

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE GOMA GUAR EN LA TEXTURA Y  
ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE CARNE DE CERDO MARINADA PARA ASAR**

**POR:**

**CARLOS ALFREDO BUSTILLO TRIGUEROS**

**INFORME FINAL DE TESIS**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**NOVIEMBRE, 2025**

**EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE GOMA GUAR EN LA TEXTURA Y  
ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE CARNE DE CERDO MARINADA PARA ASAR**

**POR:**

**CARLOS ALFREDO BUSTILLO TRIGUEROS**

**M.Sc. BENITO ESAU PEREIRA**

**ASESOR PRINCIPAL**

**INFORME FINAL DE TESIS**

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OPTENCION DEL TITULO DE  
INGENIERO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA**

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**NOVIEMBRE, 2025**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fuerza, la sabiduría y la paciencia necesarias para superar cada reto. Gracias por iluminar mi camino y por no soltar mi mano en los momentos más difíciles.

A mi querida abuela María Trinidad Vidal, quien con su amor, ejemplo y oraciones ha sido un pilar fundamental en mi vida. Su cariño, enseñanzas y fe me inspiran a seguir adelante cada día. Este logro también es suyo, porque su presencia y apoyo han dejado una huella imborrable en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este proceso, dándome la sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta etapa.

A mis padres, hermano y abuela, María Trinidad Vidal, por su amor incondicional, sus consejos, oraciones, apoyo constante y sacrificios que han hecho posible mi formación profesional.

A mis asesores, principal y secundarios, por su orientación, compromiso y valiosos aportes durante la realización de este trabajo. Su experiencia y disposición fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A todo el personal del Laboratorio de Ciencias de la Carne, por su colaboración, disposición y por brindarme el espacio y los recursos necesarios para llevar a cabo los ensayos experimentales. Gracias por su apoyo técnico y humano durante cada etapa del proceso.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de este proyecto. A cada uno, mi más sincero agradecimiento.

## CONTENIDO

|                                                                                          | pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| I. INTRODUCCION.....                                                                     | 10   |
| II. OBJETIVOS.....                                                                       | 11   |
| Objetivo General.....                                                                    | 11   |
| Objetivos Específicos .....                                                              | 11   |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA.....                                                         | 12   |
| 3.1 Goma guar .....                                                                      | 12   |
| 3.1.1 Función de la goma guar .....                                                      | 12   |
| 3.1.2 Características de la goma guar .....                                              | 13   |
| 3.1.3 Sinergia de la goma guar con otros hidrocoloides.....                              | 14   |
| 3.1.4 Interacción molecular de la goma con proteínas de la carne .....                   | 14   |
| 3.1.5 Uso de la goma guar en la industria cárnica.....                                   | 15   |
| 3.2 Desventajas de la goma guar en la industria cárnica .....                            | 15   |
| 3.3 Carne.....                                                                           | 16   |
| 3.3.1 Composición química de la carne.....                                               | 17   |
| Cuadro 1. Componentes principales:.....                                                  | 17   |
| 3.3.2 Carne de cerdo .....                                                               | 17   |
| 3.3.3 Cortes de carne de cerdo.....                                                      | 18   |
| 3.3.4 Carnes para asar.....                                                              | 19   |
| 3.4 Efecto de la goma guar en la viscosidad aparente y compactación del producto..       | 19   |
| 3.5 Aditivo .....                                                                        | 20   |
| 3.6 Compatibilidad de la goma guar con ingredientes ácidos y salinos, aceites y grasas   | 20   |
| 3.7 Marinado.....                                                                        | 21   |
| 3.7.1 Mecánica del marinado.....                                                         | 21   |
| 3.7.2 Efecto de las presiones negativas en el marinado.....                              | 22   |
| 3.7.3 Marinado al vacío .....                                                            | 22   |
| 3.8 Estabilidad de la goma guar durante el almacenamiento .....                          | 23   |
| 3.9 Goma guar y reducción de formación de compuestos indeseables durante la cocción..... | 23   |

|        |                                                                |    |
|--------|----------------------------------------------------------------|----|
| 3.10   | Análisis .....                                                 | 24 |
| 3.11   | Análisis de perfil de textura.....                             | 24 |
| 3.11.1 | Prueba de mordaza Volodkevich .....                            | 25 |
| 3.11.2 | Parámetros de referencia en análisis de textura de carne ..... | 25 |
| 3.11.3 | Dureza.....                                                    | 26 |
| 3.12   | Análisis sensorial.....                                        | 26 |
| 3.12.1 | Prueba sensorial.....                                          | 27 |
| 3.12.2 | Sabor.....                                                     | 27 |
| 3.12.3 | Color .....                                                    | 27 |
| 3.12.4 | Textura .....                                                  | 28 |
| 3.12.5 | Panel .....                                                    | 28 |
| 3.12.6 | Muestra .....                                                  | 29 |
| 3.13   | Rendimiento .....                                              | 30 |
| 3.13.1 | Evaluación de rendimiento .....                                | 30 |
| 3.14   | Beneficio.....                                                 | 31 |
| 3.14.1 | Costo.....                                                     | 31 |
| 3.14.2 | Interpretación de valores de relación beneficio costo .....    | 31 |
| 3.14.3 | Relación beneficio costo.....                                  | 32 |
| 3.15   | Diseño completamente aleatorizado .....                        | 32 |
| 3.16   | Efectos de la goma guar en la salud del consumidor.....        | 33 |
| IV.    | MATERIALES Y MÉTODO.....                                       | 34 |
| 4.1    | Materiales y Equipo.....                                       | 34 |
| 4.2    | Manejo experimental .....                                      | 35 |
| 4.3    | Diagrama de flujo para la elaboración del producto.....        | 35 |
| 4.4    | Descripción de los tratamientos.....                           | 37 |
| 4.5    | Diseño experimental .....                                      | 38 |
| 4.5.1  | Variables .....                                                | 38 |
| 4.6    | Análisis de textura .....                                      | 38 |
| 4.7    | Análisis Sensorial .....                                       | 39 |
| 4.7.1  | Variables a evaluar.....                                       | 39 |
| 4.8    | Evaluación del rendimiento del producto final .....            | 40 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.9 Análisis de la relación beneficio-costo .....                      | 40 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....                                      | 42 |
| 5.1 Evaluación sensorial .....                                         | 42 |
| 5.1.1 Análisis estadístico de color .....                              | 42 |
| 5.1.2 Análisis estadístico de sabor .....                              | 43 |
| 5.1.3 Análisis estadístico de aroma.....                               | 44 |
| 5.1.4 Aceptabilidad general de los tratamientos evaluados .....        | 45 |
| 5.2 Análisis instrumental de textura con la cuchilla Volodkevich ..... | 46 |
| 5.3 Análisis de perfil de rendimiento.....                             | 47 |
| 5.4 Análisis de la relación beneficio-costo .....                      | 49 |
| VI. CONCLUSIONES .....                                                 | 50 |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                             | 51 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA .....                                               | 52 |
| ANEXOS .....                                                           | 57 |

## CONTENIDO DE TABLAS

|                                                                         |                                      |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Tabla 1. Tratamientos y repeticiones. ....                              | 37                                   |
| Tabla 2. Regulación general de la goma guar en productos cárnicos. .... | 37                                   |
| Tabla 3. Rendimiento del producto. ....                                 | 40                                   |
| Tabla 4. Relación beneficio-costos. ....                                | 41                                   |
| Tabla 5. Variable de color. ....                                        | 43                                   |
| Tabla 6. Variable de sabor. ....                                        | 44                                   |
| Tabla 7. Variable de aroma. ....                                        | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 8. Aceptabilidad general. ....                                    | 45                                   |
| Tabla 9. Análisis de Dureza (kgf). ....                                 | 46                                   |
| Tabla 10. Resultados de perfil de rendimiento del producto final. ....  | 47                                   |
| Tabla 11. Relación beneficio-costos. ....                               | 49                                   |

## CONTENIDO DE FIGURAS

|                                                                                                                 |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Figura 1. Gráfica de barras para la variable de color con distintos niveles de incorporación de goma guar. .... | 44                                   |
| Figura 2. Gráfica de barras para la variable de sabor con distintos niveles de incorporación de goma guar. .... | 45                                   |
| Figura 3. Gráfica de barras para la variable de aroma con distintos niveles de incorporación de goma guar. .... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Figura 4. Gráfica de barras de la aceptabilidad general de los tratamientos evaluados. ....                     | 46                                   |
| Figura 5. Gráfica de barras de la dureza (kgf) de la carne de cerdo marinada para asar. ....                    | 47                                   |
| Figura 6. Gráfica de barras para el análisis de perfil de rendimiento del producto final. ....                  | 48                                   |
| Figura 7. Gráfica de barras para el análisis de la relación beneficio-costos. ....                              | 49                                   |

## RESUMEN

**Carlos Alfredo Bustillo Trigueros<sup>1</sup>; Benito Esaú Pereira Sabillón<sup>1</sup>; Arlin Daneri Lobo Medina<sup>2</sup>; Keysi Patricia Diaz Aguilera<sup>2</sup>.**

Se analizó el efecto de la adición de goma guar en carne de cerdo marinada para asar, con el objetivo de determinar su efecto en la aceptabilidad sensorial, la textura, el rendimiento y la relación beneficio costo del producto. Se elaboraron formulaciones con diferentes niveles de inclusión del aditivo (0.25%, 0.50% y 0.75%), además de un control sin goma guar, las cuales fueron sometidas a pruebas sensoriales, instrumentales, de rendimiento y de análisis económico.

Los resultados sensoriales mostraron que no se encontraron diferencias significativas en los atributos de color y aroma entre los tratamientos. En cuanto al sabor y la aceptabilidad global, las concentraciones de 0.25% y 0.50% alcanzaron las mejores puntuaciones, superando el 70% de aceptación, mientras que la concentración de 0.75% presentó una ligera disminución en la preferencia. El análisis instrumental de textura indicó valores bajos de dureza (1.84-2.09 kgf) en todos los tratamientos, lo que confirma que la goma guar no afecta la dureza de la carne.

En el rendimiento, se evidenció que las concentraciones intermedias permitieron una mayor retención de la solución de marinado, alcanzando valores de hasta 133.05% frente al control (129.69%). Desde el punto de vista económico, todas las formulaciones fueron rentables (mayor a 1), destacando las concentraciones de 0.25% y 0.50% con la mejor relación beneficio/costo (1.31).

En síntesis, la investigación confirma que la goma guar es un aditivo viable para la elaboración de carne de cerdo marinada para asar, ya que contribuye a mejorar el rendimiento, la textura, mantener la aceptabilidad del consumidor y garantizar la rentabilidad del proceso. Se recomienda la aplicación de concentraciones intermedias (0.25% y 0.50%) como las más adecuadas para su uso en la industria cárnica.

**Palabras clave:** Análisis, terneza, fuerza de corte, beneficio costo, rendimiento.

## INTRODUCCION

La calidad de los productos cárnicos no depende únicamente de su valor nutricional, sino también de la experiencia sensorial que ofrecen, especialmente en atributos como el sabor, la jugosidad y la textura. En la carne de cerdo marinada para asar, la textura es un aspecto decisivo para la aceptación del consumidor, por lo que su optimización continúa siendo un desafío para la industria alimentaria.

