

Efecto de la incorporación de grasa animal en la calidad de carne de res

Kristel Anaby Meléndez Lemus

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la incorporación de grasa animal en la calidad de carne de res

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Kristel Anaby Meléndez Lemus

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2018

Efecto de la incorporación de grasa animal en la calidad de carne de res

Kristel Anaby Meléndez Lemus

Resumen. La carne se define como la parte comestible de los músculos de animales sacrificados apta para el consumo humano. El propósito de este estudio fue la evaluación del efecto de la inyección de grasa en forma de salmuera (S) en las características fisicoquímicas de los lomos de res, comparándolos con un lomo no tratado. Además, se evaluaron sensorialmente comparándolos con un lomo *US Choice*. Las secciones de lomo fueron empacados al vacío y almacenados a ≤ 5 °C. Se usó un ANDEVA y una separación de medias Tukey con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para analizar las propiedades fisicoquímicas y una prueba de Chi-cuadrado fue usada para el análisis de aceptación. Los tratamientos consistieron en salmueras compuestas por grasa, sal, tripolifosfato de sodio, agua y lecitina de girasol. Estas presentaron una composición de grasas saturadas de 33.79, 40.89 y 51.37%, grasas mono insaturadas 35.39, 40.20 y 38.43%, grasas poli insaturadas 22.54, 5.50 y 0% y Grasas trans 8.29, 13.41, y 10.20% para S2, S1 y Control, respectivamente. Adicionalmente, estas no afectaron la purga, color, humedad, masticabilidad y grasa. Pero sí afectaron el nivel de marmoleo, dureza y pH. El tratamiento S1 fue preferido por los consumidores respecto a sabor, olor y aceptación general; mientras que el lomo con calidad *US Choice* presentó mejores resultados en color, jugosidad y suavidad, por lo que, se recomienda realizar un análisis de costos y vida de anaquel de este producto.

Palabras clave: Inyección de grasa, lecitina de girasol, salmuera.

Abstract. Meat is defined as the edible part of the muscle of sacrificed animals suitable for human consumption. The purpose of this study was to evaluate the effect of fat injection in the form of brine (S) on the physicochemical characteristics of beef loins, comparing them with an untreated loin. In addition, they were sensory evaluated comparing them with a *US Choice* loin. The loin sections were vacuum packed and stored at ≤ 5 °C. An ANDEVA and a means separation were used with a Randomized Complete Block (BCA) design to analyze the physicochemical properties and a Chi-square test was used for the acceptance analysis. The treatments consisted of brines composed of fat, salt, sodium tripolyphosphate, water and sunflower lecithin. These ones had a composition of saturated fat of 33.79, 40.89 and 51.37%, monounsaturated fats 35.39, 40.20 and 38.43%, polyunsaturated fats 22.54, 5.50 and 0% and trans fats 8.29, 13.41, and 10.20% for S2, S1 and Control, respectively. Additionally, these did not affect the purge, color, moisture, chewiness and fat, but they did affect the level of marbling, hardness and pH. The treatment S1 was preferred by consumers regarding taste, odor and general acceptance. However, the loin with a quality grade of *US Choice* presented better results in color, juiciness and smoothness. Therefore, it is recommended to realize a cost and a shelf life analysis of this product.

Key words: Brine, fat injection, sunflower lecithin.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4. CONCLUSIONES.....	24
5. RECOMENDACIONES.....	25
6. LITERATURA CITADA	26
7. ANEXOS	31

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulación de salmuera con grasa al 20% respecto al agua.	4
2. Formulación de salmuera con grasa al 15% respecto al agua.	5
3. Formulación de salmuera con grasa al 10% respecto al agua.	5
4. Salmueras seleccionadas.	6
5. Tratamientos aplicados a cada sección de lomo.	9
6. Medias y desviaciones estándar de la purga de los diferentes tratamientos a los 3 días después de la inyección de la salmuera.	15
7. Medias y desviaciones estándar del pH medido al día tres después de la inyección.	16
8. Medias y desviaciones estándar de la escala de color L*a*b*.	16
9. Medias y desviaciones estándar de la humedad encontrada en cada tratamiento.	17
10. Medias y desviaciones estándar de dureza para cada tratamiento en Newton (N).	18
11. Medias y desviaciones estándar de la masticabilidad (mJ) de cada tratamiento. ...	18
12. Medias y desviaciones estándar de grasa por tratamiento.	19
13. Resultados del análisis del perfil de ácidos grasos	20
14. Correlación entre atributos y aceptación general utilizando coeficiente de Pearson	23
Figuras	Página
1. División de los lomos en tres tercios	6
2. Lomos sin inyectar (Controles) al día 0 y 3.	12
3. Efecto de la salmuera 1 en el nivel de marmoleo de los lomos al día 0 y 3.	13
4. Efecto de la salmuera 2 en el nivel de marmoleo de los lomos al día 0 y 3.	14
5. Porcentajes de aceptación de los atributos olor y sabor (Pr chiq <0.0001).	21
6. Porcentajes de aceptación de los atributos color, Jugosidad y suavidad (Pr chiq <0.0001).	21
7. Porcentajes de aceptación general de cada tratamiento (Pr chiq <0.0001).	22
Anexos	Página
1. Boleta de evaluación general.	31
2. Composición de ácidos grasos de la lecitina de girasol.	32

