

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**ESTUDIO DE LA ACEPTABILIDAD DE LA GOMA XANTANA EN CHULETA  
AHUMADA COMO RETENEDOR DE AGUA**

**POR:**

**MIRIAN NAZARETH PACHECO MARTINEZ**

**TESIS**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**NOVIEMBRE, 2024**

**ESTUDIO DE LA ACEPTABILIDAD DE LA GOMA XANTANA EN CHULETA  
AHUMADA COMO RETENEDOR DE AGUA**

**POR:**

**MIRIAN NAZARETH PACHECO MARTINEZ**

**M.Sc. BENITO ESAU PEREIRA**

**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, 2024**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

En primer lugar, dedico este logro a Dios, quien ha hecho todo esto posible y me ha guiado hasta donde estoy hoy.

### **A mis padres**

**Oscar Joel Pacheco e Mirian Suyapa Martínez**, Por su incansable esfuerzo a lo largo de estos años, por su amor, disciplina y dedicación, han sido el pilar fundamental para que me convierta en la persona que soy hoy. Han sido mi constante inspiración, y, a pesar de las dificultades, siempre han dado lo mejor de ustedes para ayudarme a alcanzar mis sueños. Gracias por su fe inquebrantable en mí; este logro es posible gracias a ustedes.

### **A mis hermanos**

**Joel Alejandro Pacheco, Daniela Esther Pacheco**, por bríndame su cariño y ser una más de mis motivaciones para afrontar el día con día.

## AGRADECIMIENTO

A mi asesor principal de tesis, **M.Sc. Benito Esaú Pereira**, por su invaluable apoyo en el desarrollo de esta investigación. Su dedicación, paciencia y rigor han sido fundamentales para llevar a cabo este trabajo. así también mi agradecimiento a mi asesores secundarios por su valiosa orientación, M.Sc. Arlin Daneri Lobo por su orientación.

A la **M.Sc. Keysi Patricia Díaz**, por su constante apoyo, dedicación y paciencia a lo largo de este trabajo. Su orientación y compromiso han sido fundamentales en cada etapa de esta investigación, y su acompañamiento me ha brindado la confianza para superar los desafíos. Le agradezco profundamente por su valiosa contribución y por creer en mí durante todo este proceso.

A todos los operarios del Laboratorio de Ciencia de la Carne, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado. Su paciencia, disposición y valiosos consejos fueron esenciales para el correcto desarrollo de esta investigación.

A mi novio, **Luis Francisco Valderramos Hernández**, gracias por tu amor incondicional y por estar siempre a mi lado. Tu apoyo constante ha sido un pilar fundamental en mi vida, y no tengo palabras suficientes para agradecer todo lo que haces por mí. Gracias por tu paciencia, por animarme en cada momento y por ser una presencia constante que me da fuerzas para seguir adelante

A mis amigos y familia que la universidad me regalo que siempre estuvieron apoyándome en los mementos más difíciles gracias, **Millie Nicebeth Osavas, Vivian Vanessa Reyes**.

## CONTENIDO

|             |                                            |          |
|-------------|--------------------------------------------|----------|
| <b>I.</b>   | <b>INTRODUCCION .....</b>                  | <b>2</b> |
| <b>II.</b>  | <b>OBJETIVOS .....</b>                     | <b>3</b> |
| 2.2         | Objetivo general.....                      | 3        |
| 2.3         | Objetivos específicos.....                 | 3        |
| <b>III.</b> | <b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>        | <b>4</b> |
| 3.1         | Antecedentes investigados.....             | 4        |
| 3.2.1       | Propiedades de la goma xantana .....       | 5        |
| 3.2.2       | Uso en la industria cárnica .....          | 5        |
| 3.3         | Ingredientes de la chuleta ahumada .....   | 6        |
| 3.3.1       | Lomo de cerdo.....                         | 6        |
| 3.3.2       | Cortes de cerdo .....                      | 6        |
| 3.3.3       | Chuleta.....                               | 6        |
| 3.3.4       | Chuleta ahumada.....                       | 6        |
| 3.4         | Aditivos.....                              | 7        |
| 3.5         | Análisis de perfil de textura.....         | 7        |
| 3.5.1       | Dureza.....                                | 7        |
| 3.5.2       | Firmeza .....                              | 8        |
| 3.5.3       | Método mecánico de fuerza de cizalla ..... | 8        |
| 3.5.4       | Quijada Volodkevich .....                  | 8        |
| 3.6         | Análisis sensorial .....                   | 8        |
| 3.6.1       | Sabor.....                                 | 9        |
| 3.6.2       | Color .....                                | 9        |
| 3.6.3       | Textura.....                               | 9        |
| 3.6.4       | Muestra.....                               | 9        |
| 3.6.5       | Tamaño de muestra .....                    | 10       |
| 3.6.6       | Evaluación sensorial.....                  | 10       |
| 3.6.7       | Escala hedónica.....                       | 10       |
| 3.6.8       | Panel.....                                 | 11       |
| 3.7         | Diseño completamente aleatorizado .....    | 11       |
| 3.8         | Rendimiento .....                          | 11       |
| 3.8.1       | Beneficio .....                            | 12       |
| 3.8.2       | Costo .....                                | 12       |
| 3.8.3       | Relación beneficio costo .....             | 12       |

|              |                                                                                                             |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>IV.</b>   | <b>MATERIALES Y METODOS.....</b>                                                                            | <b>13</b> |
| 4.1          | Materiales y equipos.....                                                                                   | 13        |
| 4.2          | Metodología.....                                                                                            | 14        |
| 4.2.1        | Fase 1: Desarrollo de las formulaciones con goma xantana .....                                              | 14        |
| 4.2.2        | Proceso de elaboración de la chuleta ahumada .....                                                          | 15        |
| 4.2.3        | Fase 2: Análisis del efecto de distintos niveles de incorporación de goma xantana en chuletas ahumada ..... | 17        |
| 4.2.4        | Aplicación de análisis sensorial .....                                                                      | 17        |
| 4.2.5        | Variables por evaluar en el análisis sensorial.....                                                         | 18        |
| 4.2.6        | Color: .....                                                                                                | 18        |
| 4.2.7        | Sabor:.....                                                                                                 | 18        |
| 4.2.8        | Aroma: .....                                                                                                | 19        |
| 4.2.9        | Diseño experimental. ....                                                                                   | 19        |
| 4.2.10       | Aplicación de Análisis de perfil de textura .....                                                           | 20        |
| 4.2.11       | Variables por evaluar en perfil de textura.....                                                             | 20        |
| 4.2.12       | Dureza: .....                                                                                               | 20        |
| 4.2.13       | Firmeza:.....                                                                                               | 20        |
| 4.2.14       | Fase 3: Determinar el tratamiento más aceptado con relación al nivel de incorporación de goma xantana ..... | 21        |
| 4.2.15       | Fase 4: Determinar el rendimiento de extensión del tratamiento con mayor aceptabilidad .....                | 21        |
| 4.2.16       | Relación beneficio-costos .....                                                                             | 22        |
| <b>V.</b>    | <b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>                                                                       | <b>23</b> |
| 5.1          | Pruebas preliminares.....                                                                                   | 23        |
| 5.2          | Pruebas sensoriales.....                                                                                    | 23        |
| 5.2.1        | Variable de sabor .....                                                                                     | 23        |
| 5.2.2        | Variable de aroma.....                                                                                      | 24        |
| 5.2.3        | Variable de color .....                                                                                     | 25        |
| 5.2.4        | Aceptación general .....                                                                                    | 26        |
| 5.3          | Análisis de perfil de textural .....                                                                        | 27        |
| 5.4          | Análisis de perfil de rendimiento .....                                                                     | 30        |
| 5.5          | Relación beneficio costo .....                                                                              | 32        |
| <b>VI.</b>   | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                                                   | <b>33</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                                                                | <b>34</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                                                                   | <b>35</b> |
|              | <b>ANEXOS .....</b>                                                                                         | <b>38</b> |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Anexo 1: Elaboración de la chuleta ahumada ..... | 38 |
| Anexo 2: Análisis sensorial .....                | 39 |
| Anexo 3: Formato De Evaluación Sensorial .....   | 40 |
| Anexo 4: Análisis de textura .....               | 41 |
| Anexo 5: Tabla de relación beneficio costo.....  | 42 |
| .....                                            | 42 |

## CONTENIDO DE TABLAS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> Maquinaria y equipos.....                                  | 13 |
| <b>Tabla 2:</b> Descripción de los tratamientos.....                       | 14 |
| <b>Tabla 3:</b> Escala de evaluación sensorial hedónica. ....              | 18 |
| <b>Tabla 4:</b> Rendimiento de la producción. ....                         | 21 |
| <b>Tabla 5:</b> Medias variable de sabor .....                             | 23 |
| <b>Tabla 6:</b> Medias variables de aroma .....                            | 24 |
| <b>Tabla 7:</b> Medias variable de color.....                              | 25 |
| <b>Tabla 8:</b> Medias de aceptación general.....                          | 26 |
| <b>Tabla 9:</b> Análisis fuerza de corte cuchilla Warner Bratzler .....    | 27 |
| <b>Tabla 10:</b> Fuerza de resistencia al corte N/mm.....                  | 28 |
| <b>Tabla 11:</b> fuerza de mordida con el diente incisivo Volodkevich..... | 29 |
| <b>Tabla 12:</b> Resultados de rendimiento de extensión .....              | 30 |
| <b>Tabla 13:</b> Relación Beneficio-costos.....                            | 32 |

## CONTENIDOS DE ILUSTRACIONES

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Ilustración 1:</b> Formula de tamaño de la muestra .....                                | 10 |
| <b>Ilustración 2:</b> formula de rendimiento .....                                         | 12 |
| <b>Ilustración 3:</b> Formula de relación beneficio costo.....                             | 12 |
| <b>Ilustración 4:</b> descripción del proceso de la chuleta ahumada.....                   | 16 |
| <b>Ilustración 5:</b> Ecuación de modelo estadístico.....                                  | 19 |
| <b>Ilustración 6:</b> Formula de rendimiento .....                                         | 22 |
| <b>Ilustración 7:</b> Formula de benéfico-costos. ....                                     | 22 |
| <b>Ilustración 8:</b> Resultado de media en variable de sabor .....                        | 24 |
| <b>Ilustración 9:</b> Resultado de media en variable de aroma .....                        | 25 |
| <b>Ilustración 10:</b> Resultado de media en variable de color .....                       | 26 |
| <b>Ilustración 11:</b> Resultado de media en variable de respuesta aceptación general..... | 27 |
| <b>Ilustración 12:</b> Medias Fuerza de corte.....                                         | 28 |
| <b>Ilustración 13:</b> Medias de resistencia al corte .....                                | 29 |
| <b>Ilustración 14:</b> Fuerza de mordida .....                                             | 30 |
| <b>Ilustración 15:</b> Evolución de la fase de producción.....                             | 31 |
| <b>Ilustración 16:</b> Resultado de variable rendimiento de extensión .....                | 31 |
| <b>Ilustración 17:</b> Resultados de variable de respuesta relación B/C .....              | 32 |