La goma guar, un aditivo natural con propiedades espesantes y estabilizantes, ha despertado interés por su capacidad para retener agua y mejorar la consistencia de diversos alimentos. Estas características favorecen la suavidad y jugosidad de productos cárnicos marinados, pero su comportamiento específico en carne de cerdo aún no se ha estudiado con profundidad, lo que motiva la realización de este trabajo.

Desde un enfoque económico, la goma guar representa una opción accesible y eficiente, ya que pequeñas cantidades mejoran el rendimiento durante la cocción y disminuyen pérdidas por exudado, sin afectar negativamente la aceptabilidad del producto.

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) con el objetivo de evaluar cómo diferentes concentraciones de goma guar influyen en la dureza y aceptabilidad sensorial de carne de cerdo marinada para asar. La investigación empleó pruebas sensoriales e instrumentales de textura para obtener una visión completa del efecto del aditivo.

El alcance de este estudio se limitó a las condiciones específicas de marinado, cocción y tipo de corte utilizados. No obstante, los resultados aportaron información útil para mejorar formulaciones y desarrollar productos cárnicos con mejores propiedades tecnológicas y sensoriales.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Determinar el efecto de la goma guar en la textura y aceptabilidad sensorial de carnes de cerdo marinadas para asar.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto de utilizar diferentes niveles de goma guar para la aceptabilidad sensorial de carnes de cerdo marinadas para asar, utilizando un panel de consumidores.
- Determinar el efecto de diferentes niveles de inclusión de goma guar sobre la textura de las carnes de cerdo marinadas para asar.
- Analizar el efecto de distintos niveles de inclusión de goma guar sobre el rendimiento, costos de producción y la relación beneficio costo de carnes de cerdo marinadas para asar.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Goma guar**

La goma guar es un polvo blanco a blanco-amarillento, casi sin olor y sin sabor. Las calidades técnicas son ligeramente más oscuras en el color. Los tamaños de malla fácilmente disponibles son de 40 a 300 milimicrones (Gioffre 2022). La goma guar es un polisacárido no iónico natural, cuyo componente principal es el galactomanano. En su estructura, la D-manosa con enlaces glucosídicos  $\beta$ -1,4 es la cadena principal, y la D-galactosa está conectada a la posición C6 de algunas unidades de D-manosa en la cadena principal a través de enlaces glucosídicos  $\alpha$ -1,6 para formar una cadena lateral. (Shi et al. 2025)

Debido a su bajo precio, la goma guar se utiliza ampliamente como espesante y estabilizador en el procesamiento de alimentos. Su fácil solubilidad en agua (disolvente polar) le permite espesar soluciones y conferir viscosidad debido a sus fuertes propiedades de unión de hidrógeno. La goma guar es estable en un amplio rango de pH y fuerza iónica porque es un material no iónico no cargado (Yang et al. 2025).

##### **3.1.1 Función de la goma guar**

La goma guar, como polisacárido de goma natural, tiene muchas funciones como biocompatibilidad, biodegradabilidad, no es tóxica, es respetuosa con el medio ambiente, está disponible y es barata. (Sharahi et al. 2025)

La goma guar se utiliza ampliamente en forma de polvo como aditivo en la industria alimentaria. Las aplicaciones industriales de la goma guar son gracias a su capacidad de formar enlaces de

hidrogeno con las moléculas de agua. Es del agrado tanto de los fabricantes como de los consumidores porque es un aditivo económico y natural, se utiliza en una variedad de alimentos como aditivo porque cambia el comportamiento del agua presente como un componente común en varios alimentos. Por ello, se utiliza principalmente como espesante, estabilizador, mejorador de textura y mejorador de consistencia. (Mudgil et al. 2014)

### **3.1.2 Características de la goma guar**

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. 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. (Castañeda-Ovando et al. 2020)

Las soluciones de goma guar muestran viscosidades muy altas, incluso a concentraciones muy bajas. En la mayoría de las aplicaciones o usos alimentarios, se recomienda a una concentración inferior al 1%. 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 galactomano, 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 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 et al. 2020)

### **3.1.3 Sinergia de la goma guar con otros hidrocoloides**

La combinación de goma guar con otros hidrocoloides como por ejemplo la goma xantana ha demostrado una interacción sinérgica que mejora las propiedades reológicas de la carne y de los marinados. Mientras que la goma guar aporta viscosidad y retención de agua, otros hidrocoloides contribuyen a la estabilidad y la formación de geles. Esta sinergia permite una mayor retención de humedad en la carne, mejorando su jugosidad y textura durante los diferentes métodos de cocción. Además, esta sinergia puede afectar las propiedades sensoriales de la carne, como el sabor y la percepción de en boca, contribuyendo a una experiencia culinaria más agradable. (Demirci et al. 2014)

### **3.1.4 Interacción molecular de la goma con proteínas de la carne**

La goma guar puede interactuar con las proteínas musculares de la carne (actina, miosina, proteínas de sarcoplasma) principalmente a través de un puente de hidroxilos y grupos funcionales de las proteínas. Estas interacciones ayudan a estabilizar la estructura de proteína durante el marinado, reduciendo pérdidas de agua, protegiendo contra desnaturalización por calor o pH y mejorando la matriz proteica visible en microestructura, lo que resulta una textura más firme y jugosa. (Rather et al. 2016)

Estudios en emulsiones cárnicas con mezcla de goma guar han demostrado que la red formada es más porosa y uniforme, con mayor retención de agua y menor degradación de grupos proteicos como sulfhidrilos y carbonilos. (Rather et al. 2016)

### **3.1.5 Uso de la goma guar en la industria cárnica**

La goma guar es un polisacárido natural que se utiliza en la industria cárnica por sus propiedades funcionales, específicamente en productos procesados. (Mudgil et al. 2014)

La goma guar tiene una gran capacidad de retención de agua tanto en agua fría como caliente. Por lo tanto, se utiliza de manera muy efectiva como aglutinante y lubricante en la fabricación de productos de embutidos y productos cárnicos rellenos. Realiza funciones específicas en productos cárnicos procesados como el control de la sinéresis, la prevención de la migración de grasa durante el almacenamiento, el control de la viscosidad de la fase líquida durante el procesamiento y el enfriamiento y el control de la acumulación de agua en la lata durante el almacenamiento. (Mudgil et al. 2014)

Debido a su alta capacidad de hidratación y su potente efecto espesante, la goma guar se emplea en bajas concentraciones dentro de formulaciones cárnicas. Estudios previos han señalado que niveles superiores al 1% pueden generar una textura excesivamente gomosa o poco agradable al paladar. Por esta razón, en productos como carnes marinadas, se recomienda trabajar con concentraciones entre 0.25%, 0.50% y 0.75%, ya que estos niveles permiten mejorar la textura, jugosidad y retención de agua sin afectar negativamente la aceptabilidad sensorial del producto final. Estas dosis moderadas también facilitan observar una respuesta gradual en las propiedades del producto, lo cual resulta útil para establecer una formulación óptima. (Castañeda-Ovando et al. 2020)

### **3.2 Desventajas de la goma guar en la industria cárnica**

La goma guar es un polisacárido ampliamente utilizado en la industria alimentaria por su alta capacidad de hidratación, viscosidad y formación de geles. Sin embargo, su aplicación en productos cárnicos presenta algunas limitaciones. Una de las principales desventajas es que,

cuando se emplea en concentraciones elevadas, puede generar una textura excesivamente viscosa o gelatinosa, lo cual afecta negativamente la percepción sensorial del producto final. Esta modificación puede dar lugar a una sensación en boca poco natural y una apariencia visual no deseada, especialmente en productos que buscan conservar una textura cárnica tradicional. (Rather, 2017.)

Otra limitación es su posible interacción desfavorable con las proteínas de la carne, lo que puede interferir en la formación de redes proteicas esenciales para la estructura del producto, especialmente en embutidos o carnes reestructuradas. Además, su capacidad de retener agua, aunque beneficiosa en ciertos casos, puede provocar sinéresis durante el almacenamiento si no se ajustan correctamente las condiciones de formulación. (Rather, 2017.)

### **3.3 Carne**

En los últimos años, la continua expansión de la población mundial ha llevado a un aumento significativo en la demanda de producción y consumo de carne y productos cárnicos. Esta mayor demanda de dietas basadas en carne requiere una mayor expansión del sistema ganadero existente. Desde tiempos remotos las carnes han formado parte de la dieta del hombre. Los humanos se convirtieron en cazador activo hace unos 100.000 años, reflejado en las pinturas rupestres. (Xie et al. 2025).

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”. Sin embargo, normalmente se denomina carne al músculo esquelético de los animales de sangre caliente, producidos principalmente por las técnicas ganaderas modernas y en parte por la caza. Además del músculo son productos cárnicos: la sangre, grasa, vísceras, huesos, etc., de los animales. (Xie et al. 2025)

### 3.3.1 Composición química de la carne

La carne tiene una composición química bastante compleja y variable en función de un gran número de factores tanto extrínsecos como intrínsecos. Su composición química está compuesta por:

#### Cuadro 1. Componentes principales:

|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| Agua          | Entre el 65% y el 80% de la carne. |
| Proteína      | Entre el 16% y el 22% de la carne. |
| Grasa         | Entre el 1% y 15% de la carne.     |
| Carbohidratos | 1% de la carne.                    |

(Coila-Añasco et al. 2023)

Otros componentes:

- Aminoácidos
- Minerales (sodio, potasio, calcio, fósforo, zinc y hierro)
- Vitaminas (B1, B6, B12)
- Ácidos Grasos
- Compuestos orgánicos volátiles

(Coila-Añasco et al. 2023)

### 3.3.2 Carne de cerdo

La carne de cerdo es uno de los principales productos cárnicos consumidos en todo el mundo y se utiliza ampliamente en el procesamiento de alimentos. En China, la carne de cerdo se prepara

con varios métodos de cocción, como al vapor, hervida, frita y estofada. En otros países, la carne de cerdo se utiliza habitualmente para elaborar productos como jamón, tocino y cerdo asado. (Bi et al. 2025)

El cerdo es una de las carnes más populares del mundo, valorada por su rico perfil nutricional, que proporciona energía esencial, macronutrientes y una variedad de micronutrientes. La carne del cerdo es suave y tierna; su color es rosa pálido y su textura es firme y, sin embargo, suave al tacto. A la hora de la compra debe elegirse las piezas de apariencia ligeramente húmeda, de carne firme y color rosado grisáceo. La grasa que contenga la carne debe ser también firme y de color blanco. La carne de cerdo se presta a ser preparada de múltiples formas, pero es necesario tener en cuenta que el corte determinará el modo de cocinado. (Chen et al. 2025)

### **3.3.3 Cortes de carne de cerdo**

Los cortes de carne de cerdo son las diferentes porciones en las que se divide el animal, cada una con características particulares de sabor, textura y contenido de grasa. Estos cortes pueden variar según la región y el método de despiece. También, varían significativamente en cuanto a humedad, grasa, proteína y estructura de la fibra muscular. El corte de carne de cerdo tiene un mayor impacto en el sabor, lo que probablemente se deba al diferente contenido de grasa en varios cortes, lo que afecta a los precursores del sabor. (Bi et al. 2025)