Anexos	Página
3. Composición de ácidos grasos de toretes finalizados en corral vs pastoreo.	32
4. Contenido de ácidos grasos en el músculo <i>Longissimus dorsi</i>	33
5. Ficha técnica de la lecitina de girasol utilizada.	34

1. INTRODUCCIÓN

La carne según el Codex Alimentarius (2018) (CAC/RCP 58-2005), se define como la parte comestible de los músculos de animales sacrificados en condiciones higiénicas incluyendo vacas, ovejas, cerdos, entre otros animales declarados aptos para consumo humano. Se recomienda el consumo de 150-200 g, tres veces por semana en adultos y 15 g por cada año de edad, tres veces por semana en niños, pudiendo esta ser introducida a partir de los seis meses de edad.

En América del Norte, el 70% de la proteína que se consume es de origen animal, mientras que en América Latina es del 37% (EcuRed 2017). La importancia de la carne como fuente de alimento radica en el alto valor nutricional de la misma conteniendo proteínas, minerales, vitaminas, agua y grasas. En lo que respecta a las proteínas que esta contiene, es importante recalcar que son de alto valor biológico, dado que contienen ocho de los aminoácidos esenciales que necesita nuestro organismo para que funcione.

Con el desarrollo de las ganaderías, la carne toma un lugar muy importante en la dieta humana, buscando mejorar cada vez más las características de calidad percibidas por los consumidores. La calidad de la carne se define generalmente en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. Al hablar de calidad podemos referirnos tanto a la calidad nutricional, la cual es muy objetiva, o a la calidad referente a la carne la cual es altamente subjetiva debido a que depende de la percepción del consumidor (FAO 2014).

La jugosidad, el sabor y la suavidad son los principales componentes sensoriales en la carne. Sin embargo, este último parámetro, puede variar considerablemente entre un corte y otro, siendo este un gran problema en la industria cárnica. Algunas de las variables que influyen en la dureza de la carne pueden ser el tamaño del músculo, localización del músculo en el animal, grasa intramuscular, la función fisiológica del músculo en el animal vivo, edad del animal, especie, sexo, factores genéticos, procesos industriales posteriores a la matanza y hasta temperamento del animal (Chacón Villalobos 2004).

La suavidad de la carne es una de las grandes preocupaciones entre los productores, ya que se ha demostrado que es una de las principales variables por la cual los consumidores clasifican la calidad de la carne (Canada Beef 2016). Es por esto, que hoy en día el estudio de la carne y de su calidad constituye una de las principales áreas de investigación tanto en la ganadería como en las plantas procesadoras de carne. Por otra parte, se puede mencionar la jugosidad de la carne, la cual está determinada por la cantidad de agua retenida y el

contenido de lípidos, especialmente la grasa intramuscular. Dicha grasa incrementa el sabor y contribuye a la suavidad de la carne, facilitando la masticación de la misma. Todos estos factores comparten un fundamento común: la composición de la carne (proteínas, grasa y tejido conectivo) y el comportamiento *post-mortem*. La principal relación atribuida entre la grasa y la suavidad, es la grasa intramuscular, que es depositada de forma abundante en los animales bien alimentados, produciendo un debilitamiento del tejido conectivo. Sin embargo, dicho proceso denominado marmoleo, sucede únicamente en determinadas especies depositando no menos de 8% de grasa intramuscular (Chacón Villalobos 2004).

En la última década la industria hondureña de la carne ha tenido una tendencia negativa debido a la inflación de los precios y a la pérdida del hato (Espinoza 2013). Las plantas procesadoras de productos cárnicos se ven comprometidas a desarrollar diferentes métodos en los cuales puedan darle a la carne las características necesarias para abastecer el consumo local evitando así el incremento en los precios. Los productos cárnicos de res desarrollados, atrayendo así, la atención de los consumidores por medio de la oferta de productos de buena calidad a precios accesibles.

Este estudio se enfocó en el desarrollo de una metodología que permita la inyección de grasa animal en los cortes de carne que no clasifican como *US Choice*. Esto con el propósito de ofrecer al mercado un producto accesible de buena calidad, en el cual se espera incrementar el nivel de grasa intramuscular (marmoleo); por ende, su jugosidad, sabor y la percepción de suavidad de los cortes que por naturaleza son de consistencia dura.