## RESUMEN

La goma xantana es un aditivo utilizado en la industria alimentaria debido a sus propiedades de viscosidad y retención de agua. Este estudio evaluó su impacto en la calidad sensorial, la textura y la viabilidad económica de las chuletas ahumadas. El objetivo fue determinar las concentraciones óptimas de goma xantana para mejorar la textura del producto sin afectar negativamente su sabor, aroma o color, y analizar su rentabilidad en el proceso de producción. Se emplearon cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de goma xantana: T1 (0.13 %), T2 (0.25 %), T3 (0.75 %) y T4 (0 %, control). Para conocer e identificar lo mencionado anteriormente se inició realizando un análisis sensorial con 30 jueces no entrenados, quienes evaluaron sabor, aroma, color y aceptación general. Para el evaluar el análisis de textura, se utilizó un texturómetro digital T.A XT Plus haciendo uso de dos accesorios Warner Bratzler y Volodkevich. Para este estudio fue necesario realizar estudios de relación beneficio/costo para evaluar la viabilidad económica de cada tratamiento, considerando la retención de agua y el rendimiento del producto. Es importante mencionar que los resultados sensoriales mostraron que el tratamiento T1 (0.13 %) fue el más aceptado en cuanto a sabor, aroma y aceptación general, mientras que no se observaron diferencias significativas en la variable color. En cuanto a la textura, T1 y T3 lograron mayor suavidad en la fuerza de corte y mordida en comparación con T4, que no contenía goma xantana. Sin embargo, T4 presentó la mejor retención de agua (90.86 %). Desde una perspectiva económica, el tratamiento T2 (0.25 %) mostró la mejor relación beneficio/costo (1.26), seguido por T1 (1.20), mientras que T3 (1.17) y T4 (1.12) presentaron menores valores. En conclusión, la goma xantana mejora significativamente la textura y la aceptación sensorial de las chuletas ahumadas, especialmente a concentraciones bajas (0.13 %), pero el tratamiento T2 (0.25 %) es el más rentable desde el punto de vista económico. Esto sugiere que la goma xantana puede ser un aditivo beneficioso en la producción de chuletas ahumadas, pero su concentración debe seleccionarse cuidadosamente para equilibrar calidad y rentabilidad.

**Palabras claves :** goma xantana, chuletas ahumadas, textura, aceptación sensorial, relación beneficio-costo, rendimiento, retención de agua.

## I. INTRODUCCION

La capacidad de retención de agua (CRA) es crucial para evaluar cuánta agua puede retener un músculo, influenciando directamente el peso, color, olor, textura y valor comercial de la carne. La carne, naturalmente, tiende a perder una cantidad significativa de humedad durante su almacenamiento, lo cual resulta en una disminución del peso muscular y la eliminación de ciertas proteínas solubles. Esta pérdida de agua puede dar lugar a que algunos productos cárnicos sean percibidos como de baja calidad, además de acortar su vida útil (López A. F., 2020)

En esta investigación se busca examinar de manera detallada si la incorporación de goma xantana en la chuleta ahumada tiene un efecto medible en su rendimiento, textura y variables sensoriales. Para ello, se desarrollará un estudio dividido en cuatro fases. En la primera fase, se desarrollarán las formulaciones con distintos niveles de goma xantana, utilizando cuatro tratamientos: T1 con un 0.13%, T2 con un 0.25%, T3 con un 0.75% y T4 como muestra testigo sin goma xantana (0%). La segunda fase consistirá en analizar el efecto de estos niveles de incorporación mediante pruebas de análisis sensorial y evaluación de textura, comparando los tratamientos con la muestra testigo. En la tercera fase, se determinará cuál de los tratamientos es el más aceptado utilizando el software Infostat y la prueba de comparaciones múltiples para identificar el nivel óptimo de incorporación. Finalmente, en la cuarta fase se evaluará el rendimiento del tratamiento más aceptado, analizando su extensión y su relación beneficio/costo para identificar cuál es más rentable y con mejor rendimiento. Esta estructura permitirá obtener resultados claros sobre los efectos de la goma xantana en las chuletas ahumadas y su potencial aplicación en la industria.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.2 Objetivo general**

Evaluar los aspectos tecnológicos, económicos y de aceptación del uso de goma xantana en la producción de chuleta ahumada.

### **2.3 Objetivos específicos**

- Determinar el perfil de rendimiento y perfil de textura de la chuleta ahumada después de aplicar el tratamiento con la adición de goma xantana.
- Evaluar el efecto de utilizar diferentes niveles de adición de goma xantana para la aceptación sensorial de chuleta ahumada.
- Analizar el efecto de distintos niveles de incorporación de goma xantana sobre la relación beneficio-costos en la elaboración de chuletas ahumadas.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Antecedentes investigados**

En su trabajo de investigación sobre la estabilidad de emulsiones cárnicas, (Ramos, Farias, & Crivaro, 2004) encontraron que la goma xantana desempeñó un papel crucial en la formación de una estructura más estable en productos cárnicos procesados, específicamente en salchichas y mortadelas. La incorporación de goma xantana en las formulaciones de estos productos no solo ayudó a evitar la separación de fases, un problema común en emulsiones cárnicas que puede afectar negativamente la calidad y la textura del producto, sino que también mejoró significativamente la capacidad de retención de agua.

Este aumento en la retención de agua es fundamental, ya que se traduce en una mayor jugosidad y palatabilidad del producto final, lo que resulta en una mejor aceptación por parte de los consumidores. La investigación destaca cómo la goma xantana actúa como un agente estabilizante que interactúa con las proteínas y grasas presentes en las emulsiones, contribuyendo a la formación de una red que atrapa la humedad y mejora la cohesión del producto.

#### **3.2 Goma xantana**

La goma xantana es un polisacárido natural producido mediante la fermentación de carbohidratos por la bacteria *Xanthomonas campestris*. Es ampliamente utilizada en la industria alimentaria como un agente espesante, estabilizante y gelificante. Su capacidad para formar geles viscosos la hace útil en una variedad de productos, incluyendo alimentos procesados, salsas, aderezos y productos lácteos. Además, la goma xantana puede mejorar la textura, la viscosidad y la estabilidad de los productos, así como proporcionar una mejor retención de agua (Mollejo, 2022).

Los niveles de incorporación de goma xantana pueden variar según el producto específico y los objetivos de formulación. Por lo general, se agregará en concentraciones bajas, típicamente entre 0.05% y 1.0% del peso total del producto final. Sin embargo, estos

niveles pueden ajustarse según las características deseadas de textura, viscosidad y estabilidad del producto (Alimentarius, 2018)

### **3.2.1 Propiedades de la goma xantana**

La goma xantana es un polvo de flujo libre de color blanco a crema, es soluble en agua caliente y fría, da viscosidad a soluciones a bajas concentraciones. Su importancia industrial se basa en su capacidad de controlar la reología de los sistemas base de agua. Aún a bajas concentraciones, las soluciones de goma xantana muestran una viscosidad alta en comparación con otras soluciones de polisacáridos. Esta propiedad la convierte en un espesante y estabilizante muy efectivo (Lalupadiario, 2020).

Las soluciones de goma xantana son muy resistentes a las variaciones de pH, ejemplo, son estables en condiciones alcalinas y ácidas. Entre un pH de 1 a 13, la viscosidad de la solución de xantana es prácticamente constante. A un pH de 9 o mayor, la xantana se diacetila gradualmente, pero esto tiene poco efecto en las propiedades de la solución (Mendoza, 2020).

La viscosidad de la solución acuosa de la goma xantana es casi independiente a la temperatura en un amplio rango. La viscosidad de la solución de goma xantana virtualmente no se afecta con la temperatura desde el punto de congelación hasta el punto de ebullición del agua pura. Por esto, las propiedades reológicas de los conductos finales permanecen estables. independientemente de si se almacenan en el refrigerador, a temperatura ambiente o en área caliente (Mendoza, 2020).

### **3.2.2 Uso en la industria cárnica**

La goma xantana es un ingrediente clave en la industria cárnica, donde se emplea como agente espesante y estabilizante. Su uso se extiende a diversas aplicaciones, como mejorar la textura de productos como salchichas y hamburguesas, mantener la humedad durante la cocción, estabilizar emulsiones en productos envasados, reducir la sinéresis para mejorar la calidad y prolongar la vida útil, y en ocasiones, sustituir parte de la grasa sin comprometer la calidad sensorial (Tapasco, Restrepo, & Suarez, 2022).

### **3.3 Ingredientes de la chuleta ahumada**

En la elaboración de chuleta ahumada de su preferencia los ingredientes a utilizar podrían variar, pero los más comunes para su fabricación son lomo con espinazo, sal fina o sal común, sal cura premier, azúcar, polifosfato (Hamine), Condimento de jamón tipo California, sabor humo, nitrito, agua purificada, ajo en polvo y pimienta (Espinoza & Acosta, 2019).

#### **3.3.1 Lomo de cerdo**

El lomo de cerdo es cada una de las dos piezas de la carne del cerdo que están junto al espinazo y bajo las costillas del animal. Suele tener una forma cilíndrica. Las chuletas de cerdo son el corte más popular proveniente del lomo de cerdo, el cual es la tira de carne que va desde la cadera del cerdo hasta la paleta (Extremiberico, 2020).

#### **3.3.2 Cortes de cerdo**

Los cortes porcinos o de cerdo son los diferentes cortes de la carne de cerdo, es decir, diferentes partes del cerdo que los humanos consumen como alimento. La terminología y el alcance de cada corte varía de un país a otro (Ifema, 2022).

#### **3.3.3 Chuleta**

La chuleta de cerdo es un corte que se obtiene de la parte del espinazo del cerdo, que abarca desde la cadera hasta la paleta. Por lo general, son cortes bastante grandes. Se hace el corte perpendicularmente y a menudo incluye parte de la costilla o la vértebra. También se les conoce como chuletas de costilla, de solomillo y de espaldilla (Rodríguez, 2024).