### **3.3.4 Carnes para asar**

La carne para asar es un corte de carne especialmente seleccionado por su ternura, jugosidad y sabor. Suele provenir de cortes como el ribeye, la chuleta, el lomo, entre otros, y se caracteriza por su calidad premium que la hace ideal para cocinar a la parrilla. (Hui et al. 2023)

La carne para asar se elige por su ternura, lo que la hace fácil de masticar y disfrutar. Es una carne que retiene sus jugos naturales durante la cocción, lo que la hace muy sabrosa. Tiene un sabor robusto y característico, que se realza al cocinarla a la parrilla. Se puede encontrar en una variedad de cortes, desde filetes hasta chuletas y piezas enteras, lo que permite adaptarla a diferentes recetas y preferencias. (Hui et al. 2023)

### **3.4 Efecto de la goma guar en la viscosidad aparente y compactación del producto**

La goma guar es un polisacárido con una gran capacidad para formar soluciones coloidales altamente viscosas, incluso a bajas concentraciones (0.2-0.5%). Esta propiedad impacta directamente en la viscosidad aparente de sistemas alimentarios como la carne marinada. Al hidratarse, las largas cadenas de galactomananos se expanden y aumentan la resistencia al flujo, generando un medio más espeso y cohesivo. (Demirci et al. 2014)

En productos cárnicos, este incremento en viscosidad facilita la compactación del sistema, ya que la goma guar reduce los espacios vacíos entre fibras musculares al rellenarlos con una matriz coloidal. Este efecto limita la migración de agua libre y promueve una distribución uniforme de líquidos y sólidos en la carne. Como resultado, la estructura final del producto muestra mayor cohesión, menor exudado y mejor integridad durante almacenamiento y manipulación. (Demirci et al. 2014)

### **3.5 Aditivo**

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. Los aditivos alimentarios se pueden obtener a partir de plantas, animales o minerales, o sintetizarse químicamente. Actualmente se utilizan cientos de miles de aditivos alimentarios, todos ellos diseñados para cumplir una función específica. (AA, s. f.)

### **3.6 Compatibilidad de la goma guar con ingredientes ácidos y salinos, aceites y grasas**

La goma guar es estable en un rango de pH de 5 a 7, lo que la hace compatible con ingredientes comunes en marinados como vinagre, jugos cítricos y salsas de soja. Sin embargo, su viscosidad puede disminuir en condiciones de pH muy ácido o en presencia de altas concentraciones de sales. Por lo tanto, es importante ajustar las concentraciones de goma guar y otros ingredientes para mantener la eficacia del marinado. (Magic of Marinades, 2025)

La goma guar puede ayudar a estabilizar emulsiones de aceite en marinados, evitando la separación de fases y mejorando la distribución de los sabores. Esto es especialmente útil en marinados que contienen aceites vegetales o grasas animales, ya que facilita la penetración de los sabores en la carne y mejora la textura final del producto. (Magic of Marinades, 2025)

### **3.7 Marinado**

Marinar es el proceso de sumergir o adobar alimentos como carne, pescado o verduras en una mezcla de líquidos y condimentos durante un periodo de tiempo concreto para ablandar los ingredientes y transmitir el sabor del marinado, además de permitir conservar los alimentos durante más tiempo, razón por la cual ha sido un método de conservación de alimentos utilizado históricamente (y hay quien dice para enmascarar su mal estado). El proceso también se conoce como macerar o adobar, términos que muchas veces se usan indistintamente. (Viveur, s. f.)

El proceso puede variar en duración y técnica, desde un marinado rápido de unos minutos hasta uno prolongado que puede durar horas o incluso días. Lo habitual es mezclar todos los ingredientes (normalmente en una proporción de tres partes de aceite por una de ácido, condimentando y añadiendo sal) y cubrir o embadurnar los alimentos completamente con la mezcla, que pueden ser crudos o cocinados. Durante este tiempo se dan una serie de procesos químicos que transforman los alimentos. Por ejemplo, los ácidos presentes en la mezcla actúan sobre las proteínas, facilitando su descomposición, dando una textura más suave. Asimismo, este mismo proceso permite que los sabores de las especias y otros ingredientes se infundan en los alimentos, dando como resultado sabores más ricos y complejos. (Viveur, s. f.)

#### **3.7.1 Mecánica del marinado**

Es un proceso de transferencia de masa en el que soluciones líquidas que contienen sales, ácidos orgánicos, azúcares, especias y/o agentes funcionales penetran en la matriz muscular de los productos cárnicos. Esta transferencia ocurre principalmente por difusión, impulsada por gradientes de concentración, y puede ser influenciada por factores como el pH, la temperatura, el tiempo de exposición, la estructura del tejido muscular y la composición de la marinada. En condiciones controladas, los componentes de la marinada interactúan con las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, afectando la capacidad de retención de agua, la solubilidad

proteica y la textura del producto final. Cuando se aplica vacío, la expansión de los espacios intercelulares y la eliminación del aire intramuscular favorecen una penetración más rápida y uniforme de los ingredientes. (Cancho Romani y Ventura Chaico, 2024)

### **3.7.2 Efecto de las presiones negativas en el marinado**

La aplicación de presión negativa durante el marinado genera un vacío que provoca la expansión de los tejidos musculares y la apertura de microestructuras, lo que facilita la entrada rápida y uniforme de la solución de marinado. Este fenómeno mejora la eficiencia del proceso al incrementar la absorción de agua y compuestos funcionales, permitiendo una mejor retención de humedad, mayor rendimiento tras la cocción y mejoras en la textura del producto. Además, al minimizar la presencia de oxígeno, se reducen los procesos oxidativos, lo cual contribuye a una mayor estabilidad del color y sabor de la carne. (Aquino Jacobo, 2024)

Las presiones negativas utilizadas en este proceso generalmente oscilan entre -0.5 y -1.5 bar. Estas presiones se aplican mediante sistemas de vacío controlados que crean un ambiente subatmosférico, facilitando la entrada de la solución de marinado en la carne. (Zheng et al. 2025)

### **3.7.3 Marinado al vacío**

El marinado al vacío es una técnica de incorporación de soluciones funcionales en productos cárnicos mediante la aplicación de presión negativa, lo que favorece una mayor penetración de los ingredientes en el tejido muscular. Al eliminar el aire del entorno del producto, se incrementa la absorción de la marinada, se mejora la distribución interna de los compuestos y se acelera la difusión de solutos hacia el interior del músculo. Esta tecnología no solo optimiza el tiempo de

marinado, sino que también contribuye a mejorar la textura, jugosidad y estabilidad oxidativa del producto final, siendo una herramienta eficiente para elevar la calidad tecnológica y sensorial de la carne.(Moreno y Maria, 2025)

### **3.8 Estabilidad de la goma guar durante el almacenamiento**

La goma guar es estable a temperaturas de hasta 80°C durante periodos cortos. Sin embargo, exposiciones prolongadas a temperaturas elevadas pueden causar una disminución en su viscosidad debido a la degradación térmica. Por lo tanto, es recomendable almacenar productos que contienen goma guar en condiciones de temperatura controlada para preservar sus propiedades funcionales. En carne congelada ayuda a prevenir la formación de cristales de hielo y mejora la estabilidad de las emulsiones. Esto contribuye a mantener la textura y la calidad del producto durante el almacenamiento en congelación. (Mudgil et al. 2014)

### **3.9 Goma guar y reducción de formación de compuestos indeseables durante la cocción**

La cocción de la carne, especialmente a temperaturas elevadas, puede favorecer la formación de compuestos indeseables como aminas heterocíclicas, hidrocarburos aromáticos policíclicos y productos de oxidación lipídica y proteica. Estos compuestos no solo afectan la calidad sensorial del alimento, sino que también están asociados con efectos negativos en la salud.(Inhibitory effects of some hydrocolloids on the formation of heterocyclic amines in roast beef, 2020)

La goma guar, como hidrocoloide con alta capacidad de retención de agua y formación de geles viscosos, puede desempeñar un papel protector frente a la generación de estos compuestos. Sus efectos principales son: reducción de la oxidación lipídica, modulación de la temperatura

interna, interacción con proteínas y carbohidratos durante la reacción de Maillard y efecto sinérgico con antioxidantes naturales. (Inhibitory effects of some hydrocolloids on the formation of heterocyclic amines in roast beef, 2020)

### **3.10 Análisis**

La concepción general del término análisis dado por el Diccionario de la Real Academia Española indica que es la “distinción y separación de las partes de algo para conocer su composición”, es decir que consiste en desglosar o desmontar un todo en sus partes esenciales, con el propósito de facilitar su comprensión. Este desglose puede hacerse partiendo de distintos criterios o variables, los cuales orientan al analista a fijar su atención en aspectos distintos de un sujeto, objeto o situación. (Peña Vera, 2022)

### **3.11 Análisis de perfil de textura**

El Análisis de Perfil de Textura (TPA) 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. Los datos se extraen de la curva de fuerza-tiempo resultante para proporcionar una serie de parámetros texturales que correlacionan de manera efectiva con la evaluación sensorial de dichos parámetros. (Meade Almazán et al. 2020)

### **3.11.1 Prueba de mordaza Volodkevich**

El texturómetro es capaz de medir virtualmente cualquier característica física del producto como dureza, fracturabilidad, adhesividad, resistencia del gel, extensibilidad de alimentos y otros productos de consumo. Se emplea comúnmente para medir y cuantificar pruebas fundamentales, empíricas tanto en compresión como en tensión, cubriendo aquellas relacionadas con el análisis de textura, propiedades de los materiales, así como los efectos de la reología de sólidos, semisólidos, líquidos viscosos, polvo y materiales granulados. Junto con el software, este versátil instrumento está extraordinariamente bien diseñado para una confiabilidad y precisión a largo plazo. (Rincón y Novoa, 2013)

La prueba de quijada Volodkevich es un método utilizado para determinar la calidad del alimento. Consiste en evaluar la dureza y la textura de la carne, especialmente cerdos y vacas. La carne se cocina y se evalúa su dureza. Un resultado duro indica una carne de menor calidad, mientras que una más blanda indica una mejor calidad. (Rincón y Novoa, 2013)

### **3.11.2 Parámetros de referencia en análisis de textura de carne**

La prueba de mordida Volodkevich está diseñada para simular el corte de la carne durante la masticación. Los valores típicos de fuerza (Kgf) son:

- Valores de 1 a 10 kgf son considerados normales o carne más tierna.
  - Cortes blandos suelen situarse entre 2 a 4 kgf, mientras que carnes más duras o con mayor contenido de colágeno pueden superar los 8 a 10 kgf.
  - Valores superiores a 12 kgf suelen indicar baja terneza o carne de mala calidad.
- (American Meat Science Association, s. f.)

