614>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato evaluación sensorial.

Hoja de evaluación sensorial de mortadela emulsionada con diferentes niveles de goma guar

Fecha _____

Edad _____

Instrucciones:

Por favor, pruebe cada muestra en el orden que se le indique. Después de cada muestra, enjuague su boca con agua antes de probar la siguiente. Evalúe cada atributo usando la escala de 9 puntos, donde 1 significa "Me disgusta muchísimo" y 9 significa "Me gusta extremadamente".

Calificación numérica	Calificación Hedónica
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta muchísimo
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me disgusta ni me gusta
6	Me gusta ligeramente

7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta muchísimo
9	Me gusta extremadamente

Muestra: _____

Color	Textura	Sabor	Aceptabilidad general

Muestra: _____

Color	Textura	Sabor	Aceptabilidad general

Muestra: _____

Color	Textura	Sabor	Aceptabilidad general

Muestra: _____

Color	Textura	Sabor	Aceptabilidad general

Observaciones: _____

Anexo 2. Aplicación evaluación sensorial



Anexo 3. Recolección de datos para análisis de textura

[illegible]

Media																		
T4	T4 R1	T4 R2	T4 R3															
Datos de submuestras	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					
Media																		

T1	T1 R1					T1 R2					T1 R3				
Datos de submuestras															
Media															
T2	T2 R1					T2 R2					T2 R3				
Datos de submuestras															
Media															
T3	T3 R1					T3 R2					T3 R3				
Datos de submuestras															
Media															
T4	T4 R1					T4 R2					T4 R3				
Datos de submuestras															
Media															

Anexo 4. Aplicación prueba de textura



Anexo 5. Recolección de datos para calcular rendimiento

Etapas	Peso (lb)
Materia prima cárnica	
Ingredientes, aditivos, fibra, etc.	
Materia prima molida	
Materia prima después del cutter	
Producto embutido	
Producto después de cocción	
Producto empackado	