

## Calidad sensorial de cortes de carne bovina provenientes del Urabá Antioqueño bajo análisis descriptivo cuantitativo

### Sensory quality of beef cuts from Urabá Antioqueño under descriptive quantitative analysis

Sandra Ivonne Pérez-Sierra<sup>1\*</sup>; Alejandra Agudelo-Martínez<sup>1</sup>; Natalia Zuluaga-Arroyave<sup>1</sup>; Diego Alonso Restrepo-Molina<sup>2</sup>; Santiago Gómez-Velásquez<sup>1</sup>; Katerinne Quiroz-Osorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad CES, Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos, Grupo de investigación NUTRAL. Calle 10 A # 22 – 04.

\*correo e: [sperez@ces.edu.co](mailto:sperez@ces.edu.co)

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín – Facultad de Ciencias Agrarias - Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. A.A. 1779, Medellín, Colombia.

Recibido: 29/ago/2025 Aceptado: 26/nov/2025 // <https://doi.org/10.32870/rayca.vi0.115>

ID 1er. Autor: *Sandra Ivonne Pérez-Sierra* / **ORCID:** 0000-0002-6472-6148

ID 1er. Coautor: *Alejandra Agudelo-Martínez* / **ORCID:** 0000-0002-9855-6757

ID 2do. Coautor: *Natalia Zuluaga-Arroyave* / **ORCID:** 0000-0001-7278-1203

ID 3er. Coautor: *Diego Alonso Restrepo-Molina* / **ORCID:** 0000-0002-5623-3319

ID 4to. Coautor: *Santiago Gómez-Velásquez* / **ORCID:** 0000-0002-5618-2056

ID 5to. Coautor: *Katerinne Quiroz-Osorio* / **ORCID:** 0000-0002-8627-6547

#### Resumen

El análisis sensorial de alimentos es una herramienta que permite caracterizar y establecer criterios para el control de calidad de un alimento permitiendo establecer y mantener la calidad alimentaria desde la producción hasta el consumo final de un producto. **Objetivo.** Determinar las diferencias en la calidad sensorial de siete nuevos cortes del tren delantero de canales bovinas provenientes del Urabá Antioqueño (brazo, costilla-flanco, diafragma, lomo, antebrazo, nuca y pecho) clasificadas en 3, 4 y 5 estrellas, sometidos a maduración y a tres métodos de cocción. **Métodos.** Para el análisis sensorial se empleó la metodología descriptiva cuantitativa con la participación de 10 panelistas quienes describieron atributos de apariencia, color, olor, sabor y textura. El análisis de la información se realizó a través de la estadística descriptiva básica e inferencial mediante la aplicación de pruebas estadísticas no paramétricas. **Resultados.** Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los atributos evaluados para los siete cortes clasificados en las tres categorías por estrellas, pudiendo establecer la influencia de la maduración y los métodos de cocción sobre características de importancia para el consumidos. **Conclusiones.** Fue posible aproximarse al perfil sensorial de los cortes de carne bovina obtenidos del cuarto delantero de las canales seleccionadas del Urabá Antioqueño, permitiendo resaltar que la calidad de los siete cortes varía significativamente entre ellos, el atributo con mayor variación con respecto a la maduración

fue la dureza, una de las características principales que influye en la textura y en la selección final que hacen los consumidores del producto.

**Palabras clave:** análisis sensorial, bovinos, carne de res, cortes de carne, evaluación hedónica, maduración, métodos de cocción, panel sensorial.

#### Abstract

The sensory analysis of food is a tool that allows characterizing and establishing criteria for the quality control of a food, establishing and maintaining food quality from production to final consumption of a product **Objective.** To determine the differences in the sensory quality of seven new cuts of the front end of bovine carcasses from Uraba Antioquia (arm, rib-flank, diaphragm, loin, forearm, neck and chest) classified as 3, 4 and 5 stars, subjected to maturation and three cooking methods. **Methods.** For the sensory analysis, the quantitative descriptive methodology was used with the participation of 10 panelists who described characteristics of appearance, color, smell, taste and texture. The analysis of the information was carried out through basic and inferential descriptive statistics through the application of non-parametric statistical tests. **Results.** Statistically significant differences were needed in the attributes evaluated for the seven cuts classified in the three categories by stars, being able to

establish the influence of maturation and cooking methods on important characteristics for those consumed. **Conclusions.** It was possible to approach the sensory profile of the beef cuts obtained from the forequarter of the selected carcasses of Uraba Antioquia, highlighting that the quality of the seven cuts varies significantly among them, the attribute with the greatest variation with respect to maturation was the hardness,

## Introducción

La calidad de los cortes de carne bovina varía significativamente entre ellos, cada uno tiene diferentes características fisicoquímicas y cuenta con propiedades sensoriales específicas (Gajaweera et al, 2020). Para evaluar los aspectos que conforman la calidad total de un alimento existe el análisis sensorial, este se reconoce como una herramienta práctica y satisfactoria para obtener una medida objetiva a partir de apreciaciones dadas por personal entrenado (Sánchez, Albarracín, 2010). Se reporta que las características de calidad más importantes en la carne son principalmente el color, sabor, olor, ternura y jugosidad (Gajaweera et al, 2020; Meyerding et al, 2018; O'quinn et al, 2018).

El consumo de carne bovina no es comparable en todos los cortes, en general, la demanda de consumo a la mesa es por cortes de primera y el consumo de los cortes de segunda y tercera ha disminuido, siendo estos últimos los que constituyen la mayor parte de la canal, situación que determina y afecta el precio del mercado (Gajaweera et al, 2020; O'quinn et al, 2018; Cho et al, 2016). Se ha demostrado que los consumidores tienen dificultades para seleccionar la carne de bovino porque no tienen seguridad de su calidad en Colombia, además, se ha documentado ampliamente que las personas están dispuestas a pagar más por cortes que satisfagan sus expectativas alimentarias (Gajaweera et al, 2020; O'quinn et al, 2018; McCarthy et al, 2017).

one of the main characteristics that influences the texture and the final selection made by consumers of the product.