### **3.11.3 Dureza**

La dureza es la fuerza requerida para lograr la deformación de un producto. En la boca esto se percibe por la comprensión del producto entre los molares o entre la lengua y el paladar. Los atributos relacionados con la dureza son: duro, blando y suave. Esta característica se evalúa a menudo en análisis sensoriales e instrumentales, y puede influir en la aceptación de un producto por los consumidores. (Manfugás, 2020)

### **3.12 Análisis sensorial**

El análisis sensorial es una ciencia que nace en la década de los años 40 del siglo XX, como respuesta a la falta de sistematización y objetividad que existía al evaluar los alimentos que se elaboraban en esa época, con el objetivo de que se vendieran en el mercado. Antes de la revolución industrial, el criterio de selección de las características que debería tener un alimento se basaba principalmente en el gusto y preferencias del conocimiento que el dueño del taller o fábrica tenía del consumidor de su producto. (Severiano-Pérez, 2019)

El análisis sensorial se ha definido como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. (Severiano-Pérez, 2019)

### **3.12.1 Prueba sensorial**

El propósito de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, se observa el color, la uniformidad y la apariencia general del alimento, se huele cada muestra y se notan los aromas, luego se toma un bocado de cada muestra, se evalúa la textura, considerando la jugosidad, ternura y masticabilidad y se prueba cada muestra y se evalúa el sabor general, los condimentos utilizados y cualquier otro aspecto que sea relevante. (Pérez, 2025)

### **3.12.2 Sabor**

El sabor de la carne es el resultado de una interacción compleja de factores químicos, físicos y sensoriales. Está influenciado tanto por la composición intrínseca del músculo como por los procesos de preparación y cocción. Los componentes principales que determinan el sabor incluyen compuestos volátiles, lípidos, aminoácidos y azúcares. Estos, en combinación con factores externos como el método de cocción y los condimentos añadidos, generan un perfil sensorial que es clave para la aceptación del producto. (Fan et al. 2025)

### **3.12.3 Color**

El color de la carne es una de las primeras características que los consumidores perciben y utilizan como indicador de frescura y calidad. Esta propiedad visual está principalmente influenciada por la mioglobina, una proteína presente en los músculos que es responsable de

almacenar oxígeno. La concentración de mioglobina varía según el tipo de carne y la edad del animal. (Salinas Labra et al. 2020)

El color no es solo importante desde el punto de vista de la apariencia. Puede estar relacionado con otros atributos, como el sabor y la textura. Por ejemplo, la carne oscura puede tener una textura más firme y un sabor diferente en comparación con la carne de un rojo más brillante. En la industria alimentaria, se utilizan técnicas como el envasado en atmósfera modificada para mantener el color rojo brillante de la carne durante más tiempo, lo que aumenta su atractivo visual en los puntos de venta. (Salinas Labra et al. 2020)

#### **3.12.4 Textura**

La textura es una característica fundamental de los alimentos que abarca aquellas cualidades que pueden percibirse a través de los dedos, la lengua, el paladar o los dientes. Es un atributo que afecta no solo a la percepción sensorial del producto, sino también a su calidad, aceptación y vida útil. La normativa ISO define en su norma 5492 la textura como: "Conjunto de propiedades reológicas y de estructura de un producto perceptibles por los mecano-receptores, los receptores táctiles y, en ciertos casos, por los visuales y auditivos". (Choi et al. 2025)

#### **3.12.5 Panel**

Un panel de análisis sensorial es un grupo de personas seleccionadas para evaluar productos a través de sus sentidos (gusto, olfato, vista, tacto y oído). Este grupo tiene la responsabilidad de medir y describir las características sensoriales de un producto, como su sabor, aroma, textura,

apariencia y consistencia. El objetivo es obtener información sobre la calidad sensorial del producto y su aceptación por parte del consumidor. (Aaslyng et al. 2024)

El manejo del panel depende del tipo de prueba. En pruebas descriptivas, los panelistas deben pasar por un proceso de selección y entrenamiento que incluye pruebas de discriminación, reconocimiento de sabores básicos, intensidad de aromas, y uso de escalas estructuradas. Para las pruebas hedónicas, se eligen consumidores habituales del producto, sin entrenamiento, pero que representan el mercado objetivo. Los paneles deben realizar las evaluaciones en salas sensoriales con condiciones ambientales neutras, evitando interferencias externas. Cada sesión incluye instrucciones específicas, formularios de evaluación claros y tiempos definidos para cada muestra. Se motiva a los panelistas a evitar distracciones y a mantener una conducta responsable y ética para garantizar la validez del análisis sensorial. (Hamid et al. 2025)

### **3.12.6 Muestra**

Una muestra en un análisis sensorial es una porción del producto que se evalúa mediante los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto, y en algunos casos, oído) para determinar sus características organolépticas. En el caso de alimentos y bebidas, las muestras pueden incluir diferentes productos, variantes del mismo producto o un solo producto bajo diferentes condiciones de procesamiento o formulación. El objetivo de una muestra en un análisis sensorial es permitir que los panelistas evalúen atributos como el sabor, textura, aroma, apariencia y otros factores que influyen en la aceptación del producto. (Aaslyng et al. 2024)

Estas muestras deben presentarse bajo condiciones controladas para que las percepciones sensoriales no se vean afectadas por factores externos. Por eso, se estandariza la cantidad, se controlan la temperatura y el tiempo de presentación, y se utiliza codificación ciega (números aleatorios). Además, se recomienda servir las muestras en platos o recipientes neutrales, sin marcas ni colores que influyan en la evaluación. Durante el análisis, es esencial limpiar el paladar entre muestras, ofrecer instrucciones claras a los panelistas y mantener un ambiente de silencio para

asegurar una percepción concentrada y objetiva. Todo esto permite que las diferencias detectadas por los evaluadores reflejen únicamente las variaciones reales en las propiedades sensoriales del producto. (Shin et al. 2025)

### 3.13 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. (Rendimiento, s. f.)

#### 3.13.1 Evaluación de rendimiento

Obtener los valores de rendimiento en el procesamiento de carne es muy útil, porque se adquiere información que puede ser utilizada para seleccionar proveedores, tomar decisiones en la producción, determinar los costos de producción, entre otros. Con las pruebas de rendimiento, es posible saber el beneficio o el provecho que brinda cierto producto. Las pruebas de rendimiento que se hacen en la industria cárnica, Â contemplan una evaluación puntual del proceso de corte y empacado de carne, midiendo ciertas variables que permiten el cálculo de los rendimientos esperados. (Carnes, s. f.)

Fórmula para la evaluación de rendimiento:

$$\%rendimiento = \frac{\textit{peso final empacado}}{\textit{Peso inicial de carne fresca}} \times 100$$

### **3.14 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. (An, s. f.)

#### **3.14.1 Costo**

Los costos de producción son todas las inversiones que una empresa realiza para producir un determinado bien o brindar un servicio. Algunos elementos clave dentro del costo de producción son: la materia prima, la mano de obra y los costos generales de fabricación. Los costos de producción también se pueden dividir en costos fijos y costos variables. La suma de estos dos costos dará como resultado el costo total de producción. (Aguilera Díaz, 2017)

#### **3.14.2 Interpretación de valores de relación beneficio costo**

La relación beneficio costo es una métrica financiera que compara el valor presente de los beneficios esperados de un proyecto contra el valor presente de sus costos.

- $B/C = 1$ . Los ingresos son iguales que los egresos; el proyecto se encuentra en punto de equilibrio.

- B/C mayor a 1. Los ingresos superan a los egresos; el proyecto es rentable.
- B/C menos a 1. Los egresos son mayores a los ingresos; el proyecto no es rentable o causa pérdidas.

(Benefit-Cost Ratio (BCR), 2025)

### 3.14.3 Relación beneficio costo

Representa la relación global entre los costos y beneficios durante un período determinado. En esencia, se trata del beneficio total propuesto 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-costos es mayor a uno, significa que los beneficios superan a los costos. (Aguilera Díaz, 2017)

Fórmula para relación beneficio-costos:

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

### 3.15 Diseño completamente aleatorizado

El diseño completamente aleatorio (CRD, por sus siglas en inglés) es un diseño experimental fundamental que se utiliza en estadísticas y que permite a los investigadores asignar tratamientos a unidades experimentales de forma completamente aleatoria. Este método es particularmente útil en experimentos agrícolas, ensayos clínicos y otros campos en los que el objetivo es determinar el efecto de uno o más tratamientos en una variable de respuesta. Al garantizar que

cada unidad experimental tenga la misma probabilidad de recibir cualquier tratamiento, el CRD minimiza el sesgo y permite realizar inferencias estadísticas válidas. (Barrios-Córdova et al. 2020)

### **3.16 Efectos de la goma guar en la salud del consumidor**

La goma guar es un polisacárido soluble ampliamente utilizado en la industria alimentaria debido a sus propiedades espesantes y estabilizantes. Al actuar como fibra dietética soluble, puede ejercer efectos beneficiosos en la salud del consumidor. Diversos estudios señalan que la goma guar contribuye a mejorar la digestión al aumentar la viscosidad del contenido intestinal, lo que favorece un tránsito más regular y una mayor sensación de saciedad. Asimismo, se ha demostrado que puede ayudar a regular los niveles de glucosa en sangre al retrasar la absorción de carbohidratos, lo que resulta útil en personas con diabetes tipo 2 o resistencia a la insulina. (Domenico, 2021)

Sin embargo, su consumo también puede generar efectos adversos, especialmente cuando se ingiere en cantidades superiores a las recomendadas o en personas con sensibilidad gastrointestinal. Entre los efectos negativos más comunes se encuentran la distensión abdominal, gases, malestar intestinal y, en algunos casos, diarrea. También se ha señalado que un consumo elevado de fibra soluble como la goma guar puede interferir con la absorción de ciertos medicamentos si se ingieren de manera simultánea. A pesar de ello, las cantidades utilizadas en productos cárnicos marinados, como la carne de cerdo para asar, son muy bajas y se consideran seguras, por lo que el riesgo de presentar efectos secundarios es mínimo bajo condiciones normales de consumo. (Crebelli, 2019)

## **IV. MATERIALES Y MÉTODO**

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC) de la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada en el barrio El Espino de Catacamas, Olancho. El estudio se enfocó en evaluar cómo la incorporación de distintas concentraciones de goma guar en carne de cerdo marinada para asar influye sobre la dureza y la percepción sensorial del producto final, según la valoración de un panel de evaluadores. Para ello, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado y se realizaron pruebas sensoriales con el propósito de identificar las concentraciones más adecuadas de goma guar que favorecieran la aceptabilidad y la calidad del producto.

### **4.1 Materiales y Equipo**

#### **Materia prima:**

- Cortes de carne de cerdo para asar: Se utilizaron cortes de cerdo para asar, seleccionados por homogeneidad en tamaño y peso. La carne fue adquirida a través de la cosecha de cerdos que ingresan al Laboratorio de Ciencias de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura.
- Goma Guar: Se empleó goma guar de grado alimenticio, la cual fue incorporada en diferentes concentraciones.

#### **Ingredientes para la elaboración de la carne de cerdo marinada para asar:**

Agua, sal, fosfato, ajo en polvo, cebolla en polvo, antioxidante, pimienta, salsa soya, comino, perejil, vinagre y maicena.

#### **Materiales complementarios:**

Lápices, libreta, vasos y platos plásticos, canastas plásticas, cuchillos, charolas de metal

#### **Equipos:**

Balanza digital, texturómetro, cuarto frío, parilla eléctrica, termómetro digital, tumbler.

