

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación de salmueras para mejoramiento de las características  
fisicoquímicas en el lomo (*M. Longissimus dorsi*) de vacas de descarte  
de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano**

Estudiantes

Jean Carlos Cáceres

Carlos José Sanabria

Asesoras

Adela Maria Acosta, D.Sc.

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Honduras, julio 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

**Contenido**

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figura.....	6
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	14
Ubicación del Estudio.....	14
Materiales.....	14
Preparación del Estudio.....	14
Flujo de Proceso.....	15
Análisis Físicoquímicos.....	16
Color.....	16
pH.....	17
Fuerza de Corte.....	17
Retención de Salmuera.....	17
Rendimiento por Cocción.....	18
Purga.....	18
Análisis Microbiológicos.....	18
Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales.....	18
Análisis Sensorial.....	19
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	19
Resultados de Análisis Físicoquímicos.....	21
Color.....	21
pH.....	22
Fuerza de Corte.....	23

Retención de Salmuera .....	25
Rendimiento por Cocción .....	26
Purga .....	27
Resultados de Análisis Microbiológicos .....	28
Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales.....	28
Resultados Análisis Sensorial .....	29
Aceptación de Apariencia y Color .....	29
Aceptación de Olor y Sabor .....	30
Aceptación de Textura y Aceptación General.....	31
Conclusiones .....	33
Referencias.....	35

## Índice de Cuadros

Cuadro 1	<i>Formulaciones de los Tratamientos de las Salmueras</i> .....	15
Cuadro 2	<i>Parámetros de Color de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratadas con Salmueras</i> . ...	21
Cuadro 3	<i>Resultado de la Diferencia de Color entre el Control y los Tratamientos</i> . ....	22
Cuadro 4	<i>pH de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratadas con Salmueras</i> . ....	23
Cuadro 5	<i>Fuerza de Corte de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratadas con Salmueras</i> . ....	24
Cuadro 6	<i>Retención de salmuera de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) de Vacas Lecheras de Descarte</i> . ....	25
Cuadro 7	<i>Rendimiento por Cocción de los Cortes con Tratamiento de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi)</i> . ....	27
Cuadro 8	<i>Porcentaje de Purga de los Cortes de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratados con Salmuera</i> . ....	28
Cuadro 9	<i>Resultados Análisis Microbiológicos: Mesófilos Aerobios y Coliformes Totales en Log UFC/g</i> . ....	29
Cuadro 10	<i>Resultado de Análisis Sensorial de Apariencia y Color de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras</i> . ....	30
Cuadro 11	<i>Resultado de Análisis Sensorial de Olor y Sabor de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras</i> . ....	31
Cuadro 12	<i>Resultado de Análisis Sensorial de Textura y Aceptación General de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras</i> . ....	32

**Índice de Figura**

Figura 1 <i>Flujo de Procesamiento de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras de Vacas Lecheras de Descarte</i> .....	16
--	----

**Índice de Anexo**

<i>Anexo A Formato de la hoja para recopilación de datos de evaluación sensorial.....</i>	<i>38</i>
---	-----------

## Resumen

La industria cárnica está en un constante avance, gracias a esto se ha investigado y aplicado una gran cantidad de nuevas tecnologías de conservación y mejoramiento de productos. Los objetivos de este estudio fueron, determinar la aceptación general de las características sensoriales en el lomo de res (*M. Longissimus dorsi*) de vacas de descarte de la Unidad de Ganado Lechero de Zamorano, sometido a salmueras con distintas formulaciones, analizar el efecto de las salmueras en los parámetros fisicoquímicos del lomo de res, y por último, evaluar la calidad microbiológica con la adición de las salmueras en el lomo de res. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con ocho tratamientos, los cuales, se dividieron en un control y siete formulaciones de salmueras con distintas concentraciones de carragenina, bromelina, sal, extracto de jengibre y agua, que fueron aplicadas al músculo *Longissimus dorsi*, en vacas de descarte. A cada tratamiento se le realizó análisis fisicoquímicos (color, pH, retención de la salmuera, rendimiento por cocción, purga, fuerza de corte) y análisis sensoriales de aceptación, en el cual se evaluaron los atributos de color, apariencia, sabor, olor, textura y aceptación general de los tratamientos. El estudio mostró que no hubo una diferencia significativa en la aceptación general de las muestras tratadas entre sí, aceptadas mejor que el tratamiento control. No hubo diferencia significativa en el parámetro fisicoquímico de color. Todos los tratamientos cumplen con los parámetros microbiológicos de coliformes totales y mesófilos aerobios establecidos por el USDA.

*Palabras Clave:* Aceptación general, color, rendimiento, salmueras, textura.

### Abstract

The meat industry is constantly advancing; therefore, many new conservation and improvement technologies have been investigated and applied. The objectives of this study were to determine the general acceptance of the sensory characteristics in the beef loin (*M. Longissimus dorsi*) of old cows from the Dairy Cattle Unit of Zamorano, subjected to brines with different formulations, to analyze the effect of the brines on the physicochemical parameters of the beef tenderloin, and, finally, evaluate the microbiological quality of the meat with the addition of the brines. A Completely Randomized Design (CRD) was used with eight treatments, which were divided into a control and seven formulations of brines with different concentrations of carrageenan, bromelain, salt, ginger extract, and water, which were applied to the *Longissimus dorsi* muscle, in old cows. Physicochemical analysis (color, pH, brine retention, cooking performance, purge, shear force) and acceptance sensory analysis were carried out on each treatment, in which the attributes of color, appearance, taste, odor, texture and general acceptance of treatments were evaluated. The study showed that there was no significant difference in the general acceptance of the treated samples within each other, except for the control treatment. No significant difference was obtained in the physicochemical color parameter, as well as that all the treatments comply with the microbiological parameters of total coliforms and aerobic mesophiles established by the USDA.

*Keywords:* Brine, color, general acceptance, texture, yield.

## Introducción

La industria cárnica ha evolucionado de forma continua y constante a través de los tiempos, obteniendo grandes avances tecnológicos y novedosos métodos de mejora y conservación; que elevan la calidad, sin afectar negativamente los estándares de inocuidad. Cada año, nuevos productos son lanzados al mercado, con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores. Estos métodos y tecnologías se encargan de mejorar la calidad y facilitar la conservación de las características de los alimentos, en este caso, la carne (Davies y Méndez 2018). Debido a que la carne es un alimento considerado perecedero por sus características fisicoquímicas, las formulaciones de aditivos y salmueras cárnicas están presentes en la industria para satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores.

Existe una gran variedad de cortes cárnicos de res disponibles en el mercado, siendo estos clasificados dependiendo de las características fisicoquímicas y organolépticas que presenten. Algunos cortes tienen un mayor valor, ya sea monetario o de percepción, debido a que son más aceptados y/o preferidos que otros por parte de los consumidores. La carne presenta unas características que el consumidor percibe como el color, jugosidad, textura, sapidez, aroma, y estos influyen sobre su aceptabilidad o calidad organoléptica (Junta de Andalucía y Consejería de Agricultura y Pesca 2010). La ternera es uno de los aspectos más importantes que los consumidores buscan en sus carnes frescas, por lo cual, es indispensable que los cortes presenten una ternera adecuada (Larenas Muñoz 2016). La ternera se define como uno de los atributos sensoriales de mayor importancia para el consumidor de carne de res ya que, esta característica es clave en la valoración de satisfacción o insatisfacción percibida durante el consumo (Guerrero y Guárdia 1999). El sabor y el color de la carne son también aspectos importantes en la decisión de compra de los consumidores. El color, siendo la principal atrayente visual para los consumidores representa un factor de calidad y frescura, y el sabor se encarga de concluir la experiencia percibida por ellos a la hora de consumo. Se trata de darle al consumidor una experiencia grata y satisfactoria; ya que el brindar una buena

experiencia al consumir la carne es de suma importancia para garantizar que el consumidor vuelva a realizar la compra (Brito 2010).