#### **3.3.4 Chuleta ahumada**

La chuleta ahumada es un producto cárnico que se obtiene de cortes de carne de cerdo, como el lomo o las costillas, que se someten a un proceso de ahumado. Este proceso implica la exposición de la carne al humo de la madera durante un período de tiempo

prolongado, lo que le confiere un característico sabor ahumado y ayuda a preservar la carne (Juárez, 2023).

### **3.4 Aditivos**

A lo largo del tiempo se han creado muchos aditivos alimentarios diferentes para satisfacer las necesidades de la industria de transformación de alimentos. Los aditivos se añaden para garantizar el buen estado y la inocuidad de los alimentos elaborados a lo largo de su andadura desde las fábricas o cocinas industriales hasta los consumidores, pasando por los almacenes y comercios. Los aditivos también se emplean para modificar las propiedades sensoriales de los alimentos, como el sabor, el aroma, la textura o el aspecto (OMS, 2023).

La chuleta ahumada puede contener diversos aditivos, como sal, azúcares, nitratos, fosfatos, aromatizantes, espesantes y antioxidantes, que se utilizan para mejorar el sabor, color, textura y conservación del producto (OMS, 2023).

### **3.5 Análisis de perfil de textura**

El análisis del perfil de textura es un excelente procedimiento instrumental, que simula la masticación de la mandíbula.

En el análisis de perfil de textura, se utilizan instrumentos especializados y pruebas sensoriales para medir varios parámetros de textura, como firmeza, elasticidad, cohesión, adhesividad y masticabilidad de la chuleta ahumada (Torres, Gonzalez, & Correa, 2015).

#### **3.5.1 Dureza**

El análisis de dureza en carnes es una técnica que se usa para evaluar cuán resistente es la carne cuando la cortas, la masticas o la comprimes. Con este análisis, podemos entender mejor la calidad y textura de la carne, lo cual es crucial para cómo la percibe y disfruta el consumidor, y, por ende, afecta la aceptación del producto final (Zúñiga, 2018).

### **3.5.2 Firmeza**

Firmeza en carne se refiere a la consistencia y resistencia que presenta la carne al ser manipulada o comprimida. Es una medida de la estructura interna de la carne y su capacidad para conservar la forma y la integridad. Una carne firme se sentirá sólida y compacta al tacto, con poca o ninguna sensación de desintegración o desmoronamiento al aplicar presión (Vergara, 2022).

### **3.5.3 Método mecánico de fuerza de cizalla**

La metodología más utilizada para medir textura en carne es el método mecánico de fuerza de cizalla mediante la célula Warner-Bratzler. Esta metodología, determina la fuerza máxima necesaria para cortar un cilindro de carne (dureza). A mayor fuerza, mayor dureza de la carne. Este atributo de textura es uno de los descriptores de calidad más determinante para el consumidor (Subiabre & Morales, 2022).

### **3.5.4 Quijada Volodkevich**

Las Mordazas Volodkevich (HDP/VB\*) es un accesorio que permite realizar un ensayo imitativo que simula la acción de un diente incisivo al morder un producto. Se compone de un soporte de muestra inferior que se monta sobre la base de trabajo elevada (HDP/90) y una sonda de cizalla con forma de diente que se fija a la célula de carga. La muestra se coloca en el “diente” inferior y la acción de morder es proporcionada por el movimiento de compresión del “diente” superior que cizalla la muestra (Unknown, 2020).

## **3.6 Análisis sensorial**

El análisis sensorial implica evaluar cómo percibimos un alimento utilizando nuestros sentidos, como el gusto, el olfato, la vista, el tacto. Se trata de examinar la apariencia, el aroma, el sabor, la textura y la sensación en la boca de un producto. Estas evaluaciones se realizan mediante técnicas específicas diseñadas para medir de manera precisa las respuestas humanas a los alimentos, mientras se minimizan los posibles sesgos causados por factores como la marca del producto u otra información relacionada (Incap, 2020).

### **3.6.1 Sabor**

El sabor se refiere a las características gustativas percibidas por los participantes al probar un producto, como dulce, salado, ácido, amargo, umami, entre otros. En una escala hedónica, los participantes evalúan el nivel de agrado o desagrado hacia el sabor del producto, asignando un valor numérico que refleje su percepción de lo agradable o desagradable del sabor (Serhiiko, 2020).

### **3.6.2 Color**

En la definición de color esta se refiere a la percepción visual del tono, la intensidad y la claridad de un producto. Una forma efectiva de evaluar el color es la escala hedónica donde los participantes asignan un valor numérico que indica su grado de agrado o desagrado hacia el color del producto, donde valores más altos pueden representar colores más atractivos y valores más bajos pueden representar colores menos deseables (Ramírez, 2020).

### **3.6.3 Textura**

Cuando hablamos de textura nos referimos a cómo se siente el producto al tocarlo o al masticarlo. Por ejemplo, puede ser suave, duro, crujiente, etc. En una escala hedónica, los participantes dan una puntuación según lo agradable que les resulte esa sensación táctil o al masticar el producto, donde puntajes más altos significan que les gusta más y puntajes más bajos significan que les gusta menos (Carvajal, y otros, 2020).

### **3.6.4 Muestra**

Una muestra en un experimento con alimentos es una porción o cantidad específica de alimento que se selecciona y se utiliza para llevar a cabo el estudio. Esta muestra debe representar fielmente la población o el grupo de alimentos que se está estudiando. La selección de la muestra es crucial para obtener resultados precisos y representativos del fenómeno que se está investigando. Por lo tanto, es importante que la muestra sea seleccionada de manera aleatoria y representativa para evitar sesgos en los resultados del estudio (Holden & Davis, 2024).

### 3.6.5 Tamaño de muestra

El tamaño de muestra para una investigación sobre chuletas ahumadas con inclusión de goma se refiere al número de chuleteros seleccionados de una población para ser incluidos en el estudio. Determinar el tamaño de la muestra es crucial en este tipo de investigación, ya que afecta la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos en cuanto a calidad, sabor, textura y otros aspectos relevantes de los chuleteros. A continuación, se presenta una fórmula para calcular el tamaño de la muestra adecuada (López, 2024).

**Ilustración 1:** Formula de tamaño de la muestra

$$n = \frac{k^2 qpN}{e^2(N-1) + K^2 pq} k^2$$

### 3.6.6 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de chuletas ahumadas es un proceso crítico para asegurar que el producto final cumpla con las expectativas de calidad y preferencia del consumidor. Este proceso implica el uso de técnicas científicas para medir y analizar las características sensoriales de las chuletas, tales como el sabor, aroma, textura y apariencia (Stadler, 2020).

### 3.6.7 Escala hedónica

El objetivo de una escala hedónica en la evaluación de chuletas de cerdo ahumadas con goma es obtener datos precisos sobre las preferencias y percepciones sensoriales de los consumidores respecto al producto. Esta evaluación incluye aspectos como el sabor, aroma, textura y apariencia de las chuletas, así como otras características sensoriales importantes. Las escalas se utilizan para recopilar datos cuantitativos, que luego se analizan estadísticamente. Este análisis detallado ayuda a entender las preferencias de los consumidores y a comparar los diferentes tratamientos de las chuletas ahumadas, ya sea con o sin la inclusión de goma (Thimoteo, 2019).

En la escala hedónica los puntajes van desde el extremo negativo hasta el extremo positivo. En una escala de 5 puntos, el puntaje más bajo representa "desagradable " y el puntaje más alto "Me gusta mucho". Los puntajes intermedios reflejan diferentes grados de preferencia o agrado en relación con el producto evaluado (Thimoteo, 2019).

### **3.6.8 Panel**

Un panel es un grupo de individuos seleccionados para participar en una evaluación o proceso de toma de decisiones. Pueden ser expertos en un campo específico, candidatos a un puesto de trabajo, miembros de un jurado, entre otros, (Incap, 2020).

Las pruebas dentro de un panel se aplican para evaluar diversas habilidades, conocimientos o competencias de los participantes. Estas pruebas pueden ser de diferentes tipos, como entrevistas estructuradas, cuestionarios, ejercicios prácticos, estudios de caso, entre otros. Es importante seleccionar las pruebas adecuadas que se alineen con los objetivos del panel y las competencias que se desean evaluar (Incap, 2020).

### **3.7 Diseño completamente aleatorizado**

Este tipo de diseño se llama completamente al azar porque todas las repeticiones experimentales se realizan en orden aleatorio completo, pues no se han tenido en cuenta otros factores de interés. Si durante el estudio se hacen N pruebas, éstas se deben realizar al azar, de forma que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos (Piqueras, 2020).

### **3.8 Rendimiento**

El rendimiento se refiere a la cantidad de producto final obtenido en relación con la cantidad de materia prima utilizada en un proceso de producción. Se puede expresar como un porcentaje o como una proporción. La fórmula más común para calcular el rendimiento es:

### **Ilustración 2:** formula de rendimiento

$$\% \text{ Rendimiento} = \left( \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right) \times 100$$

#### **3.8.1 Beneficio**

Es la ganancia que se obtiene de una inversión o actividad comercial. Para su cálculo se debe determinar el costo del problema y el de la solución. Esta última constituye una expresión para designar la ganancia que se obtiene en una actividad determinada. El valor del beneficio se obtiene deduciendo los costos totales de los ingresos totales. Por tanto, la diferencia entre lo que se gasta en la producción o prestación de un servicio y el precio de la venta es la ganancia obtenida (Díaz, 2019).

#### **3.8.2 Costo**

El costo se define, generalmente, como el conjunto de recursos sacrificados o dados a cambio de alcanzar un objetivo específico. Se mide en unidades monetarias que deben ser pagadas para adquirir bienes o servicios. Por tanto, es un valor empleado para la elaboración de un producto o la prestación de un servicio. La incursión en los diferentes costos se realiza para obtener beneficios presentes o futuros (Díaz, 2020).

#### **3.8.3 Relación beneficio costo**

Representa la relación global entre los costos y beneficios durante un período determinado. En esencia, se trata del beneficio propuesto total en efectivo dividido por los costos totales propuestos en efectivo. Pero para que el cálculo sea más dinámico, debes calcular el valor actual neto de los costos y beneficios durante el ciclo de vida planificado para el proyecto. Si la relación de beneficio-costo es mayor a uno, significa que los beneficios superan a los costos (Gonzales, 2022).