Para el estudio se determinaron los siguientes objetivos:

- Establecer la formulación de salmuera que brinde mayor retención de grasa animal en el *Longissimus dorsi*.
- Determinar las características físicoquímicas del *Longissimus dorsi* inyectado.
- Comparar las características sensoriales del *Longissimus dorsi* inyectado con un lomo importado de calidad *US Choice*

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.

La investigación se realizó en la planta de cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Los análisis fisicoquímicos (color, textura, pH, humedad y perfil de ácidos grasos) se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Los análisis sensoriales se desarrollaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial. La planta de cárnicos y los laboratorios mencionados, forman parte del parque Agroindustrial de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada en Valle el Yeguaré, km 30 al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Por último, el análisis de extracto etéreo, se realizó en el Laboratorio de Análisis Industriales MQ ubicado en la Colonia Matamoros, Calle Linares, Frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa, Honduras.

Fase preliminar.

Revisión de la patente. La fórmula de las salmueras se determinó usando como referencia la patente de Gardner y Rincker (2010), la cual contenía cinco componentes: Agua, grasa animal, lecitina de girasol, fosfato de sodio y sal. El porcentaje recomendado de adición de fosfato de sodio y sal en la salmuera, fue de 2.2%, respectivamente. Respecto a la grasa se determinó en la patente que podría ser agregada entre un 5-30% adicional al contenido de grasa de la carne. Con el entendimiento de que un corte de calidad *USDA Select* contiene entre un 5-10% de grasa (Prieto y Bello Pérez 2013), se procedió a escoger y clasificar el lomo según el grado de marmoleo, basado en la clasificación de marmoleo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA 2014), para realizar los estudios preliminares, siendo este de calidad *High Select*.

Debido a que el lomo usado para este estudio clasificó como *High Select*, y siendo el valor máximo sugerido por Prieto y Bello Pérez (2013) el 10% de grasa, se utilizó este mismo porcentaje de grasa en la salmuera, en base a la cual se establecieron los valores del resto de componentes. Adicionalmente, la cantidad de agua y lecitina fueron añadidas a la salmuera proporcionalmente a la cantidad de grasa agregada según la metodología de Gardner y Rincker (2010), la cual indica que la grasa puede representar entre un 10-20% del contenido de agua y la lecitina puede constituir entre el 10-15% del peso de la grasa. Basándose en esta patente, se determinaron los tratamientos a evaluar en la fase I.

Fase I.

La fase I comprendió la evaluación de las salmueras y su optimización.

Preparación de los tratamientos. Los porcentajes de grasa utilizados comprendieron el valor mínimo (5) y máximo (30%) del rango utilizado por la patente Gardner y Rincker (2010), añadiendo un valor intermedio (15%). Para calcular la grasa añadida se multiplicó el peso del corte por el porcentaje de grasa en el corte de calidad *High Select* y subsecuentemente por el porcentaje de grasa recomendado por la patente de Gardner y Rincker (2010). Los cálculos realizados se muestran en la ecuación 1:

$$\begin{aligned} 10 \text{ gr de grasa} \times 5\% &= 0.05 \text{ gr de grasa a agregar} \\ 10 \text{ gr de grasa} \times 5\% &= 0.05 \text{ gr de grasa a agregar} \quad [1] \\ 10 \text{ gr de grasa} \times 5\% &= 0.05 \text{ gr de grasa a agregar} \end{aligned}$$

Se procedieron a evaluar las salmueras utilizando 1.5 gr de grasa constante a agregar (tratamientos con 15% de grasa adicional), ya que este valor representaba el dato intermedio, y si se obtenía una salmuera óptima con esta cantidad, no se requeriría realizar gastos innecesarios con otras salmueras.

La composición de la salmuera se muestra en el Cuadro 1, utilizando el valor máximo de la grasa permitida (la grasa representa el 20% del agua). Adicionalmente, según Gardner y Rincker (2010), la lecitina de girasol debe de constituir del 10-15% de la grasa. Por esta razón, se evaluó el valor máximo (15%), intermedio (12.5%) y mínimo (10%) de lecitina de girasol; para determinar el porcentaje idóneo de lecitina como emulsificador.

Cuadro 1. Formulación de salmuera con grasa al 20% respecto al agua.

Lecitina/ Ingredientes	Lecitina al 10% de la grasa	Lecitina al 12.5% de la grasa	Lecitina al 15% de la grasa
Agua (%)	7.50	7.50	7.50
Grasa (%)	1.50	1.50	1.50
Sal (%)	0.21	0.21	0.21
Fosfato de sodio (%)	0.21	0.21	0.21
Lecitina (%)	0.15	0.19	0.23

La composición de la salmuera se muestra en el Cuadro 2, utilizando el valor intermedio de la grasa permitida (la grasa representa el 15% del agua). Igualmente se varió el porcentaje de lecitina como lo presentado en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Formulación de salmuera con grasa al 15% respecto al agua.