La mayoría de las formulaciones de salmueras, se enfocan primordialmente en retener las características ya existentes en la carne a través del tiempo. Sin embargo, no todas las canales que van a proceso tienen la misma calidad. Distintos sistemas de producción como ganaderías con propósitos de producción de carne y ganaderías con propósitos en producción de leche aportan reses a la industria, la cual las procesará y serán destinadas a los consumidores como carne. Esto provoca que se ofrezca el mismo producto con características muy variables entre sí, resultando en una menor calidad final, así como menor satisfacción por parte de los consumidores (Consigli 2001). Actualmente en Zamorano, los datos de la planta de cárnicos presentan que hasta un 30% de las reses procesadas son de descarte, provenientes de la Unidad de Ganado Lechero.

Desde el punto de vista agronómico, existen métodos con los cuales se intenta ganar mayor peso para el ganado de descarte, y de esa forma poderlos ofrecer a un mejor precio a la industria. El método mayormente propuesto es el uso de pastoreo por alrededor de 85 días en los meses de primavera, en los cuales se obtiene mejor calidad de pasto, permitiéndole así a las reses ganar peso y ser vendidas a un mejor precio (Martinez 2019). Mientras este método puede ayudar a los productores a mejorar sus rendimientos, esta no es una manera segura de restaurar la calidad en color ni en textura de la carne, puesto que la edad fisiológica es más avanzada que la óptima (Montossi y Lagomarsino 2018). Por tanto, aún sigue siendo necesaria la intervención de algún método que nos permita mejorar cualidades como lo son terneza, sabor y color en ciertos cortes que presentan características menos deseadas en uno o varios de los aspectos antes mencionados.

Es debido a esto, que este estudio está orientado a formular distintas concentraciones y combinaciones de salmueras, con el fin de determinar cuál es la formulación que permite mejorar las características de textura, sabor y color en el corte de carne de interés. Para esto se usaron ingredientes como la sal, extracto de jengibre, bromelina y carragenina. La sal se usa para incrementar

la cantidad de agua inmovilizada, para ligar grasas, y como saborizante. El extracto de jengibre y la bromelina se utilizan por su capacidad proteolítica. Se prepara el extracto de jengibre con el objetivo de obtener un ingrediente más refinado y fácil de utilizar en las formulaciones. Finalmente, la carragenina siendo utilizada por su efecto coloidal, otorgando características de emulsificación, y estabilizador.

El corte involucrado en el estudio fue el lomo de res (*Longissimus dorsi*) proveniente de ganado de descarte de la Unidad de Producción de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano. La carne de ganado de descarte de las lecherías es reconocida por tener una consistencia de terneza entre media a dura, por lo que no se destaca junto con los cortes de carne premium que obtenemos de reses destinados exclusivamente a producción de carne. Cabe señalar que la dureza o terneza de la carne puede variar debido a diversos factores. Estos factores están relacionados con genética, condiciones medioambientales y el tratamiento post-mortem que se aplica (Teira 2004). Algunos ejemplos de otros factores que afectan directamente la terneza final de la carne son; el grado de contracción que el músculo haya alcanzado durante el rigor mortis, la integridad de las proteínas que forman los tejidos musculares, la cantidad o proporción de tejido conectivo adherido a la carne, la coagulación o retracción de las proteínas mio-fibrilares e incluso la forma en la cual la carne es cortada (Teira 2004).

Esta evaluación se llevó a cabo con el fin de obtener una salmuera, que permita mejorar las propiedades sensoriales del músculo *Longissimus dorsi*, de vacas de descarte de la lechería de Zamorano. Los objetivos de esta investigación fueron:

Determinar la aceptación general de las características sensoriales en el corte del lomo de res (*Longissimus dorsi*) de vacas de descarte de la unidad de ganado lechero, sometido a distintas formulaciones de salmuera.

Analizar el efecto de las salmueras en los parámetros fisicoquímicos del músculo lomo de res (*Longissimus dorsi*) de vacas de descarte de la unidad de ganado lechero.

Evaluar la calidad microbiológica de los lomos de res tratados con distintas formulaciones de salmueras.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Los diferentes tratamientos fueron preparados y aplicados en el Laboratorio de Ingeniería y Empaque de Alimentos (LIEAZ) y la Planta de Cárnicos. Además, los análisis pertinentes a la investigación se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), Laboratorio de Análisis Microbiológicos (LMAZ) y su parte sensorial, fue analizada en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Todas estas instalaciones pertenecen al departamento de Agroindustria Alimentaria (AGI) de la Escuela Agrícola Panamericana, Universidad de Zamorano.

### **Materiales**

Para llevar a cabo la parte experimental del estudio, se requirió de ciertos materiales e ingredientes, como lo son los cortes de carne en cuestión (lomo); los cuales se obtuvieron de vacas de descarte provenientes de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano, aditivos alimentarios (sal, bromelina, extracto de jengibre, carragenina) para carnes frescas, en diferentes combinaciones. Estos materiales los adquirimos, fuera de la institución y en la planta de cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano; lugar donde, parte de dicho estudio se desarrolló. En la preparación de las unidades experimentales se requirió de balanzas analíticas, cuchillos, probetas, bolsas plásticas y bandejas. Además, se utilizó maquinarias (masajeadora, selladora al vacío), pertenecientes a la Planta de Cárnicos de Zamorano.

### **Preparación del Estudio**

El músculo utilizado en este estudio fue el lomo (*Longissimus dorsi*), el cual fue obtenido de vacas de descarte, criadas en la unidad de ganado lechero, de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Luego de obtener los cortes, se realizó la aplicación de los tratamientos, con tres

repeticiones de cada uno. Se incluyeron las unidades experimentales sin tratamiento, como tratamiento control.

El estudio consistió en ocho tratamientos con tres repeticiones con el control ya incluida entre ellos (Cuadro 1). Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera: 1) control, 2) 92% agua y 8% sal, 3) 92% agua, 8% sal y 0.01% bromelina, 4) 88% agua, 8% sal y 5% extracto de jengibre, 5) 91% agua, 8% sal y 1% carragenina, 6) 88% agua, 8% sal, 5% extracto de jengibre y 0.01% bromelina, 7) 87% agua, 8% sal, 5% extracto de jengibre y 1% carragenina, 8) 87% agua, 8% sal, 5% extracto de jengibre, 0.01% bromelina y 1% carragenina. El proceso para la preparación de las unidades experimentales comenzó con el cortado y pesado de los trozos de carne para obtener ocho piezas de cada lomo utilizado, cuyo peso dependió del peso inicial de el lomo entero.