**Keywords:** Sensory analysis, cattle, beef, meat cuts, hedonic evaluation, maturation, cooking methods, sensory board.

Una situación que dificulta las investigaciones en calidad de carne bovina es que en general los estudios utilizan parámetros de calidad para los músculos *Longissimus*, o unos pocos diferentes a estos, son mínimas las investigaciones que se han centrado en otros cortes (Gajaweera et al, 2020; Cho et al, 2016). Adicionalmente, es necesario un sistema de clasificación revisado y actualizado en Colombia, que tenga en cuenta la calidad de cada corte y que incluya sus características sensoriales (Gajaweera et al, 2020; Sánchez, Albarracín, 2010; McCarthy et al, 2017; Cho et al, 2010; Hocquette, 2014).

La carne generalmente se consume después de someterse a algún tipo de calentamiento, el método de cocción tiene un efecto sobre variables de calidad del producto y la evaluación del alimento por parte del consumidor y pueden afectar características como rendimiento, ternura, jugosidad, sabor y palatabilidad al provocar cambios físicos y bioquímicos en proteínas, carbohidratos, lípidos, micronutrientes y otras sustancias (McCarthy et al, 2017; Gok et al, 2019).

El objetivo de esta investigación fue determinar las diferencias en la calidad sensorial de siete nuevos cortes de carne bovina provenientes del tren delantero de bovinos tres, cuatro y cinco estrellas de la región del Urabá Antioqueño (brazo, costilla-flanco, diafragma, lomo, antebrazo, nuca y pecho) sometidos a maduración y a tres métodos de cocción.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo el análisis sensorial de siete nuevos cortes del tren delantero bovino (Acosta et al, 2022) brazo, costilla-flanco, diafragma, lomo, antebrazo, nuca y pecho en las categorías 3, 4 y 5 estrellas en día 0 y 15 de maduración obtenidas de bovinos procedentes de la región del Urabá Antioqueño.

### *Preparación de las muestras*

Cada una de las muestras fue troceada en crudo en cubos de 2x2 cm y sometidos a tres métodos de cocción, con el fin de determinar el método más apropiado para su consumo. No se añadieron sales ni especias al producto con el fin de evitar sesgos, solo se rociaron con aceite de girasol. Las muestras troceadas fueron llevadas a temperatura de refrigeración antes de someterlas al método de cocción correspondiente.

- Cocción húmeda en olla a presión: se utilizó una olla a presión marca Imusa, referencia Securyclic Inox de capacidad 3 litros. Se llevó el agua hasta ebullición a 100 °C, se adicionaron las muestras de carne. Al llegar al punto máximo de presión se ubicó la temperatura de la resistencia de calentamiento en bajo y se contabilizaron 30 minutos para despresurizar y retirar el producto.

- Cocción seca por asado en plancha: se realizó el precalentado de la plancha de acero inoxidable recubierta con teflón de uso profesional durante 3 minutos a fuego alto y se ubicaron las muestras, volteando sólo en una ocasión por cada lado hasta alcanzar una temperatura interna de 65 °C.

- Cocción seca por horneado: se empleó una Central Eficiente de Cocción marca MKN de procedencia alemana referencia Flexicombi gas 10,1. Se precalentó el horno a 180 °C con calor seco y se llevaron las muestras a cocción hasta alcanzar una temperatura interna de 65 °C.

### *Prueba de análisis sensorial*

Se utilizó la metodología de perfil descriptivo cuantitativo, las muestras fueron analizadas por el panel de análisis sensorial de la Universidad CES (Medellín, Colombia), conformado por 10 panelistas que recibieron entrenamiento previo sobre la metodología de evaluación de los atributos sensoriales y sobre la escala de calificación. Se solicitó calificar la intensidad de los atributos con una escala de respuesta estructurada de 8 puntos, donde 0 representaba ausencia del atributo y 8 una percepción intensa del mismo. Además, se aplicó una evaluación hedónica teniendo en cuenta la Guía Técnica Colombiana 293:298 del ICONTEC y los atributos propuestos por la American Meat Science Association (AMSA) con algunas modificaciones.

El panelista reveló, en escala cuantitativa, su grado de aceptación del producto a través de 7 preguntas en una escala de 1 a 5, evaluando atributos de apariencia, color, olor, sabor y textura. Dentro de las características de importancia de la encuesta aplicada se destacan: apreciación de la calidad general, presencia de colores atípicos, jugosidad, preferencia de la dureza, de la intensidad del color y del sabor (características que influyen directamente en la decisión de compra del consumidor).

A cada evaluador se le entregó una muestra de carne a una temperatura interna mínima de 60 °C, para lo cual se planeó el tiempo de preparación de las muestras con base en la hora de citación de los panelistas, garantizando que el producto no permaneciera a temperatura ambiente una vez finalizada la cocción. Para evitar la fatiga de los panelistas, por cada sesión se evaluaron seis muestras y se ofreció agua como borrador bucal.

Los criterios de exclusión fueron la inasistencia del panelista a las pruebas y la

presencia de síntomas asociados con disminución en la percepción sensorial: resfriado común, dolor de garganta, fiebre, rinorrea, entre otros.

El análisis de la información se realizó a través de la estadística descriptiva básica (tendencia central y dispersión); para determinar la distribución de probabilidad de los datos se aplicó la prueba de Shapiro Wilk. Posteriormente, a través de la estadística inferencial, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para establecer diferencias entre la calidad del corte y el método de cocción.

Finalmente, se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon para muestras dependientes con la finalidad de determinar la diferencia entre las medianas de los atributos entre el día 0 y el día 15 (valor  $p < 0,05$ ). El procesamiento de información y el análisis estadístico fue realizado con el software estadístico R 3.6.2.

Este estudio se clasifica sin riesgo.