### **Ilustración 3:** Formula de relación beneficio costo

$$B/c = \frac{\text{Ingresos}}{\text{egresos}}$$

#### IV. MATERIALES Y METODOS

La investigación 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. El objetivo principal fue evaluar la CRA en chuleta ahumada, aceptabilidad sensorial y las propiedades texturales de cuatro tratamientos que contienen diferentes concentraciones de goma xantana (0.13%, 0.25% y 0.75% y el testigo 0%). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, donde el factor de interés fue el porcentaje de goma xantana presente en las formulaciones, siendo este el único ingrediente variable en el estudio.

##### 4.1 Materiales y equipos

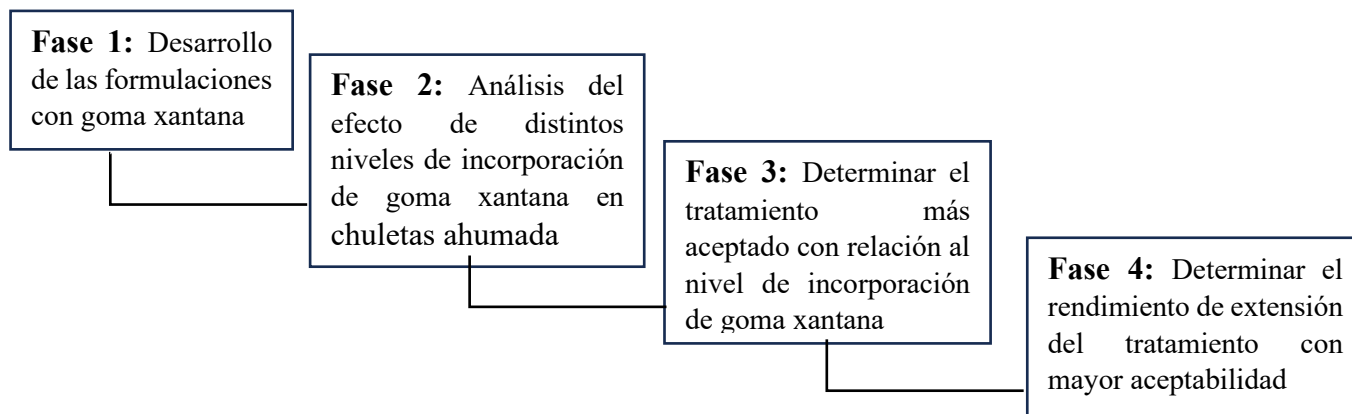
*Tabla 1:* Maquinaria y equipos

| <b>Materiales complementarios</b> | <b>Equipos e instrumentos</b> | <b>Equipo de protección personal</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Bandejas                          | Mesas de hacer inoxidable     | Casco                                |
| Cuchillos                         | Inyectora manual              | Mandiles                             |
| Canastas plásticas                | Balanza digital               | Guantes                              |
| Charolas de Metal                 | Texturómetro digital          | Mascarilla                           |
| Platos plásticos                  | Sierra                        | Gabacha o vestimenta                 |
| Vasos plásticos                   | Ahumador                      | Botas de hule                        |

Elaboración: Fuente LCC

## 4.2 Metodología

Esta investigación se desarrolló a través cuatro fases de las que se describen a continuación ;



### 4.2.1 Fase 1: Desarrollo de las formulaciones con goma xantana

En la fase inicial, se desarrollaron tres formulaciones con diferentes niveles de goma xantana: 0.13%, 0.25% y 0.75%, además de una muestra control con 0% de goma xantana establecida por el LCC. La goma xantana fue el único ingrediente que varió en estas formulaciones. Se utilizaron 24 chuleteros, 2 chuleteros por tratamiento para cada una de las corridas experimentales. Se realizaron 3 repeticiones de cada tratamiento, teniendo así un total de 12 unidades experimentales. El muestreo aleatorio simple consistió en seleccionar de manera aleatoria una muestra de chuletas ahumadas, tanto con cómo sin inclusión de goma xantana, de todos los tratamientos. Cada muestra obtuvo diferentes niveles de goma, según se describe en la tabla.

En la tabla 2 se muestran las concentraciones de goma xantana para los diferentes tratamientos.

**Tabla 2:** Descripción de los tratamientos

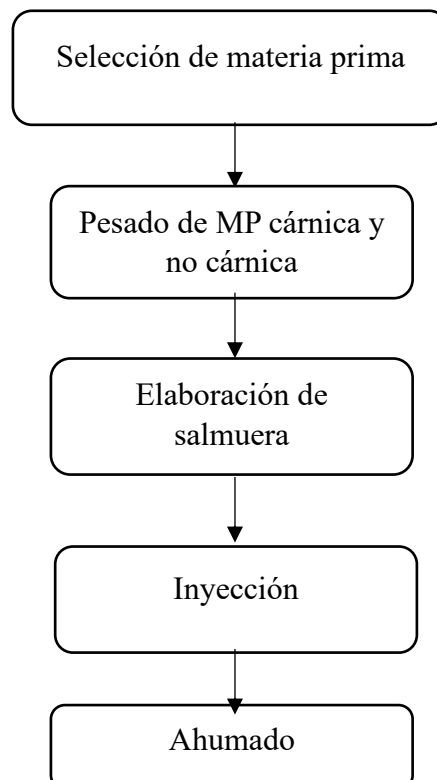
| Tratamientos | % de goma xantana | Repeticiones | Chuleteros |
|--------------|-------------------|--------------|------------|
| T1           | 0.13%             | T1-R1        | 2          |
|              |                   | T1-R2        | 2          |
|              |                   | T1-R3        | 2          |
| T2           | 0.25%             | T2-R1        | 2          |
|              |                   | T2-R2        | 2          |
|              |                   | T2-R3        | 2          |
| T3           | 0.75%             | T3-R1        | 2          |
|              |                   | T3-R2        | 2          |
|              |                   | T3-R3        | 2          |
| T4           | 0%                | T4-R1        | 2          |
|              |                   | T4-R2        | 2          |
|              |                   | T4-R3        | 2          |
| Total        |                   | 12           | 24         |

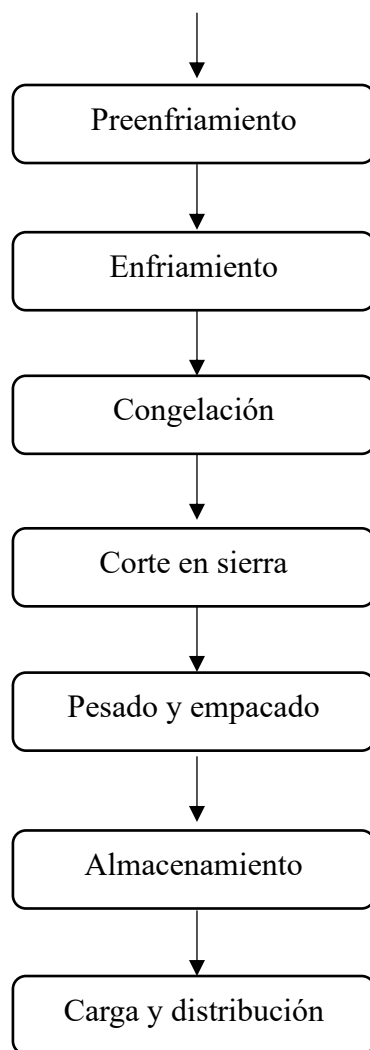
Elaboración: Fuente propia

#### 4.2.2 Proceso de elaboración de la chuleta ahumada

Para cada uno de los tratamientos y repeticiones se utilizó el mismo procedimiento para la preparación de la chuleta ahumada:

**Figura 1.** Flujo de procesos de elaboración de chuleta ahumada.





**Ilustración 4:** descripción del proceso de la chuleta ahumada

| <b>Etapas</b>                                | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Selección de materia prima                   | Los mástiles se obtuvieron mediante la cosecha de cerdos en el Laboratorio de Ciencia de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura.                                     |
| Pesado de materia prima cárnica y no cárnica | Se pesaron los mástiles y los ingredientes a utilizar así mismo la goma xantana.                                                                                                 |
| Elaboración de salmuera                      | Se preparó la salmuera para cada uno de los tratamientos.                                                                                                                        |
| Inyección                                    | Con un inyector industrial, se distribuyó uniformemente la salmuera en los chuleteros, asegurando una correcta absorción.                                                        |
| Ahumado                                      | Los chuleteros fueron ahumados a 40°C durante 1 hora y cocidos a 80°C durante 3 horas, alcanzando una temperatura interna de 72°C para garantizar su cocción y sabor sin exceso. |

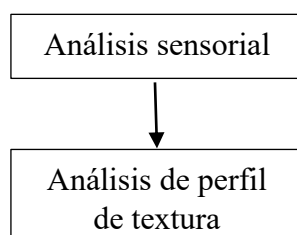
|                      |                                                                                                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preenfriamiento      | Los chuleteros ahumados reposaron durante 40 minutos                                                                |
| Enfriamiento         | Se enfriaron completamente las chuletas para detener la cocción y preservar su calidad.                             |
| Congelación          | Los chuleteros se congelaron para conservar su frescura y garantizar una mayor vida útil.                           |
| Corte en sierra      | Se cortaron las chuletas en porciones uniformes utilizando una sierra industrial.                                   |
| Pesado y empacado    | Las chuletas se pesaron y se empacaron en presentaciones de 3 libras, listas para su almacenamiento y distribución. |
| Almacenamiento       | Se almacenaron las chuletas en condiciones óptimas de congelación para mantener su calidad hasta su distribución.   |
| Carga y distribución | Las chuletas fueron trasladadas y distribuidas a la tienda universitaria y comedor estudiantil de la UNAG           |

Elaboración: Fuente propia

#### 4.2.3 Fase 2: Análisis del efecto de distintos niveles de incorporación de goma xantana en chuletas ahumada

Después del proceso de los chuleteros por cada tratamiento se realizaron los siguientes dos pasos que se reflejan en la figura 2:

**Figura 2:** Proceso de aplicación de análisis para determinar el efecto de la goma xantana.



#### 4.2.4 Aplicación de análisis sensorial

Para las pruebas de análisis sensorial se aplicó una prueba hedónica utilizando una escala de 5 puntos para determinar cuán agradable es la chuleta ahumada. Los puntajes se observan a continuación en la tabla 3 según (Thimoteo, 2019).

**Tabla 3:** Escala de evaluación sensorial hedónica.

| <b>Descripción</b> | Desagradable | No me gusta | No me gusta ni me disgusta | Me gusta | Me gusta mucho |
|--------------------|--------------|-------------|----------------------------|----------|----------------|
| <b>Puntaje</b>     | 1            | 2           | 3                          | 4        | 5              |

Fuente: (Thimoteo, 2019).