Lecitina/ Ingredientes	Lecitina al 10% de la grasa	Lecitina al 12.5% de la grasa	Lecitina al 15% de la grasa
Agua (%)	10.0	10.0	10.0
Grasa (%)	1.50	1.50	1.50
Sal (%)	0.27	0.27	0.27
Fosfato de sodio (%)	0.27	0.27	0.27
Lecitina (%)	0.15	0.19	0.23

La composición de la salmuera se muestra en el Cuadro 3, utilizando el valor mínimo de la grasa permitida (la grasa representa el 10% del agua). Igualmente se varió el porcentaje de lecitina como lo presentado en el Cuadro 1.

Cuadro 3. Formulación de salmuera con grasa al 10% respecto al agua.

Lecitina/ Ingredientes	Lecitina al 10% de la grasa	Lecitina al 12.5% de la grasa	Lecitina al 15% de la grasa
Agua (%)	15.0	15.0	15.0
Grasa (%)	1.50	1.50	1.50
Sal (%)	0.38	0.38	0.38
Fosfato de sodio (%)	0.38	0.38	0.38
Lecitina (%)	0.15	0.19	0.23

Todos los ingredientes fueron pesados utilizando una balanza analítica marca *OHAUS® Adventurer™* permitiendo una variación de ± 0.2 gr respecto al peso determinado en los cuadros 1, 2 y 3 de cada ingrediente.

Un aspecto muy importante a la hora de realizar la mezcla de los componentes con el agua, es que el agua debe de mantenerse a una temperatura de 45 ± 5 °C para una adecuada disolución de la lecitina. Para este calentamiento se utilizó una placa de calentamiento marca *Fisher Scientific®*. Al tener los aditivos en el agua (fosfato de sodio, sal y lecitina), se procedió a mezclarlos usando una batidora marca *Hamilton beach®*, por un período de 15 minutos, teniendo el debido cuidado con el control de la temperatura.

Seguidamente se calentó dicha solución a 60 ± 10 °C y la grasa animal a 70 ± 10 °C, para realizar la segunda mezcla de la solución con la grasa, utilizando la batidora marca *Hamilton beach®*. Es muy importante resaltar que esta mezcla se realizó lentamente para permitirle a la solución emulsificar la grasa que estaba siendo agregada gradualmente. La mezcla se llevó a cabo en un tiempo de 25 minutos. Finalmente, se dejó reposar la segunda mezcla por un período de 10 minutos para que la temperatura descendiera gradualmente hasta 25 °C, temperatura a la cual fue inyectada.

Obtención de materia prima e ingredientes. Los lomos finos (*Longissimus dorsi*), tripolifosfato de sodio, sal y el agua potable fueron proporcionados por la planta de cárnicos. La lecitina de girasol fue importada por medio del proveedor *IHERB*, dicha compra se realizó por medio de compras internacionales, Zamorano.

Fase II.

Esta fase, consistió en la determinación de las características fisicoquímicas de los lomos (*Longissimus dorsi*) inyectados, con base a la metodología empleada por (Baublits *et al.* 2007).

Preparación de los lomos. Los lomos fueron removidos de la canal y empacados al vacío por un período de 14 días, siendo almacenados entre 0 - 5 °C en el cuarto de materias primas. Luego, se procedió a dividir cada lomo en tres tercios, esto con el fin de poder aplicar los tres tratamientos, en cada sección, alternando en cada lomo el tratamiento a aplicar por sección, como se muestra en la Figura 1. Cada sección fue pesada antes del proceso de inyectado, utilizando la balanza de la planta de cárnicos marca *OHAUS® serie 3000*.

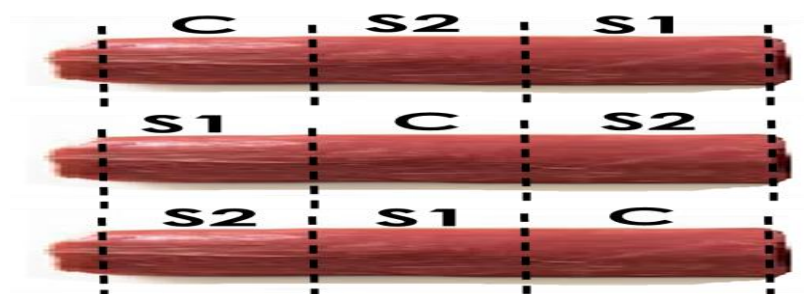


Figura 1. División de los lomos en tres tercios

Inyección de la salmuera. Se seleccionaron dos salmueras a utilizar (Cuadro 4): estas fueron inyectadas en los lomos en un 12.25% para S2 y en un 9.63% para S1. Las salmueras fueron conservadas a una temperatura de 25 ± 5 °C.