## Resultados

Al analizar los resultados obtenidos considerando la categoría de calidad de los cortes evaluados (3,4 y 5 estrellas) y el método de cocción al cual fueron sometidos (cocción húmeda en olla a presión, cocción seca por asado en plancha y cocción seca por horneado), se lograron identificar que existen algunas diferencias significativas en cada uno de los cortes con respecto a los días de maduración (0 y 15 días).

### *Brazuelo*

La maduración para el corte de brazuelo influyó en la presencia de diferencias significativas para la calidad tres estrellas en “preferencia de la dureza” empleando los métodos de cocción asado y cocido, definiendo el atributo de dureza como “es justo como me gusta” y “es algo menos duro de lo que me

gusta”, también, se presentó significancia estadística en “preferencia del sabor” para cocido. En calidad 4 estrellas y 5 estrellas no se observaron diferencias de las características evaluadas con respecto a la maduración (cuadro 1).

### *Costilla*

En el caso de la costilla se observaron diferencias estadísticamente significativas para el atributo “preferencia de la dureza” del corte con categoría 5 estrellas cuando el mismo fue sometido al método de cocción asado, siendo la maduración un factor favorecedor con respecto a esta característica. También se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de cocción en las tres categorías (3, 4 y 5 estrellas) para el mismo atributo en día 0 y 15 de maduración (cuadro 2).

### *Diafragma*

Para el corte de diafragma no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los atributos con respecto a la maduración, sin embargo, el atributo “preferencia de la dureza” mostró significancia estadística entre los métodos de cocción para el corte en categoría tres estrellas donde la cocción húmeda favoreció una menor dureza al igual que en otros cortes previamente mencionados (cuadro 3).

### *Lomo*

Para el lomo se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el atributo “preferencia de la dureza” en las tres categorías de clasificación estudiadas (3, 4 y 5 estrellas). Para el corte de categoría 3 estrellas el método de cocción horneado se evaluó como “es algo más duro de lo que me gusta” en el día 0 de maduración, mientras que en el día 15 “es justo como me gusta”. Para la categoría 4 estrellas se presentó significancia

estadística en los métodos de cocción asado y cocido, reflejándose mejor valoración del atributo en el día 15 de maduración. Para el corte 5 estrellas se presentó la diferencia solo en la cocción húmeda, siendo el día 15 de maduración el mejor evaluado en cuanto el atributo de dureza, para esta misma categoría de clasificación se presentaron diferencias con respecto a la maduración en atributos como “apreciación de la calidad general” y “preferencia del sabor” en los que la maduración influyó de manera positiva (cuadro 4).

### *Antebrazo*

Para el corte de antebrazo solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a la maduración en el atributo de “jugosidad” en la categoría 4 estrellas cuando el corte fue sometido al método de cocción asado, mostrando ser más jugoso en el día 0 de maduración, sin embargo, ninguno de los tres métodos permitió visualizar una clara superioridad para obtener mejores características sensoriales (cuadro 5).

### *Nuca y pecho*

Para el corte de nuca se presentaron diferencias estadísticamente significativas para “preferencia de la dureza”, mismo atributo con significancia estadística con respecto a la maduración para cortes mencionados previamente, en este caso se presentó para la categoría 5 estrellas en el corte sometido al método de cocción asado, mostrando una mejor evaluación del atributo en el día 15 de maduración. Para el corte de pecho no se presentaron diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados con respecto a la maduración (cuadro 6).

## **Discusión**

La producción de alimentos requiere del establecimiento y cumplimiento de parámetros de calidad no sólo microbiológica, química o

física, sino también organoléptica, debido a que las exigencias del consumidor actual se orientan cada vez más por aspectos cualitativos que por los cuantitativos, prefiriendo aquellos productos que tengan ciertos atributos sensoriales que lo satisfagan (Rai, 2023). Esto ha llevado a que el concepto de calidad cambie desde la adaptación de las especificaciones internas de la empresa productora hacia la capacidad de la organización para satisfacer las necesidades del cliente (Okpala, 2024).

Las experiencias del consumidor se pueden establecer mediante el análisis sensorial permitiendo conocer el grado de satisfacción del mismo. En la presente investigación se encontraron diferencias sobre los atributos sensoriales entre los cortes del tren delantero de carne bovina de la región del Urabá Antioqueño, fresca y madurada que van en concordancia con la categoría y el método de cocción al que se expuso cada corte.

Las diferencias estadísticas encontradas sugieren el atributo “preferencia de la dureza” como uno de los más destacados, este constituye una de las características más críticas en la preferencia sensorial de esta línea de productos según (Pathare y Roskilly, 2016) y su modificación está altamente determinada por la selección del método de preparación de la carne.

El origen de la cocción de la carne es tan antiguo como la civilización misma y ocurrió cuando la carne fue expuesta en forma accidental al calor y se descubrió una mayor facilidad para el consumo, además de una mayor concentración de olores y sabores. Con un proceso adecuado de cocción el colágeno en su forma viscosa original se transforma en gelatina más suave y hay una separación de fibras musculares, contribuyendo a disminuir la dureza (Warner, 2024; Tang et al., 2023).

A pesar de lo anterior, se debe considerar

que la terneza (que se define como la dificultad o facilidad para cortar o masticar un trozo de carne) es el resultado también de factores intrínsecos al animal, al sistema de producción y al proceso post-mortem como sexo, edad, genética, rendimiento individual y nutrición, variables que deben pueden manejarse previamente (Braña et al., 2011; Torrico et al., 2018).

La AMSA sugiere la utilización de métodos de cocción secos para cortes con mayor terneza, y métodos de cocción húmedos para aquellos con menor terneza, suavizando el tejido conectivo, previniendo la resequedad en la superficie y desarrollando sabores más intensos, lo que significa que la aplicación de métodos de cocción apropiados pueden modificar la percepción sensorial del producto por las reacciones generadas como respuesta al contacto con el calor bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura donde se destaca la reacción de Maillard por la generación de compuestos coloreados y sustancias volátiles responsables del sabor y olor de la carne cocida, especialmente en la cocción húmeda, la cual, influyó en la preferencia de la dureza.