Cada muestra fue identificada con un código de tres dígitos tal y como se observa en el anexo 1, donde la variable de respuesta fue la aceptabilidad sensorial. Se requirió la participación de 30 jueces, quienes evaluaron las muestras, las cuales tuvieron un tamaño de 5 centímetros y se presentaron de forma aleatoria a una temperatura adecuada para el consumo, en platos desechables y acompañadas de agua y galletas entre muestras, con el fin de neutralizar el sabor y garantizar una evaluación imparcial.

#### **4.2.5 Variables por evaluar en el análisis sensorial**

Las variables por evaluar fueron: el color, sabor, aroma y aceptación general por parte de los consumidores.

#### **4.2.6 Color:**

Para analizar el color, se utilizó una muestra de 5 centímetros, la cual fue evaluada mediante una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 5 puntos, tal como se muestra en el anexo 1. Esto permitió determinar el grado de agrado en cuanto a la apariencia visual de la chuleta ahumada.

#### **4.2.7 Sabor:**

Para evaluar el sabor, se empleó una muestra de 5 centímetros, la cual fue sometida a una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 5 puntos. De esta manera, se pudo determinar el nivel de satisfacción con el sabor de la chuleta ahumada.

#### 4.2.8 Aroma:

Para evaluar el aroma, se utilizó una muestra de 5 centímetros, la cual fue sometida a una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 5 puntos, conforme se describe en el anexo 1. Esto permitió medir el grado de aceptación del aroma de la chuleta ahumada.

#### 4.2.9 Diseño experimental.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) para evaluar tres tratamientos con diferentes niveles de inclusión de goma xantana, además de una muestra control, en la elaboración de chuleta ahumada. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software Infostat versión 2020e. Se utilizó una prueba de medias de Tukey con un nivel de confianza del 95% para determinar cualquier diferencia estadística entre los tratamientos.

Para analizar los datos obtenidos en este experimento, se empleó un modelo estadístico adecuado que considerara la interacción de las concentraciones de goma xantana y su efecto en la calidad de la chuleta ahumada, dado a que solo hay un factor el modelo estadístico más apropiado para analizar los datos fue el Análisis de Varianza de una Vía (ANOVA de una vía). Este modelo permitió determinar si hubo diferencias significativas entre las distintas concentraciones de goma xantana en la calidad de las chuletas ahumadas. La ecuación del modelo estadístico para este análisis fue:

**Ilustración 5:** Ecuación de modelo estadístico.

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

**Donde:**

- $y_{ij}$  es la  $j$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo nivel de la concentración de goma xantana.
- $\mu$  es la media general de todas las observaciones
- $\alpha_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo nivel de la concentración de goma xantana.

- $\epsilon_{ij}$  es el término de error aleatorio asociado con la  $j$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo nivel, que se asume normalmente distribuido con media cero y varianza constante.

Este modelo permitió determinar si hubo diferencias significativas en la calidad de las chuletas ahumadas entre las distintas concentraciones de goma xantana.

#### **4.2.10 Aplicación de Análisis de perfil de textura**

Se realizó un análisis de cizalla por compresión utilizando un Texturómetro digital de Stable Micro Systems, el modelo TXT plus. Se utilizó una cuchilla de Quijada Volodkevich y se realizaron 3 repeticiones para cada tratamiento, con el objetivo de obtener curvas de evaluación más detalladas. Para la preparación de la muestra, el tamaño fue de 15 ml de diámetro y 1 cm de ancho.

#### **4.2.11 Variables por evaluar en perfil de textura**

Durante el análisis de perfil de textura, se evaluaron la dureza y firmeza como variables de interés.

#### **4.2.12 Dureza:**

Para medir la dureza de las chuletas de cerdo, se realizó un análisis de cizalla por compresión utilizando un Texturómetro digital de Stable Micro Systems, modelo TXT Plus, tal y como se muestra en el anexo 5, equipado con la mordaza de Quijada Volodkevich. La dureza fue evaluada midiendo la fuerza inicial necesaria para comprimir la carne, registrando los datos en Newtons (N). Este procedimiento proporciona una medida precisa de la resistencia inicial de la carne a la compresión, indicando su dureza.

#### **4.2.13 Firmeza:**

Para medir la ternura de las chuletas de cerdo, se utilizó el mismo análisis de cizalla por compresión con el Texturómetro digital de Stable Micro Systems, modelo TXT Plus, y la

mordaza de Quijada Volodkevich, tal y como se muestra en el anexo 6. La terneza se determinó midiendo la fuerza necesaria para cortar o desgarrar la carne, con los resultados expresados en Newtons (N). Una menor fuerza indicó una mayor terneza, proporcionando una evaluación precisa de la facilidad con la que la carne puede ser masticada.

#### **4.2.14 Fase 3: Determinar el tratamiento más aceptado con relación al nivel de incorporación de goma xantana**

1. Después de completar el análisis de los datos utilizando el software Infostat, se procedió a analizar las tablas de (ANOVA) para examinar la interacción entre los diferentes tratamientos. Este proceso permitió identificar cuál de los cuatro tratamientos fue el más preferido por los panelistas o el que tuvo más aceptabilidad.
2. Durante el Análisis del Perfil de Textura (TPA), se examinaron las curvas registradas en el software del Texturómetro y se organizaron los datos en Excel. Esto nos permitió determinar, a partir de las curvas, qué tratamiento exhibe las características texturales más favorables.

#### **4.2.15 Fase 4: Determinar el rendimiento de extensión del tratamiento con mayor aceptabilidad**

El rendimiento se refiere a la eficiencia del proceso y al resultado del producto final. Este rendimiento fue evaluado en diversas etapas, utilizando una tabla para cada una durante el proceso de producción de chuletas ahumadas con inclusión de goma xantana.

**Tabla 4:** Rendimiento de la producción.

| Rendimiento<br>Prod.<br>Inyectado Ri                  | Rendimiento<br>Prod.<br>Ahumado Ra                    | Rendimiento<br>Prod.<br>Congelado Rf                  | Rendimiento<br>Prod. Corte<br>Rc                     | Rendimiento<br>Prod.<br>Empacado Re                 | Rendimiento<br>Prod. Total<br>RT                        |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| $Ri = \frac{P. \text{ Inyectado}}{P. \text{ fresco}}$ | $Ra = \frac{P. \text{ cocido}}{P. \text{ Inyectado}}$ | $Rf = \frac{P. \text{ congelado}}{P. \text{ cocido}}$ | $Rc = \frac{P. \text{ corte}}{P. \text{ congelado}}$ | $Re = \frac{P. \text{ empacado}}{P. \text{ Corte}}$ | $RT = \frac{Prod. \text{ empacado}}{P. \text{ Fresco}}$ |

Elaboración: Fuente LCC.

**Ilustración 6:** Formula de rendimiento

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{Peso final empacado}}{\text{Peso chuletero fresco}} \times 100$$

En este contexto, el peso final del producto se refiere al peso de la chuleta después de haber añadido la goma, mientras que el peso de la pieza base corresponde al peso de la muestra de control que no contiene ningún porcentaje de goma.

**4.2.16 Relación beneficio-costo**

En el contexto de la chuleta ahumada con inclusión de goma, los ingresos se refieren a las ganancias netas o beneficios generados, es decir, ya teniendo el producto terminado se hizo proyección de cuanto se espera obtener. Por otro lado, los egresos representan los costos totales asociados con la producción de las chuletas ahumadas con inclusión de goma. Esto incluye la inversión inicial en la adquisición de ingredientes, así como los costos, el empaque y cualquier otro gasto relacionado con la elaboración.

**Ilustración 7:** Formula de benéfico-costo.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

## V. RESULTADOS Y DISCUCIONES

### 5.1 Pruebas preliminares

Se llevó a cabo una prueba preliminar para determinar los porcentajes óptimos de goma y otros ingredientes, con el objetivo de estandarizar el proceso de producción.

### 5.2 Pruebas sensoriales

Se realizó un análisis sensorial con 30 jueces no entrenados, quienes evaluaron cuatro muestras con diferentes concentraciones de goma xantana. Las variables evaluadas fueron sabor, aroma, color y aceptación general.

#### 5.2.1 Variable de sabor

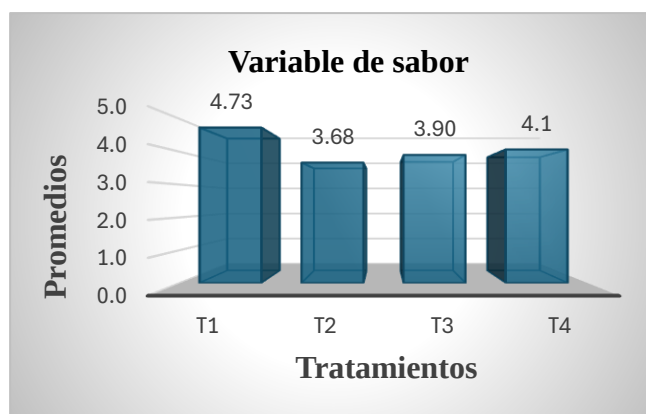
**Tabla 5:**Medias variable de sabor

| Tratamientos | Sabor                    |
|--------------|--------------------------|
| T1 - 0.13%   | 4.73 ± 0.45 <sup>b</sup> |
| T2 - 0.25%   | 3.68 ± 1.03 <sup>a</sup> |
| T3 - 0.75%   | 3.90 ± 0.92 <sup>a</sup> |
| T4 -0%       | 4.07 ± 0.91 <sup>a</sup> |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, se evaluaron las diferencias significativas en la variable de sabor entre los distintos tratamientos con goma xantana. Los resultados revelaron que el tratamiento T1 (0.13 %) presentó una diferencia significativa y fue superior en términos de sabor en comparación con T2 (0.25 %), T3 (0.75 %) y el tratamiento testigo T1 ( 0 %). Esto sugiere que, a bajas concentraciones de goma xantana, se logra una mayor eficiencia en la mejora del sabor de las chuletas ahumadas, en contraste con concentraciones más altas o su ausencia.

### Ilustración 8: Resultado de media en variable de sabor



La gráfica muestra los promedios de los cuatro tratamientos en cuanto a la aceptabilidad sensorial de la variable de sabor.