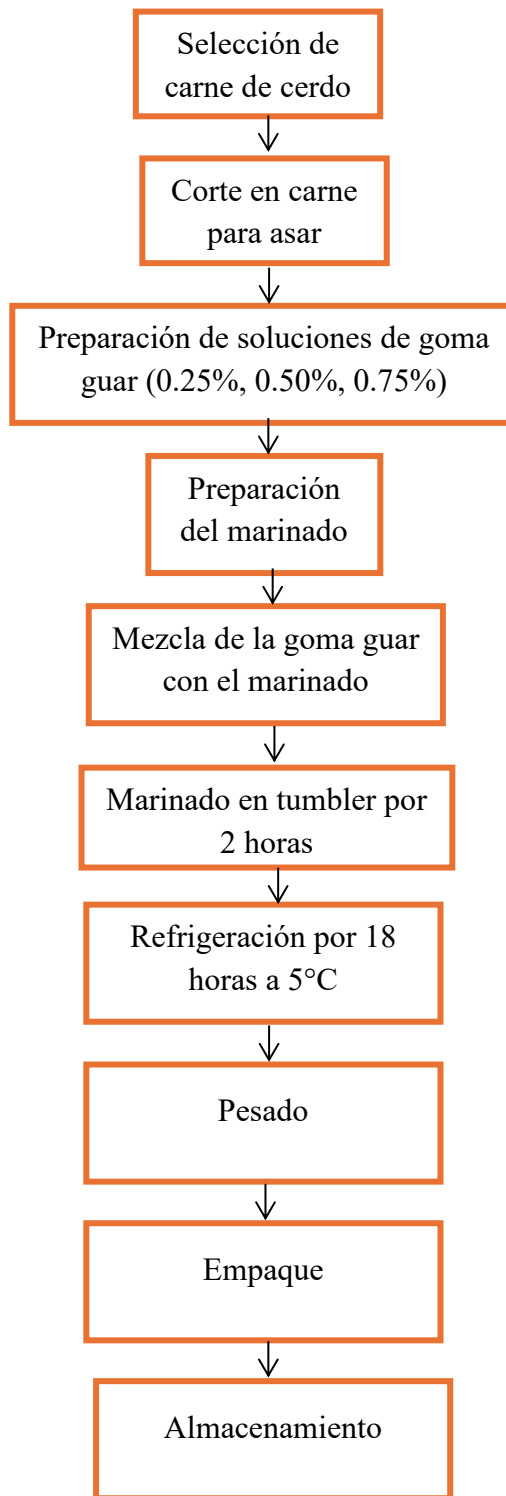
## **4.2 Manejo experimental**

En este trabajo se realizó un estudio de tipo experimental con un enfoque cuantitativo. La intención fue comprobar de manera práctica cómo diferentes concentraciones de goma guar podían influir en las características de la carne de cerdo marinada para asar, enfocándose en aspectos como el rendimiento, la textura y la aceptabilidad sensorial. Para llevar a cabo el experimento, se trabajó con un diseño completamente al azar. Esto significó que cada porción de carne se asignó de manera aleatoria a uno de los tratamientos definidos, para asegurar que los resultados no estuvieran influenciados por otros factores ajenos al estudio.

Para la preparación de la carne marinada para asar, en cada repetición se trabajó con tandas de 25 libras, lo que suma un total de 75 libras por tratamiento. A cada lote o corrida experimental se le asignó aleatoriamente uno de los tratamientos establecidos. Cada trozo de carne fue sumergido en una solución de marinado compuesta por agua, sal, fosfato, ajo en polvo, cebolla en polvo, antioxidante, pimienta, salsa soya, comino, perejil, vinagre, maicena y la concentración de goma guar correspondiente al tratamiento. Posteriormente, la carne se sometió a un proceso de marinado al vacío en tumbler, aplicando una presión de 75 Kpa durante 2 horas, con el fin de favorecer la penetración uniforme de los ingredientes en la carne. Seguidamente se procedió a extraer la carne marinada del tumbler y se dejó reposar a una temperatura de refrigeración de 5°C por 18 horas. Para las evaluaciones sensoriales, las muestras se cortaron en porciones de 5 cm, mientras que para el análisis de textura se prepararon piezas rectangulares de 1 cm de ancho por 1 cm de altura por 5cm de longitud.

## **4.3 Diagrama de flujo para la elaboración del producto**

El siguiente flujograma muestra, paso a paso, cómo se llevó a cabo la elaboración de la carne de cerdo marinada para asar con goma guar. Desde la selección de la carne hasta el empaque final del producto, cada etapa del proceso se desarrolló bajo condiciones controladas, buscando asegurar que todos los tratamientos se realizaran de forma uniforme y que el producto mantuviera su calidad.



#### 4.4 Descripción de los tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos, que se diferenciaron entre sí por la cantidad de goma guar agregada en el marinado. También se incluyó un tratamiento control, es decir, carne que no llevó goma guar. Cada tratamiento se repitió tres veces, utilizando piezas de carne distintas en cada repetición, para poder comparar los resultados de forma más confiable y obtener conclusiones más sólidas. Para el análisis de textura, se tomaron cinco submuestras por repetición, cuyos resultados se promediaron para obtener un solo valor representativo por cada repetición.

Los tratamientos quedaron organizados de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Tratamientos y repeticiones.

| Tratamiento | Concentración de goma guar | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 |
|-------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| T1          | 0% (Control)               | T1R1         | T1R2         | T1R3         |
| T2          | 0.25%                      | T2R1         | T2R2         | T2R3         |
| T3          | 0.50%                      | T3R1         | T3R2         | T3R3         |
| T4          | 0.75%                      | T4R1         | T4R2         | T4R3         |

**Tabla 2.** Regulación general de la goma guar en productos cárnicos.

|                                                     |                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unión Europea (Reglamento (UE) N° 1333/2008)</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin límite numérico máximo. (Reglamento UE, 2008)</li></ul>                                                        |
| <b>FDA</b>                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Niveles de uso de hasta 0.75%. (21 CFR 184.1339 -- Guar gum. s. f.)</li></ul>                                      |
| <b>Codex Alimentarius</b>                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin límite numérico máximo. (GSFA Online Información sobre el aditivo alimentario para Tartrazine s. f.)</li></ul> |
| <b>Reglamento Técnico Centroamericano</b>           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin límite numérico máximo. (RTC, 2012)</li></ul>                                                                  |
| <b>Resolución No. 419-2019 (COMIECO)</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sin límite numérico máximo. (Resolución 419 - 2019 (COMIECO), 2019)</li></ul>                                      |

## 4.5 Diseño experimental

Se implementó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA), en el que se asignaron aleatoriamente los tratamientos con diferentes concentraciones de goma guar. Se evaluaron diversas variables sensoriales y de textura, con tres repeticiones por tratamiento. El análisis de los resultados se realizó mediante ANOVA (unifactorial), con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a las características sensoriales y texturales. En caso de encontrarse diferencias significativas en el ANOVA, se llevó a cabo una prueba de Tukey para identificar las diferencias entre los tratamientos específicos.

### 4.5.1 Variables

**Variable independiente:** Cantidad de goma guar, clasificada en tres niveles: bajo, medio y alto contenido de goma guar de acuerdo con Castañeda-Ovando et al. (2020)

**Variable dependiente:** Valoración general de la carne marinada para asar, determinada por la combinación de las puntuaciones en las pruebas sensoriales de color, sabor y aroma.

## 4.6 Análisis de textura

La textura de las muestras tratadas con diferentes concentraciones de goma guar se evaluó utilizando un texturómetro equipado con la sonda tipo mordaza Volodkevich, la cual simula la acción de la mordida sobre carne asada. Las muestras tuvieron forma rectangular, con dimensiones de 1 cm de ancho por 1 cm de altura por 5 cm de longitud, y un peso aproximado de 2.75 g. Cada porción fue colocada en el soporte inferior del equipo y adecuadamente fijada para su medición.

La cuchilla superior, con forma de diente, descendió para comprimir y cortar la muestra, registrando la carga máxima o kilogramos de fuerza para simular la mordida. Para cada repetición experimental se analizaron cinco submuestras. El promedio de esas cinco mediciones se consideró como el valor representativo de esa repetición.

Dado que cada tratamiento se evaluó en tres repeticiones, se procesaron un total de 15 submuestras por tratamiento (5 submuestras por repetición  $\times$  3 repeticiones). Los valores promedios obtenidos se utilizaron para determinar parámetros como la dureza de la carne.

## **4.7 Análisis Sensorial**

Un total de 40 jueces participaron en la evaluación de las muestras. Estas se presentaron en trozos de 5 cm, a temperatura adecuada para el consumo, y en platos desechables. Para eliminar posibles sabores residuales, se ofreció agua y galletas entre las muestras.

Para el análisis sensorial la carne de cerdo marinada para asar fue sometida al método de cocción a la plancha. Cuando la carne de cerdo marinada alcanzó una temperatura interna de 72°C, estuvo lista para la evaluación sensorial. En la evaluación sensorial, se utilizó una escala hedónica de 7 puntos (**Anexo 1.**), en la cual los jueces calificaron de 1 a 7 en función de diferentes atributos. Cada muestra fue identificada mediante un código aleatorio de tres dígitos. El foco principal de la investigación fue evaluar el efecto de la goma guar en las muestras con diferentes concentraciones aplicadas.

### **4.7.1 Variables a evaluar**

- **Color:** El color es un atributo visual fundamental que refleja la frescura y la calidad de la carne. Se midió mediante una prueba sensorial utilizando la misma escala hedónica de 7 puntos, con porciones de 5 cm. Este parámetro fue un indicador clave en la evaluación de la aceptación del producto por los consumidores.
- **Aroma:** El aroma también es un aspecto crítico para valorar la calidad de la carne. Un aroma agradable y fresco generalmente indica que el producto está en buen estado. Los jueces evaluaron el aroma de las muestras utilizando porciones de 5 cm, y se les pidió que asignaran una puntuación en la escala de 7 puntos según su percepción del aroma.
- **Sabor:** El sabor es uno de los factores más influyentes en la aceptación de un producto alimenticio. Los jueces calificaron el sabor de las muestras utilizando piezas de 5 cm y una escala de 7 puntos. La puntuación promedio obtenida proporcionó una evaluación general sobre la aceptación del sabor de la carne marinada.

#### 4.8 Evaluación del rendimiento del producto final

El rendimiento del proceso de producción de carne de cerdo marinada para asar con goma guar fue medido en diferentes etapas de la producción, utilizando tablas para registrar los datos correspondientes. La fórmula para calcular el rendimiento fue la siguiente:

$$\%rendimiento = \frac{\text{peso final empacado}}{\text{Peso inicial de la carne fresca}} \times 100$$

El “peso final” se refiere al peso de la carne marinada con goma guar una vez que se ha procesado, mientras que el “peso inicial” es el de la carne fresca sin ningún aditivo. Con esta fórmula, se pudo identificar cuál de los tratamientos con goma guar, en diferentes concentraciones, ofreció el mayor rendimiento, comparado con el tratamiento control (sin goma guar).