Respecto a las limitaciones del estudio es necesario mencionar que la demora en la evaluación por parte de algunos panelistas generaba el enfriamiento del producto. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que los métodos de cocción se aplicaron sin adiciones de ingredientes, aspecto que podría modificarse en la cotidianidad de los hogares o establecimientos que lleven a cabo una preparación de los productos, por lo cual sería de interés evaluar los cambios sensoriales al realizar preparaciones con adición de otros ingredientes convencionales como la sal, hierbas y especias.

## Conclusiones

Con base en los resultados del estudio, se

concluye que mediante el análisis descriptivo cuantitativo fue posible aproximarse al perfil sensorial de los cortes de carne bovina obtenidos del cuarto delantero de las canales seleccionadas del Urabá Antioqueño, permitiendo resaltar que la calidad de los siete cortes varia significativamente entre ellos en algunos atributos, y la diversidad de las características fisicoquímicas y la particularidad en las propiedades sensoriales (que conforman la calidad total de un alimento) es exclusiva de cada corte (3, 4 y 5 estrellas) dependiendo de las variables a las que se exponga el mismo, en este caso, maduración y método de cocción, pudiendo determinar que preparación es la ideal para cada uno estableciendo que no solo los cortes de primera son los de mejor calidad.

Adicionalmente, se destaca el atributo de dureza como uno de los determinantes cuándo los cortes se someten a maduración indicando que la misma influye de manera positiva en la aceptación del corte por parte del consumidor.

## Agradecimientos

Se agradece a Minciencias y a la Gobernación de Antioquia como financiadores de la investigación bajo la modalidad de regalías en el proyecto bases científicas y tecnológicas para la puesta en marcha de un sello de calidad de carne bovina en la región del Urabá Antioqueño. Contrato N° 80740-010-2019. Proyecto No 63343.

## Financiamiento

Investigación financiada por Minciencias y Gobernación de Antioquia.

## Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto al trabajo presentado en este informe.

**Cuadro 1. Calidad del corte del brazuelo según método cocción día 0 y día 15**

Atributo	DÍA 0											
	Calidad											
	3 estrella				4 estrellas				5 estrellas			
	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value
Apreciación calidad general	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (1-2)	0,368	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (1-2)	0,699	2 (2-2)	2 (2-3)	2 (1-2)	0,114
Presencia de colores atípicos	1,2 (1-2)	1 (0,4-1,5)	1,6 (0,5-3)	0,592	1,6 (0,4-2)	0,5 (0,5-1)	0,5 (0,2-1,5)	0,565	0,4 (0,2-2)	1 (0,5-1,8)	1 (0,5-1,5)	0,942
Preferencia de la dureza	4 (3-4) *	3 (3-3) *	3 (3-4)	0,076	4 (3-4)	3 (2-3)	3 (3-4)	0,020	3 (3-3)	3 (2-3)	3 (3-4)	0,018
Preferencia intensidad color	3 (3-4)	2 (2-3)	3 (3-4)	0,008	3 (3-4)	2 (2-3)	3 (3-3)	0,007	3 (3-3)	2 (1-3)	3 (3-3)	0,158
Jugosidad	5 (4,5-5,5)	3 (2,2-3,5)	3,4 (3-3,5)	0,002	4 (3,2-4,6)	2,5 (2,4-3)	4,5 (4-4,6)	0,007	4,4 (4-5,8)	3,4 (1,5-4)	3,2 (3-5)	0,085
Preferencia sabor	2 (1-2)	2 (2-3) *	2 (2-2)	0,535	2 (2-3)	2 (2-3)	2 (1-2)	0,722	2 (1-2)	3 (2-3)	2 (2-3)	0,309
DÍA 15												
Apreciación calidad general	2 (2-2)	3 (2-3)	2 (2-2)	0,051	2 (2-3)	2 (2-3)	2 (2-2)	0,846	2 (2-2)	3 (2-3)	2 (2-3)	0,161
Presencia de colores atípicos	1,5 (0,5-2)	0,6 (0,5-1,4)	0,8 (0,4-1,6)	0,697	1,4 (0,5-2,4)	1 (0,5-1)	0,4 (0,4-1,5)	0,577	0,6 (0,5-1)	1 (1-1,5)	1,5 (0,4-2)	0,530
Preferencia de la dureza	3 (3-3)	2 (1-3)	3 (3-3)	0,002	3 (3-3)	3 (2-3)	4 (3-4)	0,092	3 (3-3)	3 (2-3)	3 (3-3)	0,009
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2 (1-2)	3 (3-4)	0,003	3 (3-3)	2 (2-3)	3 (3-4)	0,035	3 (3-4)	2 (2-3)	3 (3-4)	0,039
Jugosidad	4,5 (4,2-6)	2,4 (1,6-3,5)	4 (2,6-4,4)	0,013	4,5 (3,6-5)	2,5 (2,2-3,5)	5 (3,4-5,2)	0,031	4 (2,6-5,4)	4 (2-4)	4 (2,6-5)	0,258
Preferencia sabor	2 (2-2)	3 (3-3)	2 (2-2)	0,001	2 (1-3)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,983	2 (2-3)	3 (2-4)	2 (2-3)	0,134

+ Valor de p para establecer diferencias estadísticas entre la calidad del corte según el método de cocción. Prueba estadística no paramétrica H de Kruskal Wallis

\* Diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados según calidad del corte y método de cocción entre día 0 y día 15. Prueba estadística para muestras pareadas Wilcoxon – valor de  $p < 0,05$ .