Cuadro 4. Salmueras seleccionadas.

Ingredientes	Salmueras	
	S1 ^Ω	S2 ^{ΩΩ}
Agua (%)	7.50	10.00
Grasa (%)	1.50	1.50
Fosfato de sodio(%)	0.21	0.27
Sal (%)	0.21	0.27
Lecitina (%)	0.23	0.23

^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

Posterior a la inyección, cada sección de lomo fue pesada y empacada al vacío, almacenándolas por 72 horas.

Evaluación del marmoleo. Se realizaron dos mediciones del nivel de marmoleo en los lomos. La primera se realizó previo al proceso de inyección y la segunda al tercer día, luego de haber realizado la inyección. Para este proceso se hizo uso de las fotografías del grado marmoleo del (USDA 2018).

Medición de la purga. Se pesó cada sección de lomo previo a la inyección y tres días después de la misma. Al cumplirse el tercer día de inyección, se abrió el empaque y se pesó por separado cada sección de lomo evaluando así el porcentaje de purga utilizando la ecuación 2.

$$\text{Porcentaje de purga} = \frac{\text{peso inicial(g)} - \text{peso final (g)}}{\text{peso inicial (g)}} \times 100 \quad [2]$$

Análisis de pH. Este parámetro fue medido al tercer día de haber sido inyectado el lomo, utilizando el método AOAC 981.12 (AOAC 2016) en las nueve secciones de lomo crudas. Previo a iniciar el análisis, se procedió a realizar la calibración del potenciómetro de campo ST20 marca OHAUS®. Luego, se pesaron 10 gr de carne previamente molida utilizando el procesador marca Hamilton Beach® y se mezclaron con 10 gr de agua desionizada hasta obtener una mezcla homogénea. Finalmente se introdujo el potenciómetro en la solución y se realizó la toma de datos.

Análisis de color. Este análisis fue realizado tres días después de la inyección, utilizando el método AN 1018.00 (HunterLab 2014) en las nueve secciones de lomo. Previo al análisis, se realizó la calibración del equipo HunterLab de ColorFlex y luego se analizaron las muestras expresando los resultados en una escala de color L* a* b*.

Análisis de humedad. El análisis de humedad se realizó a los seis días de la inyección. Para este proceso se utilizaron muestras de las nueve secciones de lomo crudas, siguiendo el método AOAC 950.46 (AOAC 2016) de humedad por horno de convección (100-105 °C). Para esto, los nueve crisoles se sometieron a un proceso de secado por un período de tres horas en el horno de convección marca BINDER. Al finalizar este período de tiempo, se sacaron los crisoles del horno y fueron colocados en un desecador para que se redujera la temperatura de los mismos a temperatura ambiente y así poder pesarlos. Seguidamente, se pesaron 3 ± 0.25 gr de cada sección de lomo y cada muestra fue colocada en un crisol debidamente etiquetado. Finalmente, las muestras fueron colocadas en el horno de convección BINDER por un tiempo de 16 horas. Al concluir el tiempo, fueron retiradas y colocadas en un desecador nuevamente para reducir la temperatura de los crisoles y hacer posible el registro de los pesos finales de las muestras y así poder calcular el porcentaje de humedad en cada muestra. Para este proceso se utilizó la ecuación 3.

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{peso inicial de (crisol+muestra)} - \text{peso final de (crisol+muestra)}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100 \quad [3]$$

Análisis de textura. Este análisis fue realizado siete días después de la inyección. Para este análisis, las muestras fueron sometidas a un proceso de cocción en horno marca Kenmore

siendo este precalentado a 165 °C. Posteriormente, se introdujeron las muestras hasta obtener una temperatura interna de 68 ± 2 °C (Braña *et al.* 2011). Luego, se utilizó el Texturómetro de Brookfield (modelo Pro CT3-4500 serie 8533959) con el elemento TA-SBA, Sonda TA25/1000 a una velocidad de 2 mm/seg y una carga de 0.067 N. Los trozos de carne se cortaron y colocaron en el texturómetro en contra de las fibras musculares, es decir, de forma perpendicular a las mismas.

Análisis de extracto etéreo. El análisis de extracto etéreo fue realizado treinta días después en un laboratorio externo en Tegucigalpa, llamado Laboratorio de Análisis Industriales MQ. Para el análisis de grasa se utilizó el método AOAC 24.005 (Ellis 2011), enviando una muestra de 300 gr de cada tratamiento, realizando un total de nueve análisis.