**Tabla 3.** Rendimiento del producto.

| Tratamiento | Replica 1 | Replica 2 | Replica 3 | Total |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| T1          |           |           |           |       |
| T2          |           |           |           |       |
| T3          |           |           |           |       |
| T4          |           |           |           |       |

#### 4.9 Análisis de la relación beneficio-costo

Para calcular la relación beneficio-costo se empleó la siguiente ecuación:

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

Los ingresos se calcularon proyectando las ganancias esperadas a partir de la venta de la carne de cerdo marinada, tomando en cuenta el precio de venta y las cantidades producidas. Los egresos, por su parte, incluyeron los costos asociados con la producción de la carne marinada, como los costos de los ingredientes (, goma guar, etc.), y otros gastos operativos relacionados. Este análisis permitió evaluar si los beneficios obtenidos por la mejora en el rendimiento y otras características del producto superaron los costos adicionales generados por la adición de goma guar.

**Tabla 4.** Relación beneficio-costo.

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

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1 Evaluación sensorial

El propósito de este análisis fue determinar la aceptabilidad de la carne de cerdo marinada para asar y establecer si la incorporación de goma guar generaba algún efecto perceptible en las características sensoriales de color, sabor y aroma.

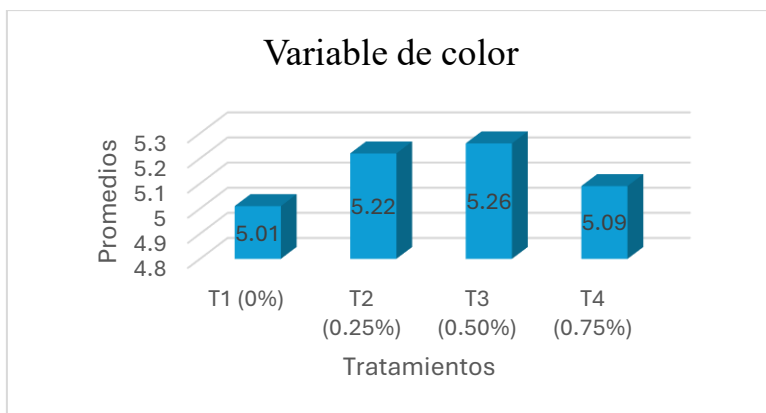
#### 5.1.1 Análisis estadístico de color

**Tabla 5.** Variable de color.

| Tratamiento | Color (Media $\pm$ E.E.)     |
|-------------|------------------------------|
| T1 (0%)     | 5.01 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |
| T2 (0.25%)  | 5.22 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |
| T3 (0.50%)  | 5.26 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |
| T4 (0.75%)  | 5.09 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |

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

En el análisis del color, los puntajes obtenidos estuvieron en un rango de 5.01 y 5.26 puntos. Aunque el tratamiento con 0.50% de goma guar (T3) presentó la media más alta y el control (T1) la más baja, el análisis estadístico mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se comprobó mediante la prueba de Tukey, la cual indicó que todos los tratamientos compartieron la misma letra (A). Esto evidencia que la adición de goma guar, en los diferentes niveles evaluados, no modificó de manera perceptible la aceptabilidad del color en la carne de cerdo marinada para asar.



**Figura 1.** Gráfica de barras para la variable de color con distintos niveles de incorporación de goma guar.

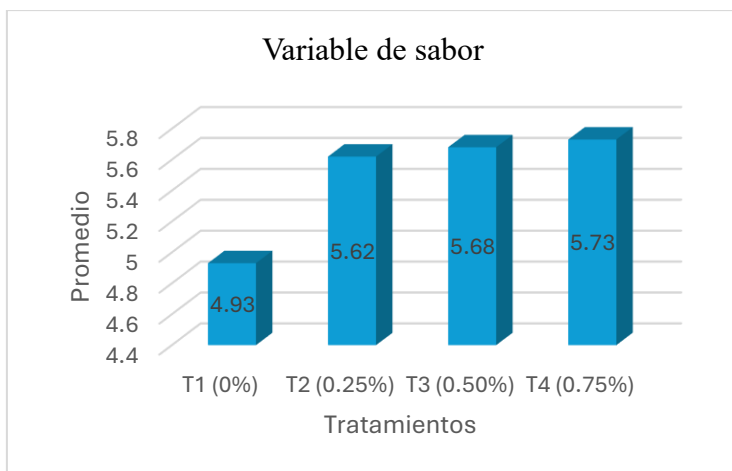
### 5.1.2 Análisis estadístico de sabor

**Tabla 6.** Variable de sabor.

| Tratamiento | Sabor (Media $\pm$ E.E.)     |
|-------------|------------------------------|
| T1 (0%)     | 4.93 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |
| T2 (0.25%)  | 5.62 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |
| T3 (0.50%)  | 5.68 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup> |
| T4 (0.75%)  | 5.73 $\pm$ 0.15 <sup>B</sup> |

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

En la variable de sabor, las calificaciones variaron entre 4.93 5.73 puntos. Los tratamientos con 0%, 0.25% y 0.50% de goma guar no mostraron diferencias estadísticas entre sí (letra A), lo que indica que los jueces los percibieron de manera con un nivel de aceptabilidad similar. Sin embargo, el tratamiento con 0.75% (T4) de goma guar presentó una ligera diferencia (letra B), lo que sugiere que a concentraciones más altas la goma guar puede influir de forma perceptible en la percepción del sabor, aunque en general la aceptabilidad sensorial se mantuvo alta en todos los tratamientos.



**Figura 2.** Gráfica de barras para la variable de sabor con distintos niveles de incorporación de goma guar.

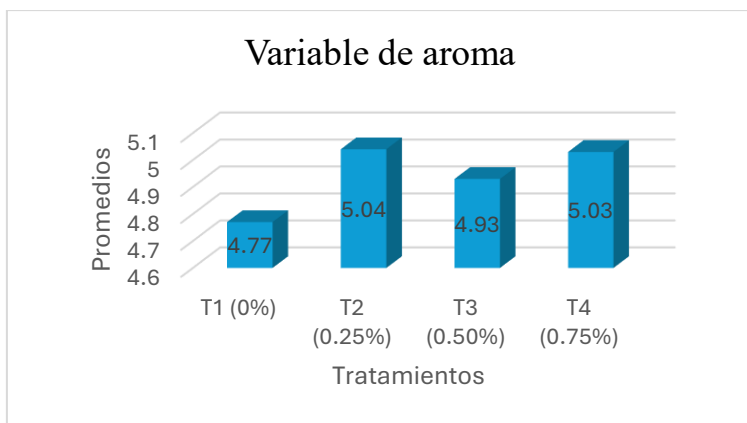
### 5.1.3 Análisis estadístico de aroma

**Tabla 7.** Variable de aroma.

| Tratamiento | Aroma (Media $\pm$ E.E.)     |
|-------------|------------------------------|
| T1 (0%)     | 4.77 $\pm$ 0.16 <sup>A</sup> |
| T2 (0.25%)  | 5.04 $\pm$ 0.16 <sup>A</sup> |
| T3 (0.50%)  | 4.93 $\pm$ 0.16 <sup>A</sup> |
| T4 (0.75%)  | 5.03 $\pm$ 0.16 <sup>A</sup> |

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

Para la variable de aroma, las puntuaciones fluctuaron entre 4.77 y 5.04 puntos, sin que se encontraran diferencias significativas entre los tratamientos, La prueba de Tukey confirmó que todos compartieron la misma letra estadística (A). Esto indica que la incorporación de goma guar en niveles de 0.25%, 0.50% y 0.75% no modificó de manera perceptible la aceptabilidad del aroma en comparación con el tratamiento control (0%), manteniéndose una valoración sensorial homogénea en todas las formulaciones.



**Figura 3.** Gráfica de barras para la variable de aroma con distintos niveles de incorporación de goma guar.

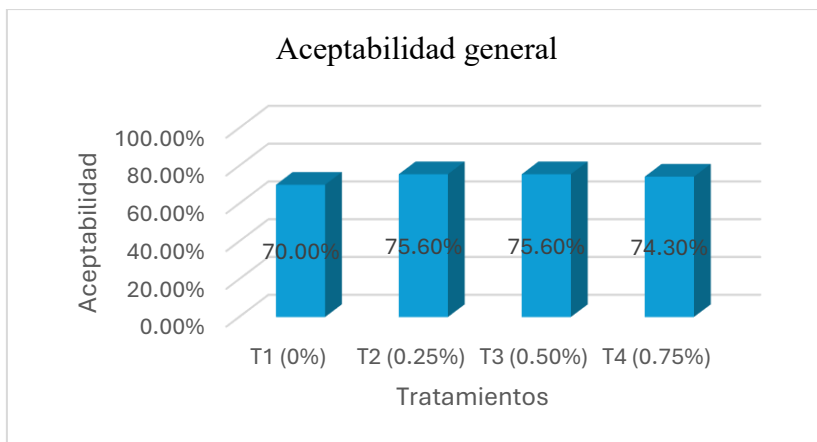
#### 5.1.4 Aceptabilidad general de los tratamientos evaluados

**Tabla 5.** Aceptabilidad general.

| Tratamiento | Aceptación general (Media $\pm$ E.E.) | %     |
|-------------|---------------------------------------|-------|
| T1 (0%)     | 4.90 $\pm$ 0.11 <sup>A</sup>          | 70.0% |
| T2 (0.25%)  | 5.29 $\pm$ 0.11 <sup>A</sup>          | 75.6% |
| T3 (0.50%)  | 5.29 $\pm$ 0.11 <sup>A</sup>          | 75.6% |
| T4 (0.75%)  | 5.28 $\pm$ 0.11 <sup>A</sup>          | 74.3% |

La aceptabilidad general se calculó considerando la evaluación conjunta de los tres atributos sensoriales analizados (sabor, aroma y color). Los valores medios obtenidos se ubicaron en un rango de 4.90 a 5.29 en la escala hedónica de 7 puntos, equivalentes a niveles de aceptación entre el 70% y 75.6%. El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, la prueba de Tukey reveló que dichas diferencias no fueron estadísticamente concluyentes, ya que todos los tratamientos compartieron la misma letra, lo que significa que no hubo un tratamiento claramente superior desde el punto de vista estadístico.

Aun así, desde el punto de vista práctico y observando los valores numéricos, se aprecia que los tratamientos 2 y 3 alcanzaron las mayores puntuaciones, seguidas por el tratamiento 4, mientras que el tratamiento control (0%) fue el menos aceptado.