### **Cuadro 1**

*Formulaciones de los Tratamientos de las Salmueras.*

Ingredientes	Control	Trt. 2	Trt. 3	Trt. 4	Trt. 5	Trt. 6	Trt. 7	Trt. 8
Agua (%)	0	92	91.99	87.61	91.08	87.61	86.79	86.79
Sal (%)	0	8	8	7.63	7.93	7.63	7.56	7.56
Bromelina (%)	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0.01
Extracto de jengibre (%)	0	0	0	4.76	0	4.76	4.71	4.71
Carragenina (%)	0	0	0	0	0.99	0	0.94	0.94
Total (%)	0	100	100	100	100	100	100	100

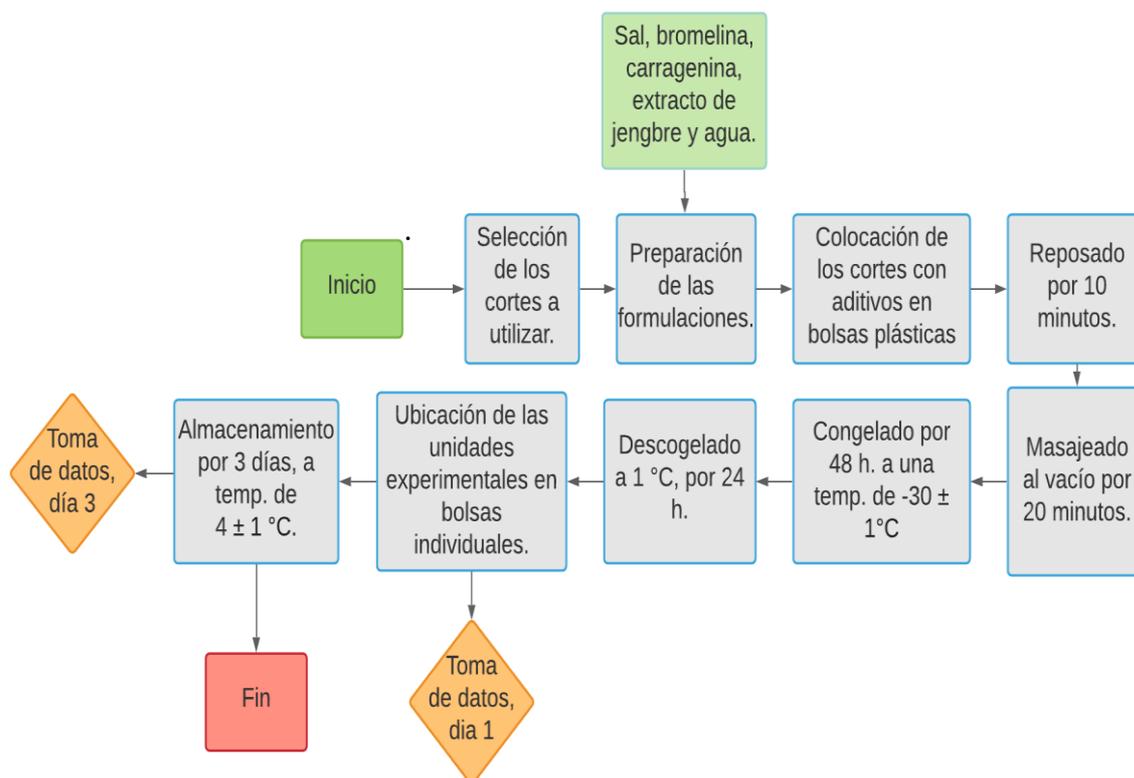
### **Flujo de Proceso**

Para el desarrollo óptimo de esta investigación se elaboró un flujo de proceso, detallando cada una de las actividades necesarias para el procesamiento del producto requerido, que incluye desde la selección de los cortes a utilizar hasta las respectivas tomas de datos de cada uno de los tratamientos. (Figura 1).

**Figura 1**

*Flujo de Procesamiento de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras de Vacas*

*Lecheras de Descarte.*



## **Análisis Físicoquímicos**

### **Color**

Este análisis se realizó utilizando el equipo Colorflex Hunter L a b. Se analizó la luminosidad L, la intensidad la escala a (color rojo a verde) y la intensidad del color de la escala b (color amarillo al azul). Para la evaluación de estos parámetros, se realizaron tres repeticiones por cada uno de los tratamientos y se promediaron los resultados. Además, se aplicó la Ecuación 1, para determinar la diferencia entre dos muestras de color. Esto comparando el tratamiento control con el resto de los tratamientos respectivamente.

$$\Delta E^* = ((L * 1 - L * 2)^2 + (a * 1 - a * 2)^2 + (b * 1 - b * 2)^2) / 2 \quad [1]$$

Donde:

L: Valor de luminosidad

a: Valor de la escala rojo a verde

b: Valor de la escala amarillo a azul

### **pH**

Para la obtención del pH de las muestras se le realizaron los análisis utilizando un potenciómetro portátil Testo. El mismo fue calibrado utilizando soluciones buffer, cuyos pH fueron de 4 y 7, previo a las lecturas de pH de las muestras. Se tomaron tres lecturas de pH por cada muestra y se promedió utilizando los datos obtenidos. Las lecturas de pH se tomaron antes y después de aplicados los distintos tratamientos.

### **Fuerza de Corte**

Para el análisis de la fuerza de corte de la carne, se utilizó INSTRON CT3 4500® con un acople Warner-Bratzler. Se utilizó un trozo de muestra con medidas 40 × 10 × 10 mm. Se realizó una prueba de dos ciclos, a una velocidad de 10 mm/s, con una carga meta de 20 Newtons. En esta se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en el primer ciclo del análisis.

### **Retención de Salmuera**

Para determinar la ganancia de peso se tomaron los pesos de las muestras previo a la aplicación de los tratamientos y después de dicha aplicación. A partir de la diferencia de peso que hubo se utilizó la Ecuación 2, con la cual, se determinó el porcentaje de retención de estas.

$$\text{Retención de Salmuera (\%)} = \left( \frac{W_f - W_o}{W_o} \right) \times 100 \quad [2]$$

Donde:

Wf: Peso final de la muestra tratada

Wo: Peso inicial de la muestra, sin tratamiento

### **Rendimiento por Cocción**

El rendimiento por cocción se calculó basándose en la diferencia de pesos de cada pieza de carne antes y después de la cocción. Se comparó el peso, utilizando la Ecuación 3, después de cocción con el peso previo a esta, para así estimar el porcentaje de pérdida y de rendimiento por cocción.

$$\text{Rendimiento por Cocción (\%)} = \left(\frac{PF}{PI}\right) \times 100 \quad [3]$$

Donde:

PF: Peso final de la muestra tratada, post cocción

PI: Peso inicial de la muestra tratada, precocción

### **Purga**

Para el análisis de la purga se tomaron los pesos de cada unidad experimental posterior al retirado de la salmuera. Se selló al vacío cada una y se almacenaron en el cuarto frío, a una temperatura de 4 °C. Después de los tres días se pesaron nuevamente y se determinó el porcentaje de purga. Se utilizó la Ecuación 4.

$$\text{Purga (\%)} = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100\% \quad [4]$$

Donde:

W<sub>0</sub>: Peso de los cortes de carne tratada con salmuera.

W: Peso de la carne tratada al día tres.

### **Análisis Microbiológicos**

#### ***Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales***

Se pesaron 10 g de carne tratada en bolsas estériles, luego se les agregó 90 mL de agua peptonada y se agitaron durante 60 segundos en el homogeneizador STOMACHER®, siendo esta una dilución 10<sup>-1</sup>. Se dispuso de dos tubos de ensayo adicionales con 9 mL de agua peptonada, para cada uno de los tratamientos. De la dilución 10 a 1 se extrajo 1 mL y se agregó en un tubo de ensayo para

formar la dilución 10 a 2. De esta nueva dilución, se extrajo 1 mL y se agregó al siguiente tubo de ensayo para obtener la nueva dilución de 10 a 3.

La siembra de las diluciones se realizó por duplicado en agar cuenta estándar (ACE) y agar bilis rojo violeta (ABRV), por medio de la técnica de vertido en plato. Se agregó 1 mL de cada dilución en los platos petri y se homogenizó con movimientos circulares hasta que el medio se gelificó. Una vez solidificado el contenido de los platos, los que contenían el ABRV se incubaron durante 24 horas a  $35 \pm 1$  °C para determinar coliformes totales. La otra mitad, que contenía el ACE, se incubó durante 48 horas a  $35 \pm 1$  °C, para determinar mesófilos aerobios. Terminado el proceso de incubación, se realizó el conteo de las colonias encontradas y a los datos obtenidos de UFC/g, se les realizó un cálculo de conversión a logaritmo con el cual se reportaron los resultados.