Análisis del perfil de ácidos grasos. Se utilizó el método AOCS Ce 2-66 (AOCS 2016) para la preparación de metil ésteres de ácidos grasos. Este análisis fue realizado mes y veinte y ocho días después de la inyección. Consistió en la preparación de metil ésteres a partir de ácidos grasos de cadena larga. Para este proceso se utilizó la grasa que fue extraída en el Laboratorio de Análisis Industriales MQ, muestras de las cuales únicamente se evaluaron tres (una de cada tratamiento) debido a problemas técnicos que se dieron durante el envío de las extracciones realizadas.

Inicialmente se pesaron 100 mg de muestra de cada tratamiento en un tubo de ensayo de vidrio debidamente titulado. A cada muestra se le agregó: 0.8 mL de isooctano y 0.5 mL de solución de KOH metanólico 2 M. Luego dicha mezcla fue agitada durante 8 min con ayuda de un vortex y se dejó reposar por un período de 10 min. Transcurrido el tiempo, se tomaron 0.3 mL de la fase superior (isooctano) y se colocaron en otro tubo de ensayo, diluyéndolo con 4 mL de isooctano y 1 gr de sulfato de sodio. Esta mezcla fue agitada nuevamente por un período de 8 min y se dejó reposar por 10 min.

Posteriormente se utilizó el método AOCS Ce 1j-07 (AOCS 2017) para la inyección. En donde, con la ayuda de una pipeta pasteur, se transfirió 1 mL de isooctano a un vial y se inyectó en un cromatógrafo de gases usando inyección en modo Split. El estándar de referencia ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) por sus siglas en inglés, se diluyó a una concentración de aproximadamente 15-20 mg/mL y se inyectó en el cromatógrafo utilizando la inyección en modo Split. Es necesario correr un blanco, inyectando únicamente isooctano en el equipo.

Condiciones cromatográficas:

- Columna Agilent J&W GC Columns CP-SII 88 for FAME 100m, 0.25mm, 0.2 µm P/N: CP7489
- Estándar de ésteres metílicos de ácidos grasos GLC 463
- Jeringa HP de 10 µL
- Detector de Ionización de llama Agilent
- Cromatógrafo de gases Agilent 7890A
- Generador de Hidrógeno Agilent 5282-3483
- Tanque de Nitrógeno
- Evaporador de Nitrógeno N-Evap™ 111

- Nitrógeno conteniendo <10 mg O₂/kg
- Solvente orgánico: Isooctano al 99.8%
- Temperatura del puerto de inyección: 235 °C
- Temperatura del detector: 325 °C
- Programa de la temperatura del horno: Inicio a 180 °C por 32 min, incrementar 20 °C/min hasta 215 °C (esperar 31.22 min)
- Tiempo de corrida: 65 min
- Gas de arrastre: Hidrógeno, flujo 1.0 mL/min; 26 cm/s; 24.63 psi; radio de Split 100:1
- Volumen de inyección: 1 µL
- Flujo de aire: 450 mL/min
- Gas make up (Nitrógeno): 46 mL/min

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos (Cuadro 5: control, salmuera 1 [S1] y salmuera 2 [S2]) y tres repeticiones para un total de nueve unidades experimentales. Para evaluar las características fisicoquímicas, se realizó un análisis de varianza ANDEVA con separación de medias Tukey. Los resultados del análisis sensorial fueron evaluados mediante una prueba de Chi-Cuadrado. Ambos análisis de datos se realizaron a través de “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4®).

Cuadro 5. Tratamientos aplicados a cada sección de lomo.

Ingredientes	Tratamiento		
	Control	S1 ^Ω	S2 ^{ΩΩ}
Agua (%)	--	7.50	10.0
Grasa (%)	--	1.50	1.50
Fosfato de sodio (%)	--	0.21	0.27
Sal (%)	--	0.21	0.27
Lecitina (%)	--	0.23	0.23

^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua.

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua.

Fase III.

Consistió en la comparación de las características sensoriales del *Longissimus dorsi* inyectado con un lomo importado de calidad *US Choice*.

Preparación de la muestra. Se utilizaron cortes de 2 cm de grosor, cortados perpendicularmente a la dirección de las fibras musculares. La cocción de muestras se llevó a cabo en un horno eléctrico marca *Kenmore* utilizando el modo -broil- y opción -low-, para alcanzar 68 °C internamente. Se monitoreó dicho parámetro mediante la inserción de un termómetro en el centro geométrico de la muestra. Finalmente, cada -steak- fue cortado en porciones de 2 cm por lado (Braña *et al.* 2011). Las muestras fueron codificadas al azar y

servidas en bandejas de poliestireno expandido, acompañadas de una galleta soda y un vaso de agua (5 oz) para limpieza del paladar luego de degustar cada muestra.