Fuente: elaboración propia (2025)

**Cuadro 2. Calidad del corte costilla según método cocción día 0 y día 15**

Atributo	DÍA 0											
	Calidad											
	3 estrella				4 estrellas				5 estrellas			
	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value
Apreciación calidad general	2 (2-3)	2 (2-2)	3 (2-3)	0,447	2 (2-3)	2 (2-2)	2 (2-2)	0,273	3 (2,75-3)	3 (2,75-3,25)	3 (2-3,25)	0,884
Presencia de colores atípicos	1,4 (0-2)	0,5 (0-1)	1 (0-2)	0,558	1,5 (0-2)	0,5 (0,4-1,5)	1,4 (0-2)	0,792	1,5 (0,6-3,65)	1 (0,375-1,75)	1,4 (0,15-3,63)	0,859
Preferencia de la dureza	5 (4-5)	3 (2-3)	4 (4-4)	0,000	4 (4-5)	3 (2-4)	4 (3-5)	0,019	5 (4,75-5) *	2 (1-3)	4 (4-5)	0,000
Preferencia intensidad color	3 (2-3)	2 (2-2)	2 (2-3)	0,326	3 (3-4)	3 (2-3)	3 (3-4)	0,014	3 (3-3,25)	2 (1-3)	3 (3-3)	0,006
Jugosidad	5 (4-5,5)	2,5 (2-2,8)	3,4 (3-4)	0,009	5,4 (4-6)	2,5 (2-3,5)	4 (3,5-6)	0,027	3 (2,75-3,67)	2,75 (1,9-5)	3,75 (2,38-5)	0,854
Preferencia sabor	2 (2-2)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,539	2 (2-2)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,501	3 (2,75-3,25)	3 (2-3,25)	2,5 (2-3)	0,712
DIA 15												
Apreciación calidad general	3 (2-3)	2 (2-3)	3 (2-3)	0,824	2 (2-3)	2 (2-2)	2 (2-3)	0,790	3 (3-3)	3 (2,75-3,25)	3 (2,75-3,25)	0,910
Presencia de colores atípicos	0,4 (0,2-1)	1 (0-2,3)	1 (0,5-4)	0,810	0,5 (0-1)	1 (0,5-1,5)	2 (0,6-3,5)	0,511	1,5 (0,75-4,22)	1,1 (1-4,13)	0,75 (0,375-4,5)	0,908
Preferencia de la dureza	4 (4-4)	3 (3-3)	4 (4-5)	0,007	3 (3-4)	3 (3-3)	4 (3-4)	0,007	4 (4-4)	2 (1,75-2,25)	4 (3,75-5)	0,001
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2 (2-3)	3 (3-3)	0,008	3 (3-3)	3 (2-3)	3 (2-3)	0,089	3 (3-3,25)	2 (2-2,25)	3,5 (2,75-4)	0,011
Jugosidad	4,9 (4-5,3)	2 (1,5-3,5)	4 (3,5-4,8)	0,019	4,3 (4-5)	2,5 (2,2-4,5)	3,5 (3,2-5)	0,180	4 (3,2-4,53)	3 (1,2-4,2)	3,75 (2,63-5,25)	0,425
Preferencia sabor	2 (2-3)	3 (2-3)	3 (2-3)	0,323	2 (2-4)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,915	3 (2,75-4)	3 (3-4,25)	3 (2,75-3,25)	0,729

+ Valor de p para establecer diferencias estadísticas entre la calidad del corte según el método de cocción. Prueba estadística no paramétrica H de Kruskal Wallis

\* Diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados según calidad del corte y método de cocción entre día 0 y día 15. Prueba estadística para muestras pareadas Wilcoxon – valor de  $p < 0,05$

Fuente: elaboración propia (2025)



**Cuadro 3. Calidad del corte diafragma según método cocción día 0 y día 15**

Atributo	DÍA 0											
	Calidad											
	3 estrella				4 estrellas				5 estrellas			
	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value
Apreciación calidad general	2 (2-3)	3 (2-3)	2 (2-3)	0,306	2 (2-2)	2 (2-2)	1 (1-2)	0,326	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	0,682
Presencia de colores atípicos	1 (0,4-1,6)	0,2 (0-2)	0,4 (0-1,5)	0,854	0,5 (0-1)	0 (0-0,3)	0,5 (0,1-1)	0,281	0 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-1)	0,763
Preferencia de la dureza	4 (3-4)	3 (2-3)	4 (4-4)	0,015	3 (3-3)	3 (3-3)	3 (3-4)	0,311	4 (3-4)	3 (3-3)	4 (3-4)	0,389
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2 (1-3)	3 (3-4)	0,014	3 (3-3)	3 (2-3)	3 (3-3)	0,503	3 (3-4)	2 (1-3)	3 (3-4)	0,040
Jugosidad	4 (3-4,8)	3 (1,8-4,2)	4 (3-4,5)	0,384	5 (4-5,3)	3,2 (3-3,8)	4,4 (4-4,5)	0,063	4 (3-6)	3 (3-3)	4 (4-5)	0,451
Preferencia sabor	2 (2-3)	3 (2-3)	2 (2-2)	0,177	2 (2-2)	2 (2-2)	1 (1-2)	0,274	2 (2-2)	2 (2-3)	2 (2-2)	0,731
DÍA 15												
Apreciación calidad general	3 (2-3)	3 (2-4)	2 (2-2)	0,221	2 (2-3)	2 (2-2)	2 (1-2)	0,155	2 (2-3)	2 (2-3)	2 (2-2)	0,959
Presencia de colores atípicos	0,9 (0,575-1,05)	0,5 (0-1,4)	0,6 (0-1,5)	0,771	0,9 (0-1,1)	0,2 (0,1-0,7)	1 (0,8-1,4)	0,336	0 (0-1)	0,5 (0-0,5)	0 (0-0,9)	0,991
Preferencia de la dureza	3 (3-4)	2 (1-3)	4 (3-4)	0,002	4 (3-4)	3 (3-3)	4 (3-4)	0,097	3 (3-3)	3 (3-4)	4 (3-4)	0,459
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2 (1-3)	3 (3-4)	0,004	3 (3-4)	2 (2-3)	3 (3-4)	0,164	3 (3-4)	2 (2-2)	3 (3-3)	0,028
Jugosidad	5 (3,6-5,65)	2,6 (2-4,4)	4,2 (3-5)	0,137	3 (3-5,2)	3 (2,9-4,1)	4 (3,2-4,9)	0,610	3 (2-4)	2,3 (2-2,5)	3 (3-3)	0,496
Preferencia sabor	2,5 (1,75-3)	3 (2-4)	2 (2-3)	0,474	2 (2-3)	2 (2-2)	2 (1-2)	0,145	2 (2-4)	2 (2-2)	2 (2-3)	0,896