### **Análisis Sensorial**

La evaluación sensorial se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial con la colaboración de estudiantes. Para el análisis sensorial, se utilizaron vasos, servilletas, agua y galletas simples como limpiador de paladar y formatos para la recolección de los datos de la evaluación (Anexo A). La variable de aceptación general y las demás características organolépticas de la carne tratada fueron medidas de forma independiente por los panelistas.

El análisis sensorial se llevó cabo aplicando una evaluación afectiva de aceptación, en la cual se tomaron los datos de 30 consumidores por cada repetición. Cada uno de los panelistas evaluó los atributos de color, apariencia, textura, sabor, olor y aceptación general de cuatro de los tratamientos de un set escogido completamente al azar. Para esta prueba se utilizó una escala hedónica de 1 a 9, siendo el 1 “me disgusta extremadamente”, el 5 “ni me gusta ni me disgusta” y el 9 “me gusta extremadamente”.

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Para el desarrollo de este estudio, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con ocho tratamientos (Cuadro 1) y tres repeticiones. Previo al análisis estadístico, se realizó una corrección a

los datos obtenidos en porcentajes, mediante la función de “arcoseno” en el programa de Microsoft Excel. Los resultados que se obtuvieron fueron analizados mediante el uso de un análisis de varianza (ANDEVA), con el programa “Statistical Analysis Software” SAS®. Se aplicó un análisis de separación de medias Duncan, con el fin de encontrar diferencias entre cada uno de los tratamientos evaluados, con una probabilidad de  $P < 0.05$ .

## Resultados y Discusión

### Resultados de Análisis Físicoquímicos

#### Color

Los parámetros de color medidos en el Colorflex Hunter L a b, se presentan en el Cuadro 2. Para el valor de Luminosidad (L) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). El rango del valor de Luminosidad (L) resultante mostrado en el Cuadro 2, está por debajo de los valores normales para las carnes frescas; ya que, la carne suele tener valores de L mayores de 35 (Alberti P et al. 2016). No obstante, los tratamientos fueron sellados al vacío, esto explica el porqué de estos valores por debajo de lo normal, con base en esto la carne envasada al vacío, después de su oxigenación y durante la exposición, tendrá menores valores de luminosidad, croma y tono que la carne fresca (Alberti P et al. 2016).

#### Cuadro 2

*Parámetros de Color de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratadas con Salmueras.*

Tratamientos	L	a	b
	Media $\pm$ D. E. (NS)	Media $\pm$ D. E. (NS)	Media $\pm$ D. E. (NS)
Control (sin salmuera)	32.88 $\pm$ 9.13	16.34 $\pm$ 2.05	15.65 $\pm$ 2.11
Trt 2 (agua, sal)	25.38 $\pm$ 2.75	14.83 $\pm$ 2.66	11.02 $\pm$ 1.65
Trt 3 (agua, sal, Br)	26.09 $\pm$ 2.61	16.57 $\pm$ 4.39	12.04 $\pm$ 3.76
Trt 4 (agua, sal, EJ)	28.38 $\pm$ 4.02	19.51 $\pm$ 3.90	12.87 $\pm$ 2.14
Trt 5 (agua, sal, Cr)	23.32 $\pm$ 0.48	17.89 $\pm$ 2.12	10.92 $\pm$ 0.53
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	28.60 $\pm$ 0.40	15.48 $\pm$ 7.32	11.07 $\pm$ 3.00
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	27.42 $\pm$ 5.96	12.76 $\pm$ 2.44	10.65 $\pm$ 2.25
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	22.96 $\pm$ 1.15	17.70 $\pm$ 3.69	11.88 $\pm$ 3.42
C.V. (%)	11.62	22.01	19.77

*Nota.* NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación

Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina.

Debido a que los tratamientos fueron sellados al vacío, al momento de abrirlos la deoximioglobina se convierte en oximioglobina, esto explica que, para los valores de a observados en el Cuadro 2, no hubo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para esta variable. Comparando los resultados, con los obtenidos por Baublits et al. (2005), se observa que el cambio en los resultados es

diferente; ya que, estos utilizaron fosfatos en sus tratamientos por lo cual reportaron una disminución significativa en el color rojo de la carne.

Para el valor b, no se presentó una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Estos resultados se relacionan con los de Baublits et al. 2005, quienes tampoco reportaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Dado que todos los valores resultaron positivos se puede resaltar la predominancia de un tono más amarillo en la carne.

Según (Pereira 2010), valores de la media de Delta E por encima de tres significan que hay una diferencia apreciable por el ojo humano en el color de las muestras comparadas. En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos posterior a la aplicación de la Ecuación 1. En este podemos observar que todas las comparaciones de color resultan tener diferencias perceptibles.

### Cuadro 3

*Resultado de la Diferencia de Color entre el Control y los Tratamientos.*

Tratamientos	Media $\pm$ D.E.
Control -Trt 2 (agua, sal)	4.00 $\pm$ 0.51
Control -Trt 3 (agua, sal, Br)	4.67 $\pm$ 0.80
Control -Trt 4 (agua, sal, EJ)	4.90 $\pm$ 0.25
Control -Trt 5 (agua, sal, Cr)	7.17 $\pm$ 1.61
Control -Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	5.74 $\pm$ 0.32
Control -Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	10.83 $\pm$ 1.62
Control -Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	5.73 $\pm$ 1.62
C.V. (%)	15.00

*Nota.* C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina

### pH

El pH resultante de cada tratamiento se presenta en el Cuadro 4. Este permaneció en un rango entre  $5.48 \pm 0.11$  a  $5.69 \pm 0.14$ . No se observó diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Lo anterior indica que los ingredientes utilizados en la elaboración de las salmueras no afectan esta variable.

Este pH se encuentra en los rangos utilizados comúnmente en la industria; ya que el pH normal que presentan los animales previos a la cosecha es de 7.08 a 7.30. Posterior a la cosecha, esta variable presenta un descenso hasta un pH entre 5.4 y 5.6, donde se estabiliza; este descenso dependerá de la cantidad de glicógeno de reserva, que tengan los animales en sus músculos, al momento de la cosecha. El pH resulta un factor de gran importancia en el procesamiento de la carne, esto se debe a que “influye sobre las características organolépticas ya que tiene una relación con el color, la ternesa, su conservación y el sabor” (Larenas Muñoz 2016).

#### **Cuadro 4**

*pH de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratadas con Salmueras.*

Tratamientos	Media $\pm$ D.E. (NS)
Control (sin salmuera)	5.58 $\pm$ 0.17
Trt 2 (agua, sal)	5.69 $\pm$ 0.14
Trt 3 (agua, sal, Br)	5.48 $\pm$ 0.07
Trt 4 (agua, sal, EJ)	5.46 $\pm$ 0.09
Trt 5 (agua, sal, Cr)	5.57 $\pm$ 0.02
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	5.48 $\pm$ 0.11
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	5.51 $\pm$ 0.05
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	5.54 $\pm$ 0.01
C.V. (%)	1.48

*Nota.* NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación

Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina.

Previo a la aplicación de las salmueras se esperaba que estas afectaran esta variable, al igual que los resultados mostrados por Medina Avila (2018); en los cuales se vio un aumento en el pH, partiendo de un 5.8, para su tratamiento control y finalizando en un 6.02 para su tratamiento mejorado. aumentando así su capacidad de retención de agua (CRA). Cabe resaltar que, en sus tratamientos utilizó salmueras con fosfatos, a diferencia de los tratamientos utilizados en este estudio. Por lo cual, el hecho de que no se vea afectada esta variable se puede atribuir a la falta de fosfatos dentro de la formulación de las salmueras.