Análisis sensorial. Para poder realizar la comparación de los lomos inyectados versus los lomos importados de calidad *US Choice*, fue necesario realizar un análisis de aceptación. El análisis sensorial evaluó los siguientes atributos: color, olor, sabor, jugosidad, suavidad y aceptación general. Para estos, se empleó una escala hedónica de siete puntos, siendo 1= me disgusta mucho, 4= no me gusta ni me disgusta y 7= me gusta mucho. Para este análisis se recomiendan de 75-150 panelistas no entrenados (Liria Domínguez 2007), sin embargo, por motivos de cantidad de muestras disponibles se optó por 78 panelistas no entrenados. Cada panelista evaluó un total de tres muestras, identificando cada una en su respectiva boleta y calificándolas conforme a su criterio, según los parámetros establecidos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase preliminar.

Se evaluó un total de nueve emulsiones basándose en la información recopilada de la patente de Gardner (2009). En dichas emulsiones dos variables fueron las más importantes: contenido de agua respecto a la grasa y porcentaje de lecitina respecto a la grasa. Los diferentes contenidos de agua respecto a la grasa se evaluaron con el propósito de encontrar una salmuera que tuviera el porcentaje de agua idóneo para movilizar la grasa a ser inyectada. Los distintos porcentajes de lecitina respecto a la grasa se evaluaron para determinar el porcentaje de lecitina que brindó una mejor emulsión, es decir, que se mantuvieron unidas las fases acuosas y aceite por un período prolongado (> 30 min).

Fase I.

Al evaluar las nueve salmueras (Cuadros 1 y 2), las salmueras (S) que mantuvieron la emulsión por un período de tiempo mayor a 30 min fueron: S1 (la grasa representa el 20% del agua) y S2 (la grasa representa un 15% del agua). En ambas salmueras se utilizó lecitina al 15% de la grasa, ya que esta cantidad logró emulsificar la grasa animal agregada, el valor máximo permitido por la patente Gardner (2009). Las formulaciones donde la grasa representaba un 10% respecto al agua (Cuadro 3), fueron descartadas, dado que estas requerían la inyección de más agua para poder introducir la cantidad de grasa deseada en el músculo. Además, al realizar dicha salmuera, no se obtuvo una emulsión prolongada con el porcentaje de lecitina establecido dentro de los rangos (10-15% del peso de la grasa), dando como resultado, una duración de la emulsión muy corta como para ser inyectada en el músculo a tiempo, pues se evidenció una separación de fases casi instantánea. Esto se debe a que, al aumentar el contenido de agua y sal, la capacidad de emulsificar de la lecitina se reduce, puesto que la sal tiene una carga mayor, provocando que el agua interactúe más con ella y no así con la parte hidrofílica de la lecitina (Zayas 2013). Concluyendo así, que esta emulsión aceite en agua (O/W) debe de mantener una relación 0.2:1 o bien 0.15:1 para lograr prolongar la emulsión y así facilitar la inyección.

Como se indicó en la revisión de la patente de Gardner (2009), es posible agregar de un 5-30% de grasa adicional de la grasa que contiene el músculo originalmente. Sin embargo, en el presente estudio únicamente se evaluó el 15% ya que con este porcentaje se obtuvieron resultados positivos al momento de elaborar las pruebas preliminares. Además, el volumen requerido para inyectar, era justamente lo que un músculo es capaz de retener al momento de la inyección con un 15% de grasa, decidiendo así, no evaluar las salmueras con un 30% de grasa, puesto que los lomos no iban a ser capaces de retener dicho volumen, ya que según Sebranek (2008), una salmuera puede ser agregada hasta un 15% de su peso.

Fase II.

Evaluación de marmoleo. Como se sabe, el marmoleo es uno de los parámetros que puede influenciar la aceptabilidad de la carne, esto debido a sus efectos positivos en la jugosidad y sabor (Acevedo 2004). En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos en los lomos al realizar la inyección de las salmueras.

Se observó el nivel de marmoleo que los diferentes lomos control mostraron al día 0 y 3, (Figura 2). La evaluación del nivel de marmoleo puede verse influenciada por la temperatura de almacenamiento en caso los músculos lleguen a congelarse (Smith *et al.* 2001), provocando así una menor o mayor calificación en el nivel de marmoleo. Es por esta razón que fue necesario conservar los tratamientos control para así descartar cualquier factor de variación que pudiera influir en la evaluación de los lomos inyectados.