+ Valor de p para establecer diferencias estadísticas entre la calidad del corte según el método de cocción. Prueba estadística no paramétrica H de Kruskal Wallis

\* Diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados según calidad del corte y método de cocción entre día 0 y día 15. Prueba estadística para muestras pareadas Wilcoxon – valor de  $p < 0,05$

Fuente: elaboración propia (2025)

**Cuadro 4. Calidad del corte lomo según método cocción día 0 y día 15**

Atributo	DÍA 0											
	Calidad											
	3 estrella				4 estrellas				5 estrellas			
	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value
Apresiasión calidad general	2 (2-3)	2 (2-2)	2 (2-2)	0,525	3 (2-3)	2 (2-3)	2 (2-2)	0,248	2 (1,25-2)	3 (2,25-3)	2 (2-2,775) *0,028	
Presencia de colores atípicos	0,75 (0,05-2,63)	0 (0-0,425)	1,5 (0,4-3,23)	0,071	1 (0-2,5)	1 (0-1)	0 (0-1,5)	0,322	1,3 (0,125-2,88)	1,25 (0,1-1,88)	1 (0,125-1,38)	0,832
Preferencia de la dureza	3,5 (3-4,75)	3 (3-3)	4 (3,25-4) *	0,006	4 (4-5) *	4 (3-4) *	4 (3-4)	0,076	3 (3-4)	4 (4-4) *	3 (3-4)	0,202
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2 (2-3)	3 (3-3)	0,014	3 (3-3)	4 (3-4)	3 (2,5-3)	0,154	3 (3-3)	1,5 (1-2,75)	2 (2-2)	0,003
Jugosidad	5,45 (5-6)	3 (2-3,88)	5,25 (4,25-6,38)	0,038	4 (2-4,5)	2 (1-2,5)	3 (3-5)	0,006	5 (3,75-5,75)	1,5 (1,4-1,95)	5 (3,42-5,38)	0,002
Preferencia sabor	2 (2-2)	2 (2-2,75)	2 (2-3)	0,858	3 (2-3)	2 (2-3)	2 (2-2)	0,071	2 (1-2)	3 (3-3,75)	2 (2-3) *	0,014
DIA 15												
Apresiasión calidad general	2 (1,25-2)	2 (2-2)	2 (1,25-2)	0,799	2 (2-2)	3 (2-3)	2 (2-2,5)	0,418	2 (1,25-2)	2,5 (2-3)	2 (1,25-2)	0,004
Presencia de colores atípicos	0,1 (0-1,3)	0,3 (0-1,75)	0,8 (0,25-1,88)	0,474	1 (0-3,5)	0 (0-1,5)	0 (0-1)	0,757	1,2 (0,2-3,13)	0,75 (0,05-1,45)	1 (0,125-1,15)	0,842
Preferencia de la dureza	3 (3-3,75)	3 (3-3)	3 (3-3)	0,835	3 (3-3,5)	3 (3-3)	3 (3-4)	0,134	3 (3-3)	3 (2,25-3)	3 (3-3)	0,401
Preferencia intensidad color	3 (3-4)	2 (2-3)	3 (3-3)	0,005	3 (3-3)	3 (2-3)	3 (3-3)	0,146	3 (2-3)	2 (1,25-2)	2 (2-3)	0,197
Jugosidad	6 (3,92-7)	2,75 (2,05-4)	5,75 (4-6)	0,017	4 (3,5-5)	2 (1-2,5)	3 (2-4)	0,006	4,6 (3,58-5,38)	1,5 (1,5-1,9)	5,5 (3,85-6)	0,000
Preferencia sabor	2 (1-2)	2 (1,25-3)	2 (2-2,75)	0,470	2 (1-2,5)	3 (2-3,5)	2 (2-2,5)	0,219	1,5 (1-2)	3 (2,25-3)	2 (1,25-2)	0,002

+ Valor de p para establecer diferencias estadísticas entre la calidad del corte según el método de cocción. Prueba estadística no paramétrica H de Kruskal Wallis

\* Diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados según calidad del corte y método de cocción entre día 0 y día 15. Prueba estadística para muestras pareadas Wilcoxon – valor de  $p < 0,05$

Fuente: elaboración propia (2025)