**Figura 1.** Gráfica de barras de la aceptabilidad general de los tratamientos evaluados.

## 5.2 Análisis instrumental de textura con la cuchilla Volodkevich

**Tabla 6.** Análisis de Dureza (kgf).

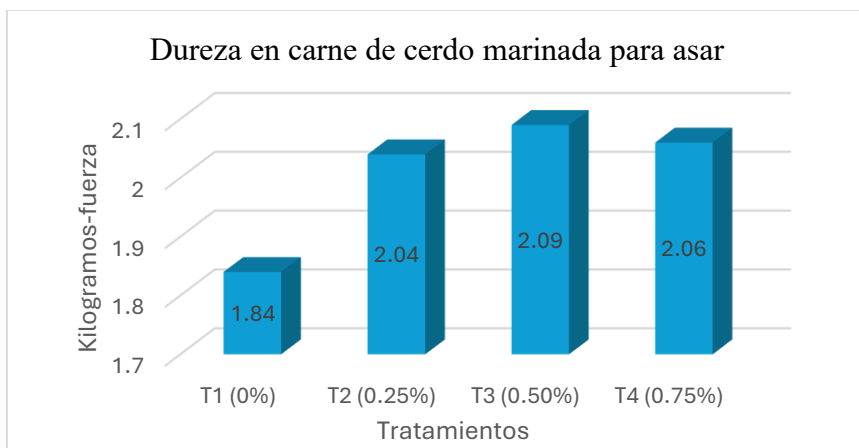
| Tratamiento | Dureza (Kgf) $\pm$ E.E.      |
|-------------|------------------------------|
| T1 (0%)     | 1.84 $\pm$ 0.17 <sup>A</sup> |
| T2 (0.25%)  | 2.04 $\pm$ 0.17 <sup>A</sup> |
| T3 (0.50%)  | 2.09 $\pm$ 0.17 <sup>A</sup> |
| T4 (0.75%)  | 2.06 $\pm$ 0.17 <sup>A</sup> |

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

Los resultados del análisis instrumental de textura con la cuchilla Volodkevich, mostraron que los valores de dureza estuvieron en un intervalo de 1.84 y 2.09 kgf, ubicándose dentro del rango considerado como cortes tiernos (1-10 kgf) a blandos (2-4 kgf) y por debajo de los límites asociados a carnes duras o de baja de calidad. Este resultado confirma que la carne de cerdo marinada para asar mantuvo una textura aceptable en todos los tratamientos. Desde el punto de vista estadístico, se evidenció la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), lo que indica

que la adición de goma guar, en los distintos niveles evaluados, no influyó de manera determinante en la fuerza de corte.

Estos hallazgos son relevantes porque sugieren que el uso de aditivos como la goma guar no comprometen la dureza de la carne, característica clave en la aceptación del consumidor, y garantizan un producto de calidad.



**Figura 2.** Gráfica de barras de la dureza (kgf) de la carne de cerdo marinada para asar.

### 5.3 Análisis de perfil de rendimiento

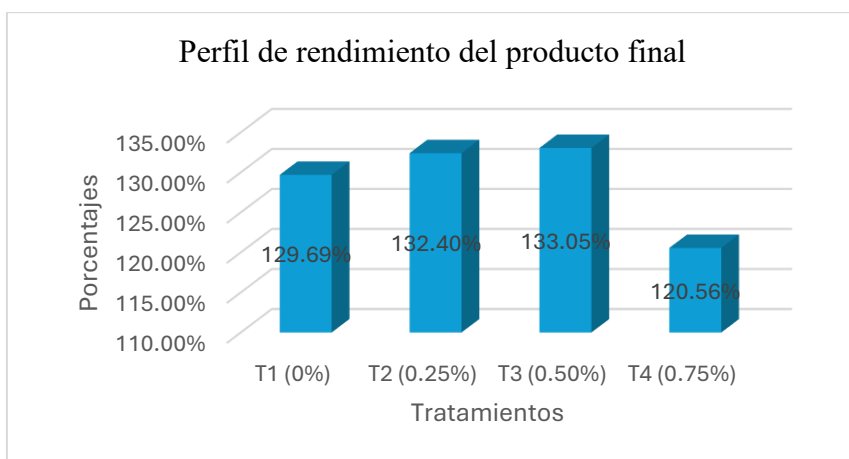
**Tabla 7.** Resultados de perfil de rendimiento del producto final.

| Tratamiento | Perfil de Rendimiento % |
|-------------|-------------------------|
| T1 (0%)     | 129.69%                 |
| T2 (0.25%)  | 132.40%                 |
| T3 (0.50%)  | 133.05%                 |
| T4 (0.75%)  | 120.56%                 |

El rendimiento en productos cárnicos es un indicador clave en la eficiencia del proceso, ya que refleja cuanto peso logra conservar la carne después del marinado. El análisis de perfil de rendimiento permitió establecer el efecto de la goma guar en la carne de cerdo marinada para asar. En la Tabla 10, se aprecia que los valores obtenidos variaron entre 120.56% y 133.05%,

lo que refleja que todos los tratamientos, incluso el control (129.69%), presentaron incrementos en el peso final en comparación al peso inicial de la carne fresca. El tratamiento con 0.50% (T3) de goma guar, alcanzó el mayor porcentaje de rendimiento (133.05%), seguido por el T2 (0.25%) con 132.40%, lo cual sugiere que concentraciones intermedias favorecieron un mayor rendimiento del producto final.

En contraste, el tratamiento con la concentración más alta (0.75%) mostró el valor más bajo (120.56%), indicando que un exceso de goma guar no necesariamente garantiza una mejora en el rendimiento. Esta disminución se debe a una saturación del sistema de retención de agua en la carne, donde concentraciones elevadas de goma guar provocan una mayor viscosidad en el marinado y limitan su penetración en el tejido muscular. Por lo cual, estos resultados evidencian que la incorporación de goma guar contribuye positivamente al rendimiento, siempre que se maneje en concentraciones adecuadas, siendo los niveles intermedios los que mostraron mayor eficacia frente al tratamiento control (T1).



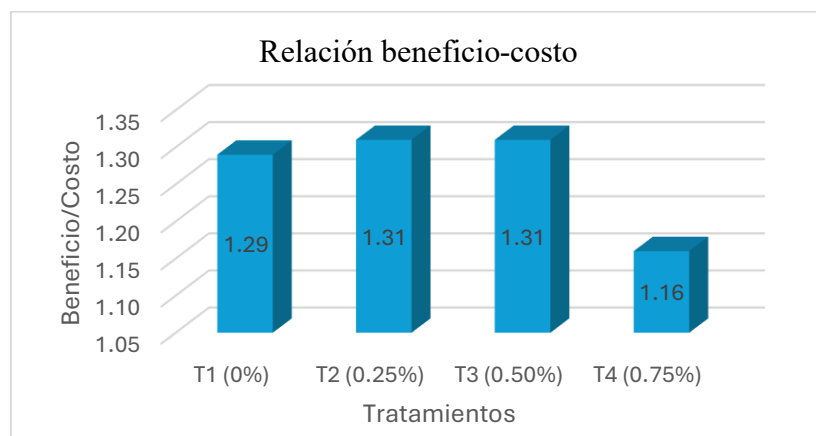
**Figura 3.** Gráfica de barras para el análisis de perfil de rendimiento del producto final.

#### 5.4 Análisis de la relación beneficio-costo

**Tabla 8.** Relación beneficio-costo.

| Producto   | Beneficio | Costo   | B/C  |
|------------|-----------|---------|------|
| T1 (0%)    | 6809.6    | 5243.87 | 1.29 |
| T2 (0.25%) | 6951      | 5298.89 | 1.31 |
| T3 (0.50%) | 6985.3    | 5352.09 | 1.31 |
| T4 (0.75%) | 6329.4    | 5436.48 | 1.16 |

El análisis evidencia que todos los tratamientos presentaron valores de beneficio/costos mayores a 1, lo que confirma la rentabilidad económica en cada caso. Los tratamientos T2 (0.25%) y T3 (0.50%), alcanzaron el valor más alto (1.31), demostrando un mejor desempeño económico al generar mayores beneficios en comparación con los costos de producción. El T1 (0%) alcanzó un valor de 1.29, también considerado favorable y competitivo frente a los demás. Por su parte, el T4 (0.75%) registró una relación de 1.16 que, aunque fue ligeramente menor en comparación con los otros tratamientos, continúa demostrando rentabilidad y evidencia que el proceso sigue siendo económicamente factible. En conjunto, los tratamientos con niveles de goma guar de 0.25% y 0.50% representan las alternativas más favorables, ya que optimizan la relación entre ingresos y costos, consolidándose como opciones más rentables para la producción.



**Figura 4.** Gráfica de barras para el análisis de la relación beneficio-costo.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 1.** La incorporación de goma guar en distintas concentraciones no generó cambios significativos en los atributos sensoriales de color y aroma, lo que indica que este aditivo puede utilizarse sin afectar la percepción visual ni olfativa de la carne de cerdo marinada para asar. En el atributo de sabor, el nivel más alto de goma guar (0.75%) presentó una variación respecto a los demás tratamientos, lo que sugiere que concentraciones elevadas pueden influir en la apreciación del consumidor, aunque sin comprometer la aceptabilidad general.
- 2.** El análisis de textura arrojó valores bajos de dureza (1.84-2.09 kgf), característicos de carnes tiernas. Esto demuestra que la goma guar, en las distintas concentraciones evaluadas, no altera la dureza del producto y garantiza una adecuada calidad textural.
- 3.** Respecto al rendimiento, se observó que los tratamientos con 0.25% y 0.50% alcanzaron mayores porcentajes de retención de la solución de marinado en comparación con el tratamiento control, confirmando que niveles intermedios de goma guar favorecen un mejor desempeño del producto.
- 4.** El análisis de la relación beneficio costo mostró que todos los tratamientos resultaron rentables (mayor a 1), pero las formulaciones con 0.25% y 0.50% registraron los mejores valores (1.31), lo que confirma que los niveles intermedios (0.25% y 0.50%) optimizan la rentabilidad del proceso sin afectar la calidad.
- 5.** En conjunto, se concluye que la goma guar se presenta como un aditivo funcional recomendable para la elaboración de carne de cerdo marinada para asar, siendo los niveles de 0.25% y 0.50% los más adecuados para su aplicación en la industria cárnica.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda explorar la combinación de goma guar con otros hidrocoloides o aditivos, lo que podría potenciar aún más las propiedades de retención de agua y mejorar la textura del producto final.
2. Se recomienda evaluar la aplicación de goma guar en carne de res, con el propósito de determinar si los efectos positivos observados en la carne de cerdo marinada como la mejora en el rendimiento, la aceptabilidad sensorial y la rentabilidad económica, pueden replicarse en otra matriz cárnica de amplio consumo.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aaslyng, MD; Warner, R; Grønbeck, M. 2024. Sensory assessment of meat (en línea). *In Dikeman, M (ed.)*. Oxford, Elsevier. p. 267-278 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85125-1.00042-9>.

Aditivos alimentarios. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 27 feb. 2025. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.

Barrios-Córdova, A; Vaquera-Huerta, H; Romero-Padilla, JM; Crossa, J; Burguete-Hernández, E; Barrios-Córdova, A; Vaquera-Huerta, H; Romero-Padilla, JM; Crossa, J; Burguete-Hernández, E. 2020. Estudio comparativo de técnicas de optimización multirespuesta en diseños experimentales (en línea). *Ingeniería, investigación y tecnología* 21(2). DOI: <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21n2.016>.

Bi, J; Zhang, J; Chen, Z; Jin, S; Yang, Z; Luo, Q; Wang, K; Zhang, Y; He, H. 2025. Analysis of the influence of different cuts of pork on the quality and flavor characteristics of Bazi Pork. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 39:101109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101109>.

\_\_\_\_\_. 2025. Analysis of the influence of different cuts of pork on the quality and flavor characteristics of Bazi Pork. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 39:101109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101109>.

Castañeda-Ovando, A; González-Aguilar, LA; Granados-Delgadillo, MA; Chávez-Gómez, UJ. 2020. Goma guar: un aliado en la industria alimentaria. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI* 7(14):107-111. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4988>.