#### **Fuerza de Corte**

No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en la fuerza de corte de los diferentes cortes del músculo *Longissimus dorsi* con sus tratamientos. En el Cuadro 5, se muestran los resultados

obtenidos; los cuales corresponden a la fuerza necesaria para cortar la carne y están expresados en Newtons (N). Los datos se mantuvieron dentro de un rango de  $20.44 \pm 0.02$  a  $20.91 \pm 0.08$ . La terneza de la carne se midió objetivamente utilizando la escala de Warner Bratzler (WB), la misma tiene la capacidad de “asociar la fuerza necesaria para cortar la carne, en determinadas condiciones, con distintas escalas de aceptación” (Davies y Méndez 2018). Según la escala propuesta por Shackelford et al. (1995), la clasificación WB para las carnes, se distribuye de la siguiente manera: carne con valores menores a 22.26 N, se considera tierna; valores mayores a 22.26 N y menores a 35.59 N, son considerados medianamente tiernos; valores mayores a 35.59 N y menores a 53.34 N, representan carne dura; por último, se encuentra la carne extremadamente dura, la cual supera el valor de 53.34 N, de fuerza de corte.

Cabe destacar que independientemente de la edad del animal, el lomo de res es un musculo muy apreciado y considerado de alta terneza (Istrati et al. 2011). La aplicación de salmueras tuvo un pequeño efecto positivo, aunque no significativo en la textura del lomo de res. Similares resultados en cuanto a falta de diferencia significativa entre la textura de los tratamientos fueron observados en el estudio de Whetstone et al. (2014), en el cual también se utilizaron salmueras conteniendo bromelina como su principal ingrediente.

### Cuadro 5

#### *Fuerza de Corte de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratadas con Salmueras.*

Tratamientos	Media $\pm$ D.E. (N) (NS)
Control (sin salmuera)	$20.91 \pm 0.08$
Trt 2 (agua, sal)	$20.44 \pm 0.02$
Trt 3 (agua, sal, Br)	$20.49 \pm 0.17$
Trt 4 (agua, sal, EJ)	$20.88 \pm 0.27$
Trt 5 (agua, sal, Cr)	$20.49 \pm 0.23$
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	$20.52 \pm 0.27$
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	$20.66 \pm 0.11$
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	$20.79 \pm 0.49$
C.V. (%)	0.99

Nota. NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación

Estándar. N = Newtons. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina.

Uno de los factores que pudo haber influenciado que entre los resultados de la textura no se observara una diferencia significativa pudo haber sido el tipo de aplicación de la salmuera utilizado. Esto debido a que se ha observado que el método de inyección de las salmueras es más efectivo en comparación a la utilización por inmersión y masaje que se usó en este estudio (Mckeith et al. 1994).

### **Retención de Salmuera**

Los resultados de retención de las salmueras presentados en el Cuadro 6, demuestran que existe una diferencia significativa entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ). Con base en esto, se obtuvo que los tratamientos dos, tres, cuatro y seis; fueron los mejores, con una media de retención más elevada y los tratamientos cinco, siete y ocho, con las medias de retención más bajas. Previo a la aplicación de los tratamientos, se esperaba que el mejor tratamiento, para esta variable fuese alguno que incluyera, la carragenina en su formulación, ya que se agregó esta por su efecto de hidrocoloide con el fin de aumentar su capacidad de retención.

### **Cuadro 6**

*Retención de salmuera de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) de Vacas Lecheras de Descarte.*

Tratamientos	Media $\pm$ D.E. (%)
Control (sin salmuera)	ND
Trt 2 (agua, sal)	28 $\pm$ 2 <sup>ab</sup>
Trt 3 (agua, sal, Br)	30 $\pm$ 4 <sup>a</sup>
Trt 4 (agua, sal, EJ)	30 $\pm$ 5 <sup>a</sup>
Trt 5 (agua, sal, Cr)	20 $\pm$ 3 <sup>bc</sup>
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	32 $\pm$ 3 <sup>a</sup>
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	18 $\pm$ 7 <sup>c</sup>
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	15 $\pm$ 6 <sup>c</sup>
C.V. (%)	19.88

*Nota* <sup>a-b-c=</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. ND: No Disponible. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina.

Los tratamientos dos, tres, cuatro y seis, presentaron las medias de retención de las salmueras más elevadas. Esto lo podemos atribuir a la acción de la sal y las enzimas proteolíticas, que se incluyeron en dichas salmueras, sobre los tejidos de la carne; ya que, la sal posee una alta higroscopicidad, que se traduce en una mayor retención del agua. Además, gracias al efecto de las

enzimas proteolíticas, el cual es realizar una ruptura mediante una hidrólisis del enlace peptídico en el interior de las proteínas de la carne (Vigueras-Morales et al. 2019), esto permite una mejor adherencia de la sal, por ende una mayor retención de la salmuera.

Por otra parte, los tratamientos cinco, siete y ocho, presentaron un aumento menor, en comparación con los primeros mencionados. La diferencia que existió, en comparación con el resto de los tratamientos, se puede atribuir a la edad del animal, según Hertog-Meischke et al. 1997; ya que al aleatorizarse las muestras y al no tener la misma edad en todos los animales utilizados, esto afectó la retención de la salmuera aplicada en estos tratamientos.

Todos los tratamientos, a excepción del control, mostraron incrementos en la retención de las salmueras. Esto concuerda con el estudio realizado por Silva et al. (2015), en el que se concluyó que el objetivo principal de la adición de salmueras en carnes es incrementar la capacidad de retención de agua y de esa manera mejorar otras características como rendimiento, jugosidad, sabor y ternura.

### ***Rendimiento por Cocción***

Los datos de rendimientos por cocción que se presentan en el Cuadro 7, resultan similares a los datos presentados por Gomez Marroquín (2013); en un rango de 64.4 a 76.72%. Un análisis de laboratorio realizado por el CONtexto ganadero 2016, en Colombia, mostró datos similares con rendimientos de 50 - 60%, en el cual, se utilizó la misma metodología de cocción utilizada en este estudio. Otro estudio realizado con base en la adición de salmueras por Boles y Swan (1997), presentó rendimientos por cocción de entre 82-86%. Los porcentajes mayores pueden deberse a distintas características como la diferencia entre razas, edad fisiológica del animal y/o distintos pasos o metodologías de procesamiento y demás materias primas o ingredientes utilizados en estos.

**Cuadro 7**

*Rendimiento por Cocción de los Cortes con Tratamiento de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi).*

Tratamientos	Media $\pm$ D.E. (%) (NS)
Control (sin salmuera)	69.67 $\pm$ 3.79
Trt 2 (agua, sal)	65.67 $\pm$ 5.50
Trt 3 (agua, sal, Br)	67.33 $\pm$ 1.53
Trt 4 (agua, sal, EJ)	70.33 $\pm$ 4.16
Trt 5 (agua, sal, Cr)	70.67 $\pm$ 4.16
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	64.33 $\pm$ 7.02
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	62.67 $\pm$ 8.39
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	62.33 $\pm$ 2.52
C.V. (%)	7.03

*Nota.* NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación

Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de jengibre. Cr = Carragenina.

La capacidad de retención de agua (CRA) de los músculos baja a medida que la edad fisiológica avanza (Hertog-Meischke et al. 1997), sin embargo, con el uso de los ingredientes utilizados como sal y carragenina se intentó mejorar la CRA del musculo. Esto se demostró con el tratamiento cinco (agua, sal, carragenina), en el cual se presentó una pequeña superioridad en el rendimiento por cocción, aunque no lo suficiente para obtener una diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ). Bolognesi et al. (2020), obtuvieron mejoras significativas en su estudio, en el cual, se utilizó sal y carragenina para analizar su efecto en la retención de agua y rendimiento por cocción en el musculo *vastus lateralis* de res esterilizado. Joo (2011), menciona los beneficios de la carragenina como una tecnología para mejorar la capacidad de retención de agua de la carne.