#### 5.2.2 Variable de aroma

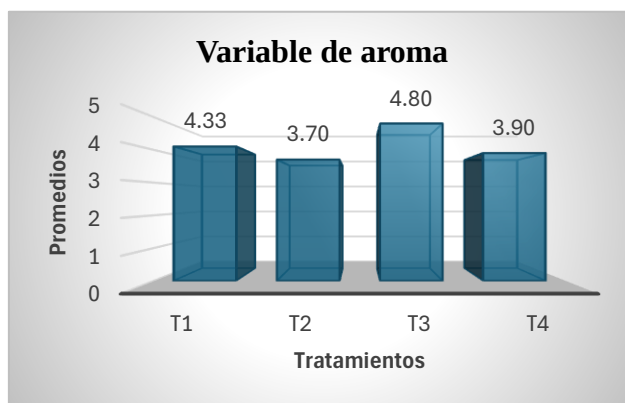
**Tabla 6:** Medias variables de aroma

| Tratamientos | Aroma                     |
|--------------|---------------------------|
| T1 – 0.13 %  | 4.33 ± 0.96 <sup>bc</sup> |
| T2 – 0.25%   | 3.70 ± 0.79 <sup>a</sup>  |
| T3 – 0.75%   | 4.80 ± 0.41 <sup>c</sup>  |
| T4 – 0%      | 3.90 ± 0.88 <sup>a</sup>  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey revelan que el tratamiento T1 (0.13 %) es significativamente diferente y superior a T2 (0.25 %) y al tratamiento testigo T4 (0 %). Sin embargo, no presenta diferencias significativas con T3 (0.75 %), siendo ambos estadísticamente iguales. Esto indica que el aroma no mejora ni disminuye de manera consistente con el aumento del nivel de goma.

### Ilustración 9: Resultado de media en variable de aroma



En la Ilustración 2 se presentan las medias de cada uno de los tratamientos, destacando que T1 (0.13 %) y T3 (0.75 %) el cual no muestran diferencias significativas entre sí, siendo estadísticamente iguales.

#### 5.2.3 Variable de color

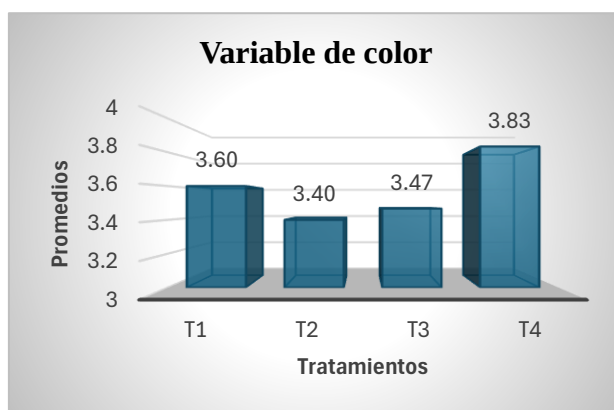
**Tabla 7:** Medias variable de color

| Tratamientos | Color                    |
|--------------|--------------------------|
| T1 – 0-13%   | 3.60 ± 0.89 <sup>a</sup> |
| T2 – 0.25%   | 3.40 ± 0.77 <sup>a</sup> |
| T3 – 0.75%   | 3.47 ± 0.97 <sup>a</sup> |
| T4 – 0%      | 3.83 ± 0.95 <sup>a</sup> |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la variable de color, los resultados indican que la adición de goma xantana no tuvo un efecto significativo en la percepción del color del producto por parte de los panelistas. Esto sugiere que todos los tratamientos, incluido el testigo, presentaron una aceptabilidad similar en términos de color. Este hallazgo es positivo, ya que demuestra que la goma no genera alteraciones negativas en el color que puedan afectar la evaluación del producto por parte del consumidor.

### Ilustración 10: Resultado de media en variable de color



En cuanto a la aceptabilidad sensorial de la variable de color, se observa que el tratamiento 4 (testigo, sin la inclusión de goma xantana) obtuvo el promedio más alto. Sin embargo, estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que todos presentan una aceptabilidad similar.

#### 5.2.4 Aceptación general

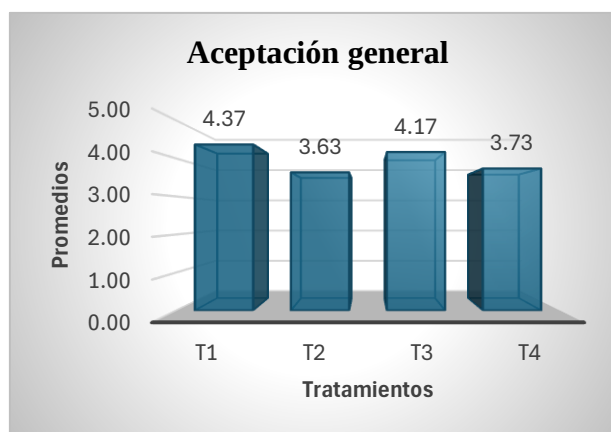
**Tabla 8:** Medias de aceptación general

| Tratamientos | Aceptación general        |
|--------------|---------------------------|
| T1 - 0.13%   | 4.37 ± 0.89 <sup>b</sup>  |
| T2 – 0.25%   | 3.63 ± 0.77 <sup>a</sup>  |
| T3 – 0.75%   | 4.17 ± 0.97 <sup>ab</sup> |
| T4 – 0%      | 3.73 ± 0.95 <sup>a</sup>  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Según el análisis estadístico, el tratamiento T1 (0.13 %) mostró una aceptación general significativamente diferente y superior en comparación con T2 (0.25 %) y el tratamiento testigo T4 (0 %). Sin embargo, no presentó diferencias significativas con T3 (0.75 %), siendo ambos estadísticamente iguales en cuanto a la aceptación general del producto.

**Ilustración 11:** Resultado de media en variable de respuesta aceptación general.



Según el análisis sensorial, los jueces evaluaron su disposición a comprar el producto si estuviera disponible en el mercado. Los resultados indican que los tratamientos T1 (0.13 %) y T3 (0.75 %) fueron los más aceptados, obteniendo las puntuaciones más altas en esta variable. Esto sugiere que ambos tratamientos lograron satisfacer las expectativas de los consumidores potenciales, destacándose sobre otros tratamientos.

### 5.3 Análisis de perfil de textural

Para el análisis instrumental de textura, se emplearon dos tipos de cuchillas: Warner Bratzler y Volodkevich, utilizando un texturómetro digital T.A XT Plus. Las evaluaciones se realizaron a temperatura de consumo, asegurando condiciones representativas del uso real del producto, y se llevaron a cabo en tres repeticiones por cada tratamiento para garantizar la fiabilidad de los resultados.

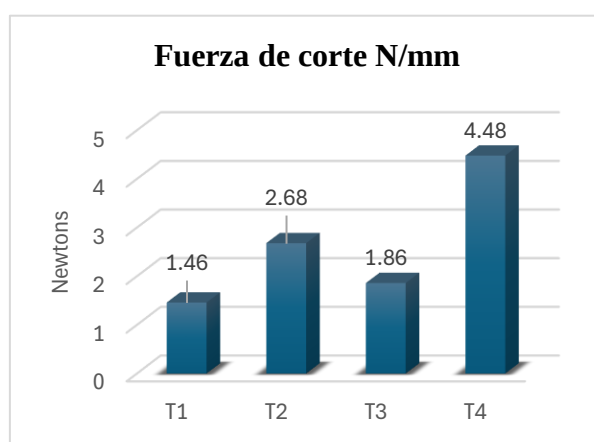
**Tabla 9:** Análisis fuerza de corte cuchilla Warner Bratzler

| Tratamientos | Fuerza de corte N/mm      |
|--------------|---------------------------|
| T1-0.12%     | 1,46 ± 0.22 <sup>a</sup>  |
| T2-0.25%     | 2.68 ± 0.67 <sup>b</sup>  |
| T3-0.75%     | 1.86 ± 0.28 <sup>ab</sup> |
| T4-0%        | 4.84 ± 0.401 <sup>c</sup> |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) y de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, al evaluar la fuerza de corte en los cuatro tratamientos con diferentes niveles de inclusión de goma xantana en chuletas ahumadas (0.13 %, 0.25 %, 0.75 % y 0 %), revelaron diferencias significativas entre los tratamientos. En particular, el tratamiento T4 (testigo) requirió una mayor fuerza de corte en comparación con los demás tratamientos que incluyeron goma xantana. Esto sugiere que la adición de goma xantana mejora la textura del producto, haciéndolo más suave y fácil de cortar.

**Ilustración 12:** Medias Fuerza de corte



En la ilustración se observa que el tratamiento T4 (testigo) presenta una fuerza de corte ligeramente superior en comparación con los otros tratamientos con inclusión de goma .

**Tabla 10:** Fuerza de resistencia al corte N/mm

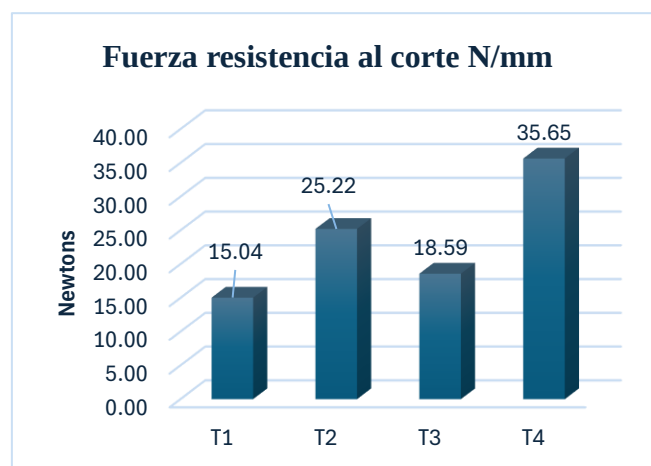
| Tratamientos | Fuerza de corte N/mm       |
|--------------|----------------------------|
| T1-0.12%     | 15.04 ± 1.54 <sup>a</sup>  |
| T2-0.25%     | 25.22 ± 4.66 <sup>b</sup>  |
| T3-0.75%     | 18.59 ± 3.54 <sup>ab</sup> |
| T4-0%        | 35.65 ± 2.71 <sup>c</sup>  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la resistencia al corte indican que los tratamientos T1 (0.13 %) y T3 (0.75 %) son significativamente iguales. De manera similar, el tratamiento T2 (0.25 %) y T3 (0.75 %) también no presentan diferencias significativas

entre sí. En contraste, el tratamiento T4 (testigo) mostró una mayor fuerza de resistencia al corte, siendo el único que difiere significativamente de los demás tratamientos con inclusión de goma xantana. Estos resultados sugieren que la adición de goma xantana mejora la suavidad de las chuletas ahumadas, haciéndolas más fáciles de cortar y reduciendo la resistencia al corte.