Chen, J-W; Su, Y; Chen, Y-J; Lin, Y-L; Wang, S-Y; Gatphayak, K; Chen, Y-C. 2025. Appropriate sous-vide culinary condition for pork hams: Physicochemical and microstructural properties. *LWT* 217:117452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117452>.

Coila-Añasco, PU; Ruelas-Calloapaza, DA; Sánchez-Herencia, D; Olaguivel-Flores, CA; Coila-Coaquira, KA; Coila-Añasco, PU; Ruelas-Calloapaza, DA; Sánchez-Herencia, D; Olaguivel-Flores, CA; Coila-Coaquira, KA. 2023. Influencia de la castración en la composición química de la carne de alpacas (*Vicugna pacos*) (en línea). *Revista MVZ Córdoba* 28(1). DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.2941>.

Fan, Y; Badar, IH; Liu, Q; Xia, X; Chen, Q; Kong, B; Sun, F. 2025. Insights into the flavor contribution, mechanisms of action, and future trends of coagulase-negative staphylococci in fermented meat products: A review. *Meat Science* 221:109732. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109732>.

Gioffre, P. 2022. ¿Qué es la Goma Guar? ¿Para qué se utiliza? | Lacteos (en línea, sitio web). Consultado 14 feb. 2025. Disponible en <https://www.lacteoslatam.com/que-es-la-goma-guar-para-que-se-utiliza/>.

Hui, T; Fang, Z; Ma, Q; Hamid, N; Li, Y. 2023. Effect of cold atmospheric plasma-assisted curing process on the color, odor, volatile composition, and heterocyclic amines in beef meat roasted by charcoal and superheated steam. *Meat Science* 196:109046. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109046>.

21 CFR 184.1339 -- Guar gum. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://www.ecfr.gov/current/title-21/part-184/section-184.1339>.

Aguilera Díaz, A. 2017. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana* 11(2):322-343.

\_\_\_\_\_. 2017. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana* 11(2):322-343.

Análisis: qué es y tipos. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2025. Disponible en <https://www.significados.com/analisis/>.

Aquino Jacobo, DA. 2024. Propuesta de plan en seguridad ocupacional en las áreas de procesamiento de cárnicos, envasado, formulación e instalaciones en la Planta de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. (en línea) (En accepted: 2024-09-20t18:21:50z). . Consultado 9 may 2025. Disponible en <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/5655>.

Benefit-Cost Ratio (BCR): Formula, Calculation, and Example Explained. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 14 sep. 2025. Disponible en <https://www.investopedia.com/terms/b/bcr.asp>.

Cancho Romani, C; Ventura Chaico, FD. 2024. Efecto del marinado, tiempo y temperatura de deshidratación en la calidad de carne deshidratada de alpaca (*Vicugna pacos*) tipo jerky (en línea). . Consultado 9 may 2025. Disponible en <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7016>.

Castañeda-Ovando, A; González-Aguilar, LA; Granados-Delgadillo, MA; Chávez-Gómez, UJ. 2020. Goma guar: un aliado en la industria alimentaria. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI* 7(14):107-111. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4988>.

Demirci, ZO; Yılmaz, I; Demirci, AŞ. 2014. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. *Journal of Food Science and Technology* 51(5):936-942. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0588-5>.

\_\_\_\_\_. 2014. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. *Journal of Food Science and Technology* 51(5):936-942. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0588-5>.

Effects of guar gum as a fat substitute in low fat meat emulsions - Rather - 2017 - *Journal of Food Processing and Preservation* - Wiley Online Library. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.13249>.

EUR-Lex - CELEX:32008R - EN - EUR-Lex. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008R>.

\_\_\_\_\_. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008R>.

GSFA Online Información sobre el aditivo alimentario para Tartrazine. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://www.fao.org/gsfonline/additives/details.html?id=86>.

Hamid, MG; Böhme, C; Mustafa, KA; Idris, YMA; Muneer, F; Elsafy, M; Rahmatov, M; Johansson, E; Abdelhalim, TS. 2025. Sensory evaluation and consumer acceptance of Kisra, a sudanese fermented flatbread made with biofortified sorghum: Insights from check-all-that-apply (CATA) method. *Applied Food Research* 5(1):100920. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100920>.

Hogar. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 14 sep. 2025. Disponible en <https://meatscience.org/>.

Inhibitory effects of some hydrocolloids on the formation of heterocyclic amines in roast beef. 2020. *Food Hydrocolloids* 108:106073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106073>.

Magic of Marinades. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 14 sep. 2025. Disponible en <https://www.supplysidesj.com/market-trends-analysis/magic-of-marinades>.

Moreno, B; Maria, R. 2025. Evaluación de un método de conservación para un alimento mínimamente procesado para la reducción de perdidas por maduración en la empresa MCD & CIA SAS (en línea) (En accepted: 2025-04-24t15:06:25z). . Consultado 9 may 2025. Disponible en <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/67904>.

Mudgil, D; Barak, S; Khatkar, BS. 2014. Guar gum: processing, properties and food applications—A Review. *Journal of Food Science and Technology* 51(3):409-418. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>.

¿Para qué sirven las pruebas de rendimiento en las carnes? 2025. (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2025. Disponible en <http://www.revistalabarra.com/es/informacion-comercial/para-que-sirven-las-pruebas-de-rendimiento-en-las-carnes>.

Pérez, PS. 2025. Manual de evaluación sensorial. s.l., UNAM, Facultad de Química. 189 p.

Rather, SA; Masoodi, FA; Akhter, R; Rather, JA; Gani, A; Wani, SM; Malik, AH. 2016. Application of guar-xanthan gum mixture as a partial fat replacer in meat emulsions. *Journal of Food Science and Technology* 53(6):2876-2886. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2270-4>.

Rendimiento - Qué es, en la física, definición y concepto. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2025. Disponible en <https://definicion.de/rendimiento/>.

Resolución 419 - 2019 (COMIECO). 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://www.sieca.int/producto/resolucion-419-2019-comieco/>.

Rincón, DMA; Novoa, NB. 2013. Caracterización física y sensorial de la carne de res industrial durante el desposte producida por un frigorífico en Bogotá D.C. .

Shin, J; Yang, J; Han, J; Park, Y; Kang, S; Nam, G; Kang, S; Cho, B-S; Yang, J-Y. 2025. Correlation analysis of sensory and scientific evaluation during the storage of oysters (*Crassostrea gigas*). Applied Food Research :100951. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100951>.

Zheng, H; Huang, C; Liu, S; Chen, X; Wang, X; Hu, P. 2025. Effect of ultrasound treatment on the oxidation and conformational structure of myofibrillar protein of beef marinated in red sour soup. Meat Science 224:109779. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2025.109779>.

Manfugás, JE. 2020. Evaluación Sensorial de los Alimentos. s.l., Editorial Universitaria (Cuba). 129 p.

Meade Almazán, NP; Elizondo Nolazco, BY; Aguilar Lozoya, JA; León de la Fuente, L de. 2020. Prueba del perfil de textura en barra energética de nopal y variación de cereales. TECTZAPIC: Revista Académico-Científica 6(1):66-71.

Mudgil, D; Barak, S; Khatkar, BS. 2014. Guar gum: processing, properties and food applications—A Review. Journal of Food Science and Technology 51(3):409-418. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>.

Nasrollahzadeh, F; Spotti, MJ; Skov, K; Mekonnen, TH; Chen, M; Martinez, MM. 2023. Dispersion of low concentration of particulate or fibrillated protein fillers into plant protein melts and their impact on the elasticity and tenderness gap of plant-based foods. Food Hydrocolloids 144:108985. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108985>.

Peña Vera, T. 2022. Etapas del análisis de la información documental (en línea). Revista Interamericana de Bibliotecología 45(3). DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v45n3e340545>.

Salinas Labra, S; Rubio Lozano, MS; Braña Varela, D; Méndez Medina, RD; Delgado Suárez, EJ; Salinas Labra, S; Rubio Lozano, MS; Braña Varela, D; Méndez Medina, RD; Delgado Suárez, EJ. 2020. Desarrollo y validación de un patrón visual para la evaluación del color de la carne de bovino en México. Revista mexicana de ciencias pecuarias 11(2):479-497. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.5181>.

Severiano-Pérez, P. 2019. ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? Inter disciplina 7(19):47-68. DOI: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>.

Sharahi, M; Bahrami, SH; Karimi, A. 2025. A comprehensive review on guar gum and its modified biopolymers: Their potential applications in tissue engineering. Carbohydrate Polymers 347:122739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122739>.

Shi, P; Wang, S; Li, Y; Xia, X; Bao, L; Xu, S. 2025. Experimental study on the adsorption mechanism and desorption of guar gum with different structures on quartz surfaces. Carbohydrate Polymers :123376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.123376>.

Viveur, B. 2025. Qué es el marinado y cuántos tipos hay (en línea, sitio web). Consultado 27 feb. 2025. Disponible en <https://www.bonviveur.es/preguntas/que-es-el-marinado-y-cuantos-tipos-hay>.

Xie, Y; Cai, L; Ding, S; Wang, C; Wang, J; Ibeogu, IH; Li, C; Zhou, G. 2025. An Overview of Recent Progress in Cultured Meat: Focusing on Technology, Quality Properties, Safety, Industrialization, and Public Acceptance (en línea). The Journal of Nutrition . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2025.01.010>.

Yang, Z; Li, Z; Wang, P; Bai, Y; Liu, Y; Wang, W; Xu, X; Shen, J. 2025. More than a thickener: guar gum affects PSE myosin emulsion stability through different modes by energy dissipation and molecular dynamic characterization. Food Hydrocolloids 163:111120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111120>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de evaluación sensorial

Prueba sensorial de escala hedónica de 7 puntos

#### Producto: Carne de cerdo marinada para asar

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Pruebe las muestras que se le proporcionen. Indique su nivel de agrado con la muestra marcando un número del 1 al 7, según con lo que mejor describa su opinión para cada atributo junto al código de muestra. Para tener una mejor percepción de la siguiente muestra, enjuáguese la boca con agua entre cada evaluación.

| Puntaje | Calificación hedónica      |
|---------|----------------------------|
| 1       | Me disgusta mucho          |
| 2       | Me disgusta moderadamente  |
| 3       | Me disgusta poco           |
| 4       | No me gusta ni me disgusta |
| 5       | Me gusta poco              |
| 6       | Me gusta moderadamente     |
| 7       | Me gusta mucho             |

| Muestras |  |  |  |
|----------|--|--|--|
| Color    |  |  |  |
| Aroma    |  |  |  |
| Sabor    |  |  |  |

**Anexo 2.** Tabla de Rendimiento de la producción

| Tratamiento | Replica 1 | Replica 2 | Replica 3 | Total |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| T1          |           |           |           |       |
| T2          |           |           |           |       |
| T3          |           |           |           |       |
| T4          |           |           |           |       |

**Anexo 3.** Tabla de Relación beneficio-costo

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

**Anexo 4.** Proceso de marinado en tumbler y producto empacado



**Anexo 5.** Evaluación sensorial de carne de cerdo marinada para asar



**Anexo 6.** Análisis de textura de la carne de cerdo marinada para asar con el texturómetro digital Stable Micro Systems (modelo plus), utilizando la cuchilla Volodkevich