**Purga**

La purga o pérdida de peso, que existió entre los tratamientos, no presentó una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Esto quiere decir que el porcentaje de salmuera perdida por los tratamientos fue similar. Como se muestra en el Cuadro 8, las medias se mantuvieron dentro de un rango de  $4.68 \pm 0.92$  hasta  $7.74 \pm 5$ . En un estudio similar, los resultados de Lawrence et al. (2004), muestran que tampoco hubo una diferencia significativa al cabo de cinco días entre tratamientos inyectados con fuente de proteínas de res y tratamientos que contenían en su formulación solamente sal y fosfatos.

**Cuadro 8**

*Porcentaje de Purga de los Cortes de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratados con Salmuera.*

Tratamientos	Media $\pm$ D.E (%) (NS)
Control (sin salmuera)	7.29 $\pm$ 1.90
Trt 2 (agua, sal)	5.88 $\pm$ 2.02
Trt 3 (agua, sal, Br)	7.74 $\pm$ 5.00
Trt 4 (agua, sal, EJ)	6.32 $\pm$ 0.84
Trt 5 (agua, sal, Cr)	4.68 $\pm$ 0.92
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	6.62 $\pm$ 2.29
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	5.76 $\pm$ 1.43
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	5.57 $\pm$ 1.99
C.V. (%)	28.72

*Nota.* NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación

Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina.

**Resultados de Análisis Microbiológicos*****Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales***

Los resultados de los análisis microbiológicos dados en el Cuadro 9, muestran que las unidades experimentales analizadas se encontraban dentro de los límites establecidos por el USDA (2017), los cuales, especificaban que los conteos microbiológicos para bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales para carne fresca, deben estar por debajo de 6.7 y 3.00 Log ufc/g, respectivamente. Esto demuestra, que el proceso de aplicación de los tratamientos mantuvo una correcta higiene, en la manipulación de la materia prima, ya que, es de gran importancia el uso correcto de los utensilios y equipos, además de seguir las normas de inocuidad de manera constante, sin obviarlas en ningún paso del proceso, esto con el fin de evitar una posible contaminación de agentes patógenos, que pueden resultar nocivos para los consumidores (López Toro 2020).

## Cuadro 9

*Resultados Análisis Microbiológicos: Mesófilos Aerobios y Coliformes Totales en Log UFC/g.*

Tratamientos	BMA	CT
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E. (NS)
Control (sin salmuera)	3.00 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	0.56 $\pm$ 0.14
Trt 2 (agua, sal)	3.56 $\pm$ 0.84 <sup>ab</sup>	Ausencia
Trt 3 (agua, sal, Br)	3.17 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	0.56 $\pm$ 0.14
Trt 4 (agua, sal, EJ)	3.94 $\pm$ 0.34 <sup>bc</sup>	2.31 $\pm$ 0.98
Trt 5 (agua, sal, Cr)	3.42 $\pm$ 1.00 <sup>a</sup>	0.56 $\pm$ 0.14
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	3.33 $\pm$ 0.43 <sup>ab</sup>	2.37 $\pm$ 1.01
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	4.22 $\pm$ 0.28 <sup>bc</sup>	2.51 $\pm$ 1.08
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	4.31 $\pm$ 0.26 <sup>c</sup>	2.43 $\pm$ 1.04
C.V.(%)	10.39	35.12

*Nota.* NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). <sup>a-b-c=</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna

indican que hay diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). BMA = Bacterias Mesófilas Aerobias. CT. = Coliformes Totales. C.V. (%) =

Coefficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina.

## Resultados Análisis Sensorial

### *Aceptación de Apariencia y Color*

La aplicación de las salmueras no provocó una diferencia significativa entre los tratamientos para las características de apariencia y color ( $P > 0.05$ ) como se muestra en el Cuadro 10. Los panelistas, en su mayoría, evaluaron ambas características, con puntajes de 7; el cual representa un “me gusta moderadamente” en la escala hedónica utilizada. Se produjo una media de  $7 \pm 0.12$ , posterior al análisis estadístico, resultando una respuesta positiva por parte de los panelistas.

Los análisis físicos de color realizados mostraron que no existió diferencia significativa entre cada tratamiento, lo cual fue nuevamente reafirmado por los panelistas durante el respectivo análisis sensorial. Resultados similares fueron observados en el estudio realizado por Parsons et al. (2011), ya que, se realizaron estudios comparativos de color entre dos lomos; siendo uno el control y otro con una aplicación de salmuera, en el cual no hubo diferencia significativa de forma objetiva tanto como subjetiva entre cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 10***Resultado de Análisis Sensorial de Apariencia y Color de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi)**Tratada con Salmueras.*

Tratamientos	Apariencia	Color
	Media $\pm$ D.E. (NS)	Media $\pm$ D.E. (NS)
Control (sin salmuera)	7.07 $\pm$ 1.45	7.00 $\pm$ 1.52
Trt 2 (agua, sal)	7.30 $\pm$ 1.53	7.26 $\pm$ 1.57
Trt 3 (agua, sal, Br)	7.09 $\pm$ 1.47	6.80 $\pm$ 1.40
Trt 4 (agua, sal, EJ)	6.93 $\pm$ 1.47	6.83 $\pm$ 1.48
Trt 5 (agua, sal, Cr)	6.93 $\pm$ 1.54	6.93 $\pm$ 1.45
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	7.28 $\pm$ 1.29	7.07 $\pm$ 1.40
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	7.13 $\pm$ 1.34	7.13 $\pm$ 1.34
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	7.35 $\pm$ 1.30	7.35 $\pm$ 1.30
C.V. (%)	19.98	20.35

*Nota.* NS= Columna con NS indica que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación

Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr. Carragenina. Escala hedónica del 1 hasta el 9. 1 “me disgusta extremadamente”, 5 “ni me gusta ni me disgusta”, 9 “me gusta extremadamente”.

***Aceptación de Olor y Sabor***

En los resultados mostrados en el Cuadro 11 se puede observar que sí hubo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para las características de olor y sabor, en al menos uno de los tratamientos. La diferencia se pudo observar entre los tratamientos dos y tres para la característica de olor. En cuanto a la característica de sabor, la diferencia se encontró entre el control y el resto de los tratamientos. Esto se atribuye a que al tratamiento control no se le añadió ningún tipo de aditivo o especia que realizara los sabores, a diferencia del resto de tratamientos, los cuales, por efecto de los ingredientes añadidos a la salmuera, obtuvieron una notoria mejora en esta característica.

Los resultados sensoriales indican que independientemente de los ingredientes que se incluyan en las salmueras, estas siempre van a tener un efecto notoriamente positivo sobre las características de olor y sabor de la carne. Esto último se ve claramente en los resultados del Cuadro 10, en donde se muestra que todos los tratamientos con salmueras estuvieron por encima de la media del tratamiento control.

**Cuadro 11**

*Resultado de Análisis Sensorial de Olor y Sabor de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras.*

Tratamientos	Olor	Sabor
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.
Control (sin salmuera)	7.13 $\pm$ 1.48 <sup>ab</sup>	5.78 $\pm$ 1.79 <sup>b</sup>
Trt 2 (agua, sal)	7.72 $\pm$ 1.00 <sup>a</sup>	7.57 $\pm$ 1.31 <sup>a</sup>
Trt 3 (agua, sal, Br)	7.00 $\pm$ 1.40 <sup>b</sup>	7.28 $\pm$ 1.64 <sup>a</sup>
Trt 4 (agua, sal, EJ)	7.21 $\pm$ 1.38 <sup>ab</sup>	7.50 $\pm$ 1.38 <sup>a</sup>
Trt 5 (agua, sal, Cr)	7.15 $\pm$ 1.25 <sup>ab</sup>	7.02 $\pm$ 1.61 <sup>a</sup>
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	7.15 $\pm$ 1.38 <sup>ab</sup>	7.02 $\pm$ 1.61 <sup>a</sup>
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	7.17 $\pm$ 1.27 <sup>ab</sup>	7.50 $\pm$ 1.24 <sup>a</sup>
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	7.22 $\pm$ 1.25 <sup>ab</sup>	7.72 $\pm$ 1.40 <sup>a</sup>
C.V. (%)	18.08	21.22

*Nota.* <sup>a-b</sup>= Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr. Carragenina. Escala hedónica del 1 hasta el 9. 1 “me disgusta extremadamente”, 5 “ni me gusta ni me disgusta”, 9 “me gusta extremadamente”.