**Cuadro 5. Calidad del corte antebrazo según método cocción día 0 y día 15**

Atributo	DÍA 0											
	Calidad											
	3 estrella				4 estrellas				5 estrellas			
	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value
Apresiasión calidad general	2,5 (2-3)	3 (2,75-3,25)	2 (1,75-2,25)	0,239	2,5 (2-3)	2,5 (2-3)	2,5 (2-3)	1,000	2 (1-2)	3 (2-3)	3 (2-3)	0,231
Presencia de colores atípicos	1,75 (1,27-2,02)	1,6 (0,9-2,65)	1,75 (1,15-2)	0,937	2,8 (2,08-3,77)	1,3 (0,825-1,77)	2,15 (1,68-2,98)	0,174	2,4 (1,5-2,5)	1,3 (1,1-1,5)	2 (1,5-2,2)	0,172
Preferencia de la dureza	4,5 (3,75-5)	3,5 (3-4,25)	3,5 (3-4)	0,468	3 (3-3,25)	3 (2,75-3,25)	3 (2,75-3,25)	0,848	3 (3-3)	3 (3-4)	4 (3-5)	0,217
Preferencia intensidad color	3 (3-3,25)	2 (1,75-2,25)	3 (3-3,25)	0,047	3 (2,75-3,25)	2 (1,75-2)	3 (2,75-3,25)	0,065	3 (3-3)	2 (2-2)	3 (3-4)	0,018
Jugosidad	3,85 (3,45-4,6)	2,7 (2,35-3,08)	3,95 (3,38-4,63)	0,123	4,75 (4,57-5,03) *	2,65 (2,05-3,15)	4,15 (3,67-4,53)	0,014	3,4 (3,2-4)	2,3 (2,3-4,2)	2,3 (2,3-2,4)	0,729
Preferencia sabor	2 (1,75-2,25)	2,5 (2 - 3)	2 (1-3)	0,661	3 (2,75-3)	3 (3-3)	3 (2,75-3)	0,577	2 (2-2)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,652
DIA 15												
Apresiasión calidad general	2 (1,75-2,25)	2,5 (2-3)	3 (2,75-3)	0,306	2,5 (2-3,25)	3 (3-3)	2,5 (2-3,25)	0,760	2 (2-2,75)	2 (2-2,75)	2,5 (2-3)	0,865
Presencia de colores atípicos	1,3 (1,03-1,73)	1,35 (0,875-1,88)	2,65 (2,08-3,68)	0,123	3 (2,2-4,08)	1,5 (1,4-2,58)	2,9 (2,17-4,03)	0,481	1,9 (1,57-3,2)	1,15 (1,02-1,72)	2,05 (1,28-2,98)	0,669
Preferencia de la dureza	3,5 (3-4,25)	4 (3,75-4,25)	4 (3,75-4,25)	0,863	2,5 (2-3,25)	3 (2,75-3)	3 (2,75-3,25)	0,852	3,5 (2,25-4,75)	3,5 (3-4)	4 (4-4,75)	0,343
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2,5 (1,75-3)	3,5 (2,5-4)	0,336	3,5 (2,75-4)	2 (1,75-2,5)	3 (2,75-3,25)	0,387	3 (3-3)	2,5 (2-3)	3 (3-3,75)	0,111
Jugosidad	5,1 (4,97-5,43)	2,5 (2,4-2,77)	3,4 (3,22-3,67)	0,015	2,9 (2,5-3,35)	3,65 (3,08-3,82)	3,9 (3,33-4,35)	0,240	3,1 (2,6-4,05)	3,05 (2,47-3,92)	3,1 (0,975-3,8)	0,931
Preferencia sabor	1,5 (1-2)	2,5 (2-3)	2,5 (1,75-3)	0,178	3 (2,75-3,25)	3 (3-3,25)	3,5 (3-4)	0,566	2 (2-2,75)	2 (2-2,75)	3 (2,25-3)	0,286

+ Valor de p para establecer diferencias estadísticas entre la calidad del corte según el método de cocción. Prueba estadística no paramétrica H de Kruskal Wallis

\* Diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados según calidad del corte y método de cocción entre día 0 y día 15. Prueba estadística para muestras pareadas Wilcoxon – valor de  $p < 0,05$

Fuente: elaboración propia (2025)

**Cuadro 6. Calidad del corte nuca según método cocción día 0 y día 15**

Atributo	DÍA 0											
	Calidad											
	3 estrella				4 estrellas				5 estrellas			
	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value	Asado	Cocido	Horneado	+P-value
Apreciación calidad general	3 (2-3)	2 (2-3)	2 (2-3)	0,627	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2,75)	0,322	3,5 (2,75-4)	2 (2-2,25)	3,5 (2,75-4)	0,195
Presencia de colores atípicos	1 (0-1)	1 (0-1)	0 (0-1)	0,879	0,5 (0-1,75)	0 (0-0,75)	1 (0-2)	0,520	0,25 (0-0,625)	0 (0-0)	0,1 (0-0,4)	0,267
Preferencia de la dureza	4 (4-5)	3 (3-3)	4 (4-5)	0,061	3,5 (3-4)	3 (3-3)	4 (4-4)	0,063	5 (4,75-5) *	3 (2,75-3,25)	5 (5-5)	0,011
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	2 (1-2)	3 (3-3)	0,018	3 (3-3)	2 (2-2,75)	3 (2,25-3)	0,061	3 (2,75-3)	2 (1,75-2,5)	3,5 (2,75-4)	0,357
Jugosidad	2 (2-4)	3 (2-3)	3 (3-3)	0,601	4 (3,25-4,75)	3 (1,5-3)	2 (1,25-3,5)	0,177	4,5 (3,75-5,45)	3,5 (2,75-4,25)	3,5 (2,75-4,25)	0,477
Preferencia sabor	2 (2-2)	3 (2-3)	2 (2-2)	0,078	2 (2-2)	2 (2-2,75)	2 (2-2)	0,119	2,5 (1,75-3)	2,5 (2-3)	2 (2-2,25)	0,832
DÍA 15												
Apreciación calidad general	3 (3-4)	3 (3-4)	3 (2-4)	0,926	2,5 (2-3)	2 (2-2)	2 (2-2,75)	0,512	2 (2-2,25)	3 (2,75-3)	2,5 (1,75-3)	0,453
Presencia de colores atípicos	0 (0-1)	1 (1-1)	1 (0-1)	0,592	1 (0-2,75)	0 (0-0,75)	1,5 (0,25-2)	0,447	0,25 (0-0,625)	0 (0-0,1)	0 (0-0,25)	0,632
Preferencia de la dureza	5 (5-5)	3 (3-4)	5 (5-5)	0,031	4 (3,25-4)	3 (3-3)	4 (3,25-4)	0,026	3,5 (3-4)	2 (2-2,25)	4,5 (3,75-5)	0,027
Preferencia intensidad color	3 (3-3)	1 (1-2)	3 (3-3)	0,004	3 (2,25-3)	2 (2-2)	3 (3-3)	0,068	3 (3-3)	1,5 (1-2,5)	3 (2,75-3,25)	0,345
Jugosidad	3 (3-4)	2 (1-2)	3 (2-4)	0,110	4 (2,5-4,75)	4 (2,5-4)	3 (2,25-3,75)	0,678	6 (5,75-6,2)	2,9 (2,6-3,5)	3,5 (2,88-4,5)	0,055
Preferencia sabor	2 (2-3)	3 (3-3)	3 (2-3)	0,160	2 (2-2,75)	2 (2-2)	2 (2-2,75)	0,994	2 (2-2)	3 (2,75-3)	2 (2-2,25)	0,090