**Ilustración 13:** Medias de resistencia al corte



En la ilustración se observa que el tratamiento T4 (testigo) presenta una resistencia de corte ligeramente superior en comparación con T1 (0.13%), T2 (0.25%), T3 (0.75%)

**Tabla 11:** fuerza de mordida con el diente incisivo Volodkevich

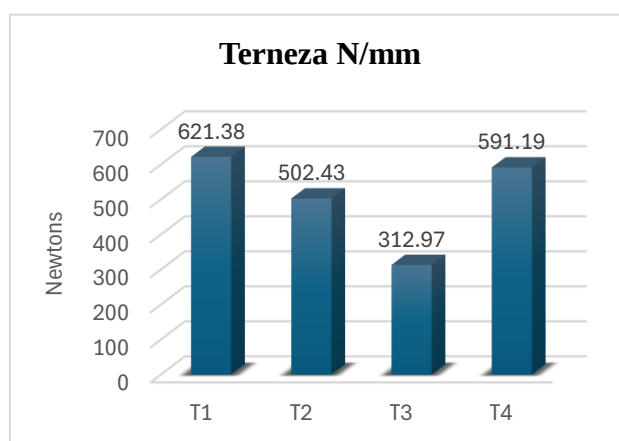
| Tratamiento        | Fuerza N/mm                   |
|--------------------|-------------------------------|
| <b>T1 - 0.12%</b>  | 621.39 ± 261.13 <sup>b</sup>  |
| <b>T2 - 0.25%</b>  | 502.43 ± 223.63 <sup>ab</sup> |
| <b>T3 - 0.75 %</b> | 312.97 ± 131.20 <sup>a</sup>  |
| <b>T4 - 0%</b>     | 591.19 ± 240.77 <sup>ab</sup> |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, realizados para evaluar la fuerza de mordida en los diferentes tratamientos de chuletas ahumadas con inclusión de goma xantana (0 %, 0.13 %, 0.25 % y 0.75 %), indican que el tratamiento T1 (0.13 %) es estadísticamente igual al T2 (0.25 %) y al tratamiento testigo T4 (0 %). En contraste, el tratamiento T3 (0.75 %) presentó la menor

fuerza de mordida, lo que podría atribuirse a un efecto suavizante causado por la mayor concentración de goma xantana. Estos resultados sugieren que la inclusión de goma xantana influye significativamente en la textura del producto, haciéndolo más suave a medida que aumenta su concentración.

**Ilustración 14:** Fuerza de mordida



Como se muestra en la ilustración, el tratamiento T1 (0.13 % de inclusión de goma xantana) presenta la mayor fuerza de mordida, mientras que el tratamiento T3 (0.75 % de inclusión) registra la menor fuerza de mordida, lo que indica que este último tiene la textura más suave.

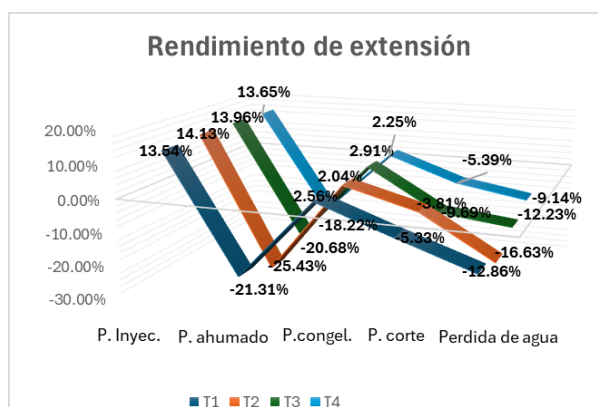
#### 5.4 Análisis de perfil de rendimiento

Se llevaron a cabo evaluaciones en diferentes etapas con el objetivo de desarrollar un perfil de rendimiento que facilitara el análisis detallado de la eficiencia productiva de cada uno de los tratamientos considerados en el estudio.

**Tabla 12:** Resultados de rendimiento de extensión

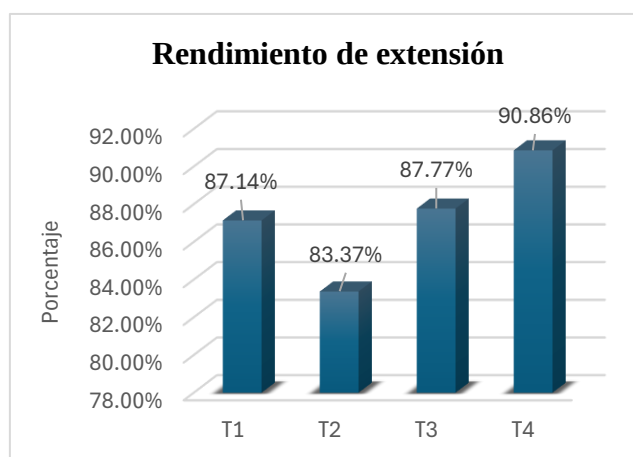
| TRAT | P. I   | %      | P.A   | %      | PC    | %     | PC    | %     | PE  | REND  | %      |
|------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|--------|
| T1   | 113.64 | 13.64% | 78.69 | 21.31% | 97.44 | 2.56% | 94.67 | 5.33% | 100 | 87.14 | 12.86% |
| T2   | 114.13 | 14.13% | 74.57 | 25.43% | 97.96 | 2.04% | 96.19 | 3.81% | 100 | 83.37 | 16.63% |
| T3   | 113.96 | 13.96% | 79.32 | 20.68% | 97.09 | 2.91% | 90.31 | 9.69% | 100 | 87.77 | 12.23% |
| T4   | 113.65 | 13.65% | 81.78 | 18.22% | 97.75 | 2.25% | 94.61 | 5.39% | 100 | 90.86 | 9.14%  |

### Ilustración 15: Evolución de la fase de producción



En la Ilustración 8 se presenta la evolución de la fase de producción de las chuletas ahumadas para cada uno de los tratamientos realizados.

### Ilustración 16: Resultado de variable rendimiento de extensión



Los resultados obtenidos indican que los tratamientos T1, T3 y T4 presentaron un rendimiento relativamente alto, con valores de 87.14%, 87.77% y 90.86%, respectivamente. Destaca el tratamiento T4, que no incluye goma xantana, ya que alcanzó el mayor rendimiento con una pérdida de agua de apenas 9.14%, lo cual está dentro del rango esperado para productos cárnicos ahumados. Esto sugiere que los tratamientos con inclusión de goma no son tan eficientes reteniendo agua en comparación con el tratamiento testigo. Por otro lado, el tratamiento T1 mostró una pérdida de agua del 12.86%, mientras que el T3 registró un 12.23%. En contraste, el tratamiento T2 presentó el rendimiento más bajo, con un valor de 83.37%, evidenciando una mayor pérdida de agua en comparación con los otros tratamientos.

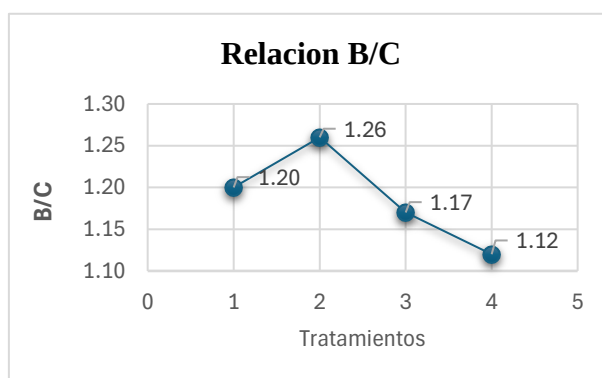
## 5.5 Relación beneficio costo

Los resultados obtenidos muestran la relación beneficio/costo (B/C) de cada tratamiento, lo que permite identificar aquellos con mayor viabilidad económica. Este análisis es fundamental para determinar la rentabilidad de los tratamientos y servir como guía en la toma de decisiones sobre su incorporación en la producción de chuletas.

**Tabla 13:**Relación Beneficio-costo

| Producto | Beneficio | Costo   | B/C  |
|----------|-----------|---------|------|
| T1       | 6448.36   | 5368.89 | 1.20 |
| T2       | 6169.38   | 4906.38 | 1.26 |
| T3       | 6494.98   | 5536.63 | 1.17 |
| T4       | 6723.64   | 5983.58 | 1.12 |

**Ilustración 17:**Resultados de variable de respuesta relación B/C



Una relación beneficio-costo (B/C) superior a 1 indica que los ingresos generados por la venta del producto superan los costos de producción, lo cual evidencia la rentabilidad del tratamiento. En este caso, el tratamiento con 0.25% de goma xantana (T2) es el más eficiente, alcanzando el mayor valor (1.26), lo que indica un excelente equilibrio entre costo y beneficio. El tratamiento con 0.13% de goma (T1) también es favorable (1.20), pero ligeramente menos rentable. En cambio, al usar 0.75% de goma (T3), la relación disminuye a 1.17, lo que sugiere que mayores concentraciones aumentan los costos sin mejorar proporcionalmente los beneficios. El tratamiento testigo (T4), sin goma, tiene la menor relación (1.12), demostrando que el uso de goma xantana mejora significativamente la calidad y el valor del producto frente al costo adicional. Esto confirma que 0.25% de goma es la concentración óptima para maximizar la rentabilidad.