En su estudio, Kerth y Miller (2015) describieron la característica de sabor como la más importante a la hora de la evaluación sensorial por parte de los consumidores. Por tanto, se observó que la combinación de los ingredientes en la salmuera aplicada en cada uno de los tratamientos sí tuvo un efecto positivo en la calidad de sabor percibido por parte de los panelistas en comparación al control.

***Aceptación de Textura y Aceptación General***

Los resultados del análisis sensorial mostrados en el Cuadro 12, presentan que existe una diferencia estadísticamente significativa en al menos uno de los tratamientos ( $P < 0.05$ ). Esto para ambas características evaluadas.

**Cuadro 12**

*Resultado de Análisis Sensorial de Textura y Aceptación General de la Carne de Lomo (Longissimus dorsi) Tratada con Salmueras.*

Tratamientos	Textura Media $\pm$ D.E.	Aceptación General Media $\pm$ D.E.
Control (sin salmuera)	5.96 $\pm$ 1.63 <sup>b</sup>	6.33 $\pm$ 1.45 <sup>b</sup>
Trt 2 (agua, sal)	7.58 $\pm$ 1.31 <sup>a</sup>	7.50 $\pm$ 1.24 <sup>a</sup>
Trt 3 (agua, sal, Br)	7.26 $\pm$ 1.91 <sup>a</sup>	7.37 $\pm$ 1.47 <sup>a</sup>
Trt 4 (agua, sal, EJ)	7.67 $\pm$ 1.45 <sup>a</sup>	7.41 $\pm$ 1.24 <sup>a</sup>
Trt 5 (agua, sal, Cr)	7.13 $\pm$ 1.50 <sup>a</sup>	7.30 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup>
Trt 6 (agua, sal, EJ, Br)	7.07 $\pm$ 1.55 <sup>a</sup>	7.30 $\pm$ 1.23 <sup>a</sup>
Trt 7 (agua, sal, EJ, Cr)	7.65 $\pm$ 1.39 <sup>a</sup>	7.52 $\pm$ 1.19 <sup>a</sup>
Trt 8 (agua, sal, EJ, Br, Cr)	7.60 $\pm$ 1.48 <sup>a</sup>	7.67 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>
C.V. (%)	21.31	17.64

Nota. <sup>a-b</sup>= Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. Br = Bromelina. EJ = Extracto de Jengibre. Cr = Carragenina. Escala hedónica del 1 hasta el 9. 1 “me disgusta extremadamente”, 5 “ni me gusta ni me disgusta”, 9 “me gusta extremadamente”.

Estos resultados difieren de los análisis de fuerza de corte realizados en el laboratorio, en los cuales no se mostró una diferencia significativa. Esto se puede deber según Formento 2015 a la cantidad de colágeno y fibras musculares que posee la carne evaluada sensorialmente, ya que estas pueden variar, por lo cual, se da una diferencia en los valores calificados por los consumidores.

### **Conclusiones**

El uso de las diferentes formulaciones de salmueras en el lomo de res (*Longissimus dorsi*) de las vacas de descarte no afectó la aceptación del consumidor.

Las salmueras aplicadas no afectan los parámetros fisicoquímicos de color, pH, fuerza de corte, rendimiento por cocción, y purga en el lomo de res de ganado de descarte.

Los tratamientos cumplen con los parámetros microbiológicos de coliformes totales y aerobios mesófilos establecidos por el USDA.

### Recomendaciones

Realizar análisis para determinar la concentración de enzimas presentes en el extracto de jengibre.

Aplicar las salmueras evaluadas en otros músculos que presenten un mayor valor dentro de la escala de Warner Bratzler para comprobar su comportamiento.

Realizar un nuevo estudio variando las concentraciones de las enzimas proteolíticas aplicadas, para conocer si estas tienen un mejor efecto sobre el *Longissimus dorsi* de las vacas de descarte.

Realizar un análisis sensorial con panelistas entrenados para obtener resultados descriptivos de los efectos de los tratamientos.

## Referencias

- Alberti P, Ripoll G, Alberti C, Panea B. 2016. Clasificación objetiva del color de la carne de denominaciones de venta de vacuno. *Eurocarne*; [consultado el 21 de may. de 2021]. (244):131–142. [https://www.researchgate.net/publication/301198065\\_Clasificacion\\_objetiva\\_del\\_color\\_de\\_la\\_carne\\_de\\_denominaciones\\_de\\_venta\\_de\\_vacuno](https://www.researchgate.net/publication/301198065_Clasificacion_objetiva_del_color_de_la_carne_de_denominaciones_de_venta_de_vacuno).
- Baublits RT, Pohlman FW, Brown AH, Johnson ZB. 2005. Effects of enhancement with varying phosphate types and concentrations, at two different pump rates on beef biceps femoris instrumental color characteristics. *Meat Science*. 71(2):264–276. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2005.03.015.
- Boles JA, Swan JE. 1997. Effects of brine ingredients and temperature on cook yields and tenderness of pre-rigor processed roast beef. *Meat Science*; [consultado el 27 de may. de 2021]. 45(1):87–97. doi:10.1016/s0309-1740(96)00037-x.
- Bolognesi VJ, Spier MR, Garcia CE. 2020. Brine Solution with Hydrocolloids Used to Enhance the Properties of Sterilized Meat. *Food technology and biotechnology*. 58(2):173–182. eng. doi:10.17113/ftb.58.02.20.6336.
- Brito G. 2010. La terneza de la carne: ¿Importa comercialmente? *Revista INIA*; [consultado el 28 de sep. de 2020]. (23):1–4. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/129-terneza\\_8.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/129-terneza_8.pdf).
- Consigli R. 2001. ¿Qué es la calidad de la carne? Córdoba, España: Universidad Católica de Córdoba; [consultado el 1 de jun. de 2021]. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/21-que\\_es\\_la\\_calidad\\_de\\_la\\_carne.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/21-que_es_la_calidad_de_la_carne.pdf).
- CONtexto ganadero. 2016. Laboratorio de puntos de cocción en carnes rojas. Bogotá, Colombia: CONtexto ganadero; [actualizado 2021; consultado el 27 de may. de 2021]. <https://www.contextoganadero.com/blog/laboratorio-de-puntos-de-coccion-en-carnes-rojas>.
- Davies P, Méndez D. 2018. Factores asociados a la calidad de la carne bovina. [sin lugar]: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La Industria Cárnica Latinoamericana Informe no. 211; [consultado el 27 de may. de 2021]. <https://www.publitech.com/wp-content/uploads/factores-1.pdf>.
- Formento P. 2015. Calidad de Carnes. Montevideo: INAC; [consultado el 20 de jun. de 2021]. <https://www.inac.uy/innovaportal/file/11973/1/calidad-de-carnes.pdf>.
- Gomez Marroquín A. 2013. Efecto del uso de tres tipos de proteínas en las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de carne de res mejorada [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 27 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1693/1/AGI-2013-T015.pdf>.
- Guerrero L, Guárdia M. 1999. Evaluación de la terneza en carne de ternera: Relación entre las medidas sensorial e instrumental según la dirección de las fibras musculares. ITEA; [consultado el 28 de sep. de 2020]. 20(1):11–13. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/1999/comunicaciones/1999\\_CCP\\_01.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/1999/comunicaciones/1999_CCP_01.pdf).
- Hertog-Meischke MJ den, van Laack RJ, Smulders FJ. 1997. The water-holding capacity of fresh meat. *Vet Q*. 19(4):175–181. eng. doi:10.1080/01652176.1997.9694767.