+ Valor de p para establecer diferencias estadísticas entre la calidad del corte según el método de cocción. Prueba estadística no paramétrica H de Kruskal Wallis

\* Diferencias estadísticamente significativas de los atributos evaluados según calidad del corte y método de cocción entre día 0 y día 15. Prueba estadística para muestras pareadas Wilcoxon – valor de p < 0,05

Fuente: elaboración propia (2025)

## Referencias

- Acosta, N. T., López, J. H., Restrepo D. A., y Tellez, G. A. (2022). Commercial meat cuts hardness of dual-purpose cattle from Cundinamarca (Colombia) high tropics zone, *Rev. Fac. Nac. Agron.*, 75(1), 9801-9811. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n1.93900>
- American Meat Science Association. Meat Cookery. (2022, febrero). *Methods of cooking meat*. <https://meatscience.org/publications-resources/printed-publications/sensory-and-tenderness-evaluation-guidelines>.
- Braña D., Ramírez E., Rubio M. S., Sánchez A., Torrescano G., Arenas de Moreno M. L., y Ríos F. G. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. Ajuchitlán, México: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. *Folleto Técnico No. 11*. pp. 31-39 <https://plataformaiaestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/analisis-de-calidad-en-muestras-de-carne.pdf>
- Cho, S. H., Kim, J., Park, B. Y., Seong, P. N., Kang, G. H., Kim, J. H., Jung, S. G., Im, S.K., & Kim, D. H. (2010). Assessment of meat quality properties and development of a palatability prediction model for Korean Hanwoo steer beef. *Meat Science*, 86, 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.011>
- Cho, S., Kang, S. M., Seong, P., Kang, G., Kim, Y., Kim, J., Lee, S., & Kim, S. (2016). Effect of Aging Time on Physicochemical Meat Quality and Sensory Property of Hanwoo Bull Beef. *Korean Journal for food science of animal resources*, 36(1), 68–76. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.68>
- Gajaweera, C., Chung, K. Y., Lee, S. H., Wijayananda, H. I., Kwon, E. G., Kim, H. J., Cho, S. H., & Lee, S. H. (2020). Assessment of carcass and meat quality of longissimus thoracis and semimembranosus muscles of Hanwoo with Korean beef grading standards. *Meat science*, 160, 107944. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107944>
- Gok, V., Uzun, T., Tomar, O., Çağlar, M., & Çağlar, A. (2019). The effect of cooking methods on some quality characteristics of gluteus medius. *Food Sci. Technol, Campinas*, 39(4), p 999-1004. <https://doi.org/10.1590/fst.13018>
- Hocquette, J. F., Van Wezemael, L., Chriki, S., Legrand, I., Verbeke, W., Farmer, L., Scollan, N. D., Polkinghorne, R., Rødbotten, R., Allen, P., & Pethick, D. W. (2014). Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. *Meat science*, 97(3), 316–322. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.031>
- Mccarthy, S. N., Henchion, M., White A., Brandon, K., & Allen, P. (2017) Evaluation of beef eating quality by Irish consumers. *Meat Science*, 132, 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.005>
- Meyerding, S., Gentz, M., Altmann, B., & Meier-Dinkel, L. (2018). Beef quality labels: A combination of sensory acceptance test, stated willingness to pay, and choice-based conjoint analysis. *Appetite*, 127, 324–333. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.05.008>
- Okpala, C. O. R., & Korzeniowska, M. (2023). Understanding the relevance of quality management in agro-food product industry: From ethical considerations to assuring food hygiene quality safety standards and its associated processes. *Food Reviews International*, 39(4), 1879–1952. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1938600>
- O'Quinn, T. G., Legako, J. F., Brooks, J. C., & Miller, M. F. (2018). Evaluation of the contribution of tenderness, juiciness, and flavor to the overall consumer beef eating experience. *Translational animal science*, 2(1), 26–36. <https://doi.org/10.1093/tas/txx008>
- Sánchez, I. C. y Albarracín, W. (2010) Análisis sensorial en carne. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 23:227-239. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902010000200012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902010000200012)
- Pathare, P. B., Roskilly, A. P. (2016). Quality and Energy Evaluation in Meat Cooking. *Food Eng Rev* 8, 435–447. <https://doi.org/10.1007/s12393-016-9143-5>
- Rai, S., Wai, P. P., Koirala, P., Bromage, S., Nirmal, N. P., Pandiselvam, R., Nor-Khaizura, M. A. R., & Mehta, N. K. (2023). Food product quality, environmental and personal characteristics affect consumer perception toward food. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1222760. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1222760>

- Tang, C., Xu, Y., Zhou, K., Xie, Y., Ma, Y., Li, C., Xu, F., Zhou, H., & Xu, B. (2023). Mechanism behind the deterioration in gel properties of collagen gel induced by high-temperature treatments: A molecular perspective. *Food Research International*, 171, 112985. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112985>
- Torrico, D. D., Hutchings, S. C., Ha, M., Bittner, E. P., Fuentes, S., Warner, R. D., & Dunshea, F. R. (2018). Novel techniques to understand consumer responses towards food products: A review with a focus on meat. *Meat science*, 144, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.006>
- Trevisan, A. J., de Almeida Lima, D., Sampaio, G. R., Soares, R. A., & Markowicz Bastos, D. H. (2016). Influence of home cooking conditions on Maillard reaction products in beef. *Food chemistry*, 196, 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.008>
- Warner, R. D., Wheeler, T. L., Ha, M., Li, X., Bekhit, A. E.-D., Morton, J., Vaskoska, R., Dunshea, F. R., Liu, R., Purslow, P., & Zhang, W. (2022). Meat tenderness: Advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new technologies. *Meat Science*, 185, 108657. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108657>