## VI. CONCLUSIONES

- En la investigación la evaluación de los aspectos tecnológicos, económicos y de aceptación del uso de goma xantana en la producción de chuleta ahumada mostró resultados favorables en términos de textura y aceptación sensorial, pero con variabilidad en su viabilidad económica según las concentraciones utilizadas.
- Los tratamientos con goma xantana, especialmente a concentraciones de 0.13% (T1) y 0.75% (T3), demostraron mejorar la textura de las chuletas ahumadas, logrando una mayor suavidad en la fuerza de corte y resistencia al mordido en comparación con el tratamiento testigo (T4), que no contiene goma xantana. Sin embargo, el tratamiento T4 presentó el mejor rendimiento en cuanto a retención de agua (90.86%) con una pérdida mínima de agua, lo que indica que la ausencia de goma xantana no afecta significativamente la capacidad de retención de agua. Esto sugiere que la goma xantana mejora la textura sin comprometer la retención de agua de manera significativa.
- Los resultados sensoriales indicaron que el tratamiento T1 (0.13%) fue el más aceptado en términos de sabor (4.73), aroma (4.33) y aceptación general (4.37), lo que sugiere que una baja concentración de goma xantana mejora notablemente las características sensoriales. En cuanto al color, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que la goma xantana no afecta la percepción del color del producto, lo cual es positivo para mantener una aceptabilidad visual consistente entre los tratamientos.
- Los resultados en el análisis de la relación beneficio/costo (B/C) reveló que el tratamiento T2 (0.25%) logró la relación beneficio-costo (B/C) más alta, con un valor de 1.26, lo que lo convierte en la opción más rentable. A pesar de que T1 (0.13%) también presentó una buena relación B/C (1.20), su rentabilidad es ligeramente inferior a la de T2. Los tratamientos con mayores concentraciones de goma xantana (T3, 0.75%) y el tratamiento testigo (T4, sin goma) tuvieron una relación beneficio-costo menor (1.17 y 1.12, respectivamente), indicando que ni altas concentraciones de goma ni su ausencia son óptimas desde una perspectiva económica.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios más específicos que evalúen una gama más amplia de niveles de inclusión de goma xantana. Esto permitirá determinar si ajustes más precisos en la cantidad utilizada pueden mejorar el rendimiento sin comprometer la calidad sensorial del producto ni su viabilidad económica.
- Investigar los posibles beneficios nutricionales que la adición de goma xantana podría aportar al producto, considerando su impacto en la salud del consumidor y su valor añadido en el mercado.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Carvajal, L. M., M, N. O., Á, O. L., S, L. R., RESTREPO, C. C., E, S. S., & E, S. L. (30 de Mayo de 2020). *scielo.org.co*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n2/v15n2a05.pdf>
- Díaz, A. A. (Julio de 2019). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=El%20beneficio%2C%20por%20su%20parte,obtiene%20en%20una%20actividad%20determinada](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=El%20beneficio%2C%20por%20su%20parte,obtiene%20en%20una%20actividad%20determinada).
- Díaz, A. A. (Diciembre de 2020). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022)
- Espinoza, M. N., & Acosta, Z. S. (8 de Diciembre de 2019). *dokumen.tips*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/chuletas-ahumadas-diagrama-de-flujo.html>
- Extremiberico. (24 de septiembre de 2020). *extremiberico.com*. Obtenido de <https://extremiberico.com/blog/diferencias-lomo-lomito-iberico/#:~:text=El%20lomo%20se%20extrae%2C%20como,entre%20los%20omoplatos%20del%20cerdo>.
- Gonzales, R. (13 de Septiembre de 2022). *linkedin.com*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-crear-un-an%C3%A1lisis-de-costos-beneficio-parte-iv-rub%C3%A9n>
- Holden, J., & Davis, C. (3 de Abril de 2024). *fao.org*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/ah833s/Ah833s14.htm>
- Ifema. (14 de Enero de 2022). *ifema.es*. Obtenido de <https://www.ifema.es/noticias/alimentacion-bebidas/corte-cerdo-guia-mejores-partes>
- Incap. (3 de Marzo de 2020). *incap.int*. Obtenido de <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- Insolit. (02 de Enero de 2020). Obtenido de <https://www.insolitbeauty.com/glosario-ingredientes/goma-xantana/>
- Juárez, N. (15 de Abril de 2023). Obtenido de <https://www.radioformula.com.mx/estilo-de-vida/2023/4/15/que-tan-saludable-es-la-chuleta-ahumada-758205.html>
- Lalupadiario. (Febrero de 2020). *lalupadiario.com*. Obtenido de <https://lalupadiario.com/la-goma-xantana-usos-en-la-industria-alimentaria/>
- Li, J. J., Dong, H., Liu, Y. L., Zhang, L. L., Zhang, Y., Yang, Z.-Y., . . . Si-Yi, P. (Abril de 22 de 2016). Obtenido de <https://www.mdpi.com/1420-3049/21/4/511>

- López, P. L. (2024). *scielo.org.bo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- Mendoza, A. (Septiembre de 2020). *academia.edu*. Obtenido de [https://www.academia.edu/18085810/La\\_goma\\_xantana\\_en\\_la\\_industria\\_alimentaria\\_2](https://www.academia.edu/18085810/La_goma_xantana_en_la_industria_alimentaria_2)
- Mollejo, V. (22 de Marzo de 2022). Obtenido de [https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2022-03-22/goma-xantana-usos-beneficios\\_1754146/](https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2022-03-22/goma-xantana-usos-beneficios_1754146/)
- OMS. (16 de Noviembre de 2023). *who.int*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- Pharma, I. (25 de 7 de 2020). *infinitypharma.com*. Obtenido de <https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Goma-Xantana.pdf>
- Piqueras, V. Y. (27 de Abril de 2020). *blogs.upv.es*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2013/04/27/diseño-completamente-al-azar-y-anova/>
- Ramírez, F. H. (11 de Agosto de 2020). *bmeditores.mx*. Obtenido de <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/mioglobina-factor-principal-del-cual-depende-el-color-de-la-carne/>
- Ramos, N., Farias, M., & Crivaro, C. A. (2004). *scielo.cl*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642004000400013](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000400013)
- Rivas, J. K. (Diciembre de 2010). *bdigital.zamorano.edu*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/870e9487-8703-43e8-8fa5-2a9fd0e810fc/content>
- Rodriguez. (Abril de 2024). *pcdominguez.com*. Obtenido de <https://pcdominguez.com/index.php/productos-carnicos-dominguez/elaborados/259-chuletas-de-cerdo>
- Serhiiko, O. (2020). *taste-institute.com*. Obtenido de <https://www.taste-institute.com/es/resources/blog/4-key-elements-that-make-product-tasty>
- Stadler, M. M. (3 de marzo de 2020). *incap.int*. Obtenido de <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- Subiabre, I., & Morales, R. (28 de Noviembre de 2022). *biblioteca.inia.cl*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68770/Cap%C3%ADulo%203.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Tapasco, Y., Restrepo, D. A., & Suarez, H. (27 de Marzo de 2022). *scielo.org.co*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-)

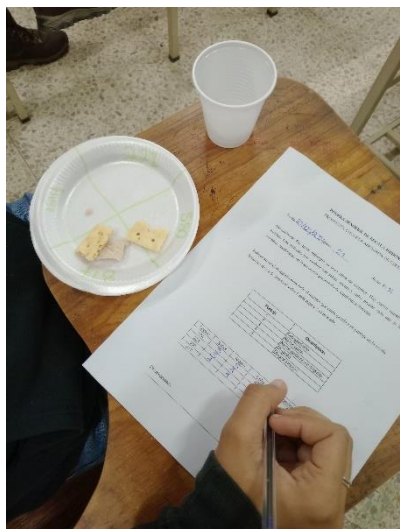


## ANEXOS

### Anexo 1: Elaboración de la chuleta ahumada



## Anexo 2: Análisis sensorial



### Anexo 3: Formato De Evaluación Sensorial

#### PRUEBA SENSORIAL DE ESCALA HEDONICA

PRODUCTO: Chuleta ahumada de cerdo

Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: F:

M:

Instrucciones: Por favor enjuague su boca antes de empezar. Hay cuatro muestras a evaluar. Los atributos por evaluar son color, textura y sabor prueba cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada de izquierda a derecha.

Indique su nivel de agrado marcando el número que corresponda a su puntaje en la escala hedónica de 1 a 5, siendo el valor 1 más bajo y 5 el más alto.

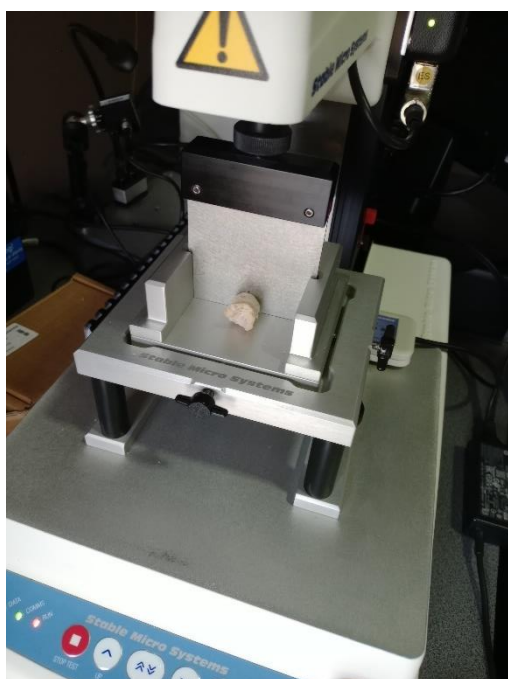
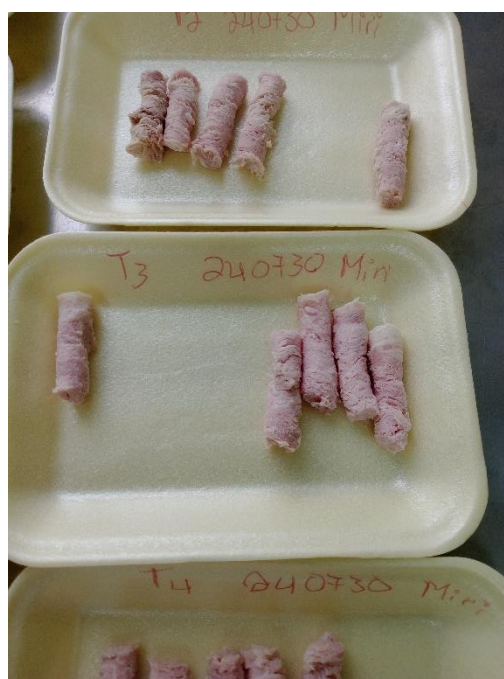
| Puntaje | Descripción                |
|---------|----------------------------|
| 1       | Desagradable               |
| 2       | No me gusta                |
| 3       | No me gusta ni me disgusta |
| 4       | Me gusta                   |
| 5       | Me gusta mucho             |

| Código | Sabor | Aroma | Color | Aceptación general |
|--------|-------|-------|-------|--------------------|
|        |       |       |       |                    |
| 221    |       |       |       |                    |
| 580    |       |       |       |                    |
| 817    |       |       |       |                    |

Observaciones:

---

#### Anexo 4: Análisis de textura



**Anexo 5: Tabla de relación beneficio costo**

| Producto | Beneficio | Costo | B/C |
|----------|-----------|-------|-----|
| T1       |           |       |     |
| T2       |           |       |     |
| T3       |           |       |     |
| T4       |           |       |     |

**Anexo 6: Texturómetro digital de  
Stable Micro Systems, modelo TXT**



**Anexo 7: Mordaza de Quijada  
Volodkevich**