- Istrati D, Vizireanu C, Dinica R. 2011. Influence of vacuum packaging on quality of beef muscle after different tenderization methods. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*; [consultado el 2 de may. de 2021]. 17(3):275–280. [https://www.researchgate.net/profile/Daniela-Istrati-2/publication/268364196\\_Influence\\_of\\_vacuum\\_packaging\\_on\\_quality\\_of\\_beef\\_muscle\\_after\\_different\\_tenderization\\_methods/links/54bf6ccd0cf28ce68e6b4f5a/Influence-of-vacuum-packaging-on-quality-of-beef-muscle-after-different-tenderization-methods.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniela-Istrati-2/publication/268364196_Influence_of_vacuum_packaging_on_quality_of_beef_muscle_after_different_tenderization_methods/links/54bf6ccd0cf28ce68e6b4f5a/Influence-of-vacuum-packaging-on-quality-of-beef-muscle-after-different-tenderization-methods.pdf).
- Joo S-T, editor. 2011. *Control of meat quality*. Kerala, India: Research Signpost. 263 p. ISBN: 978-81-308-0469-9.
- Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, editores. 2010. *La producción de carne en Andalucía*. Sevilla, España: Jirones de Azul (Ganadería. Estudios e informes técnicos). ISBN: 978-84-8474-287-6.
- Kerth CR, Miller RK. 2015. Beef flavor: a review from chemistry to consumer. *J Sci Food Agric*; [consultado el 27 de may. de 2021]. 95(14):2783–2798. eng. doi:10.1002/jsfa.7204.
- Larenas Muñoz IF. 2016. Evaluación de las variaciones de textura, color y pH en 3 cortes comerciales de carne bovina, envasados al vacío y almacenados en refrigeración a 4°C durante 90 días [Tesis Maestría]. Chillán, Chile: Universidad de Concepción. 57 p; [consultado el 21 de may. de 2021]. [http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/2120/3/Tesis\\_Evaluacion\\_de\\_las\\_variaciones\\_de\\_textura.pdf](http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/2120/3/Tesis_Evaluacion_de_las_variaciones_de_textura.pdf).
- Lawrence T, Dikeman ME, Hunt MC, Kastner CL, Jhonson D. 2004. Effects of enhancing beef longissimus with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water binders plus rosemary extract. *Meat Science*. 67(1):129–137. doi:10.1016/j.meatsci.2003.09.015.
- López Toro CM. 2020. *Salmuera en alimentos*. Honduras: National Autonomous University of Honduras. Informe no.1. es. 10.13140/RG.2.2.12158.00324.
- Martinez L. 2019. ¿Cómo hacer más rentables las vacas de descarte? España: Campo Galego; [consultado el 1 de may. de 2021]. <https://www.campogalego.es/como-hacer-mas-rentables-las-vacas-de-descarte/>.
- Mckeith FK, Brewer MS, Bruggen KA. 1994. Effects of enzyme applications on sensory, chemical and processing characteristics of beef steaks and roasts. *Journal of Muscle Foods*. 5(2):149–164. doi:10.1111/j.1745-4573.1994.tb00527.x.
- Medina Avila A. 2018. Evaluación de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de dos músculos de res (*Subscapularis* e *Infraspinatus*) con y sin técnica de masajeo [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 27 p; [consultado el 1 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6220/1/AGI-2018-T008.pdf>.
- Montossi F, Lagomarsino X. 2018. *Propuestas para el engorde de vacas de descarte*. Montevideo: INIA Tacuarembó; [consultado el 1 de jun. de 2021]. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/propuestas-engorde-vacas-descarte-t41775.htm>.
- Parsons AN, VanOverbeke DL, Goad CL, Mireles Dewitt CA. 2011. Retail display evaluation of steaks from select beef strip loins injected with a brine containing 1% ammonium hydroxide. Part 1: Fluid loss, oxidation, color, and microbial plate counts. *J Food Sci*; [consultado el 27 de may. de 2021]. 76(1):63-71. eng. doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01892.x.

- Pereira J. 2010. ¿Cómo sé si mi perfil de color es correcto? [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado 20/06/21]. <http://www.jpereira.net/rough-profiler/validar-perfil-color-icc-delta-e>.
- Shackelford SD, Wheeler TL, Koohmaraie M. 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *Journal of animal science*. 73(11):3333–3340. eng. doi:10.2527/1995.73113333x.
- Silva AA, Delgado EF, Lobo AR, Mourão GB, Contreras-Castillo CJ. 2015. Beef quality of different portions of the biceps femoris muscle in *Bos indicus* cattle improved by tumbling with brine. *Journal of animal science*. 93(5):2559–2566. eng. doi:10.2527/jas.2014-8479.
- Teira G. 2004. Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la ternera. *Ciencia, Docencia y Tecnología*; [consultado el 28 de sep. de 2020]. 15(28):215–244. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14502809.pdf>.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2017. Supplement 212 to the AMS master solicitation for purchase of fresh chilled boneless beef products for further into fully cooked items for distribution to federal food and nutrition assistance programs. [sin lugar]: Agricultural Marketing Service; [consultado el 27 de may. de 2021]. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Supplement212FreshBonelessBeefProductsAugust2017.pdf>.
- Vigueras-Morales YS, Tovar-Jiménez X, Del Ramírez-Vargas MR, Mercado-Flores Y. 2019. Enzimas proteolíticas: generalidades y la importancia de las aspartil proteasas fúngicas. En: Marroquín de Jesús Á, editor. *CIERMMI Mujeres en la ciencia*. [sin lugar]: ECORFAN. p. 1–15 ; [consultado el 2 de may. de 2021].
- Whetstone S, Adhikari K, Chamber IV E. 2014. Impact of Seasoning and Bromelain on Sensory Attributes of Beef Steaks. *Journal of Human Nutrition & Food Science*; [consultado el 2 de may. de 2021]. 2(1):1–7. [https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Chambers/publication/260336791\\_Impact\\_of\\_Seasoning\\_and\\_Bromelian\\_on\\_Sensory\\_Attributes\\_of\\_Beef\\_Steaks/links/00b7d530cd034c32e8000000/Impact-of-Seasoning-and-Bromelian-on-Sensory-Attributes-of-Beef-Steaks.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Chambers/publication/260336791_Impact_of_Seasoning_and_Bromelian_on_Sensory_Attributes_of_Beef_Steaks/links/00b7d530cd034c32e8000000/Impact-of-Seasoning-and-Bromelian-on-Sensory-Attributes-of-Beef-Steaks.pdf).

## Anexos

### Anexo A

*Formato de la hoja para recopilación de datos de evaluación sensorial.*

HOJA DE EVALUACION SENSORIAL				
Carne Cocida				
Nombre: _____			Fecha: ___/___/___	
<b>Instrucciones:</b>				
A continuación se le presentan cuatro muestras de carne. Por favor evalúe cada una de ellas de izquierda a derecha. Indique el grado en el que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra escribiendo el número correspondiente en la columna de código de la muestra. Limpie su paladar comiendo un pedazo de galleta y tome agua antes y después de evaluar cada muestra.				
		+		
<b>PUNTAJE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ATRIBUTO</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>CÓDIGO:</b>
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta mucho	Apariencia		
3	Me disgusta moderadamente	Color		
4	Me disgusta poco	Olor		
5	Ni me gusta/ Ni me disgusta	Sabor		
6	Me gusta poco	Textura		
7	Me gusta moderadamente	Aceptación general		
8	Me gusta mucho			
9	Me gusta extremadamente			
Comentarios: _____				
_____				
<b>¡Gracias por tu participación!</b>				