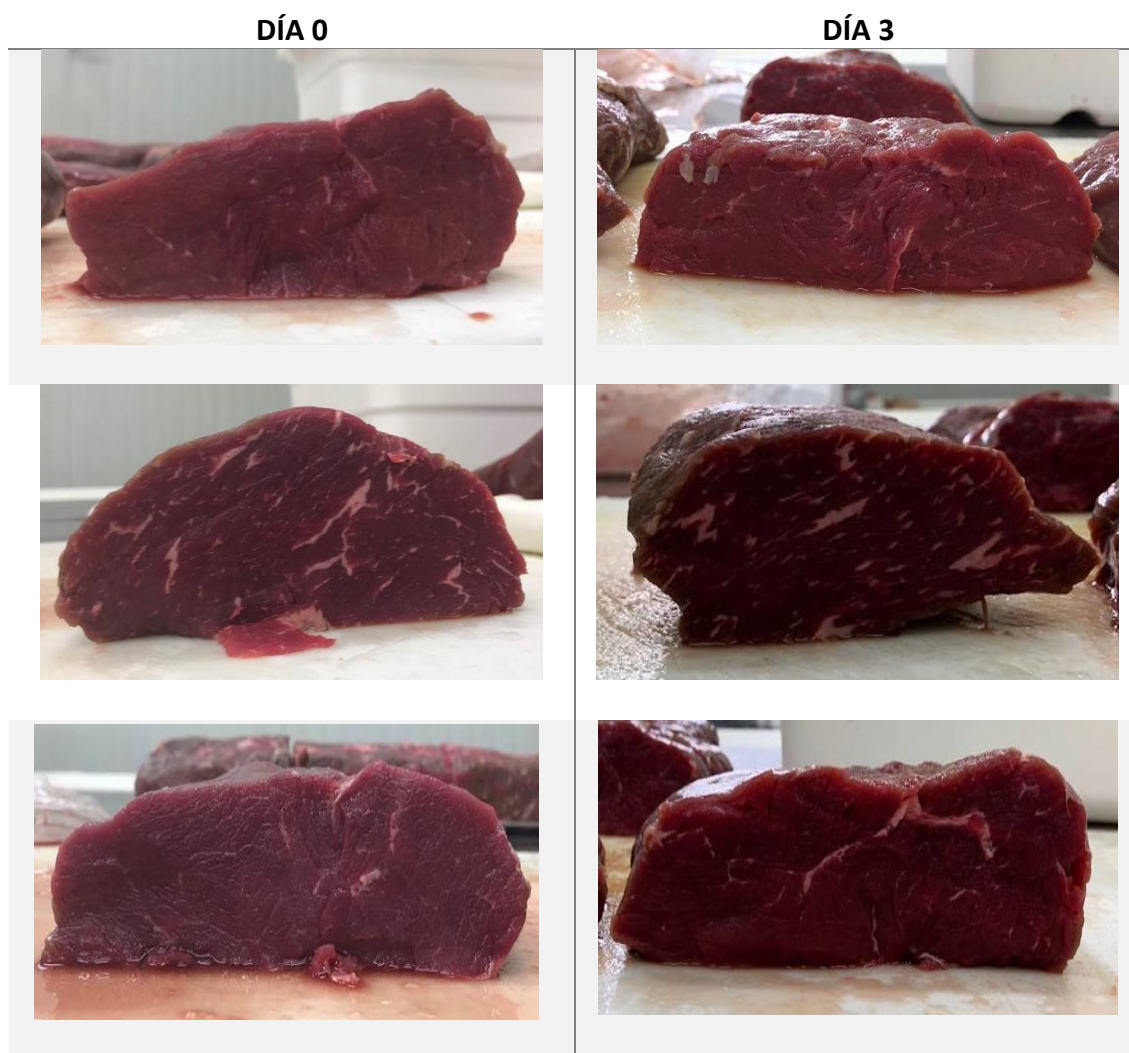


Figura 2. Lomos sin inyectar (Controles) al día 0 y 3.

Se observaron incrementos significativos del nivel de marmoleo en los cortes debido a la incorporación de la salmuera 1 (Figura 3). Esta salmuera presentó la consistencia deseada, es decir, se solidificó en el músculo a la temperatura de almacenamiento utilizada ($< 5^{\circ}\text{C}$). No obstante, en algunos lomos la salmuera se concentró en el centro del músculo, dejando las orillas sin ningún cambio en cuanto al nivel de marmoleo. Esto puede relacionarse con el método de inyección manual utilizado. Por consiguiente, no se obtuvo una distribución homogénea en todo el músculo como sucede al utilizar una máquina inyectora, la cual contiene varias agujas y realiza una inyección a lo largo del músculo tratado. No obstante, al momento de la cocción, la grasa retenida es relocalizada a lo largo de las bandas del tejido conectivo perimisial (Acevedo 2004), esperando tener como consecuencia un corte de mayor jugosidad y sabor de manera homogénea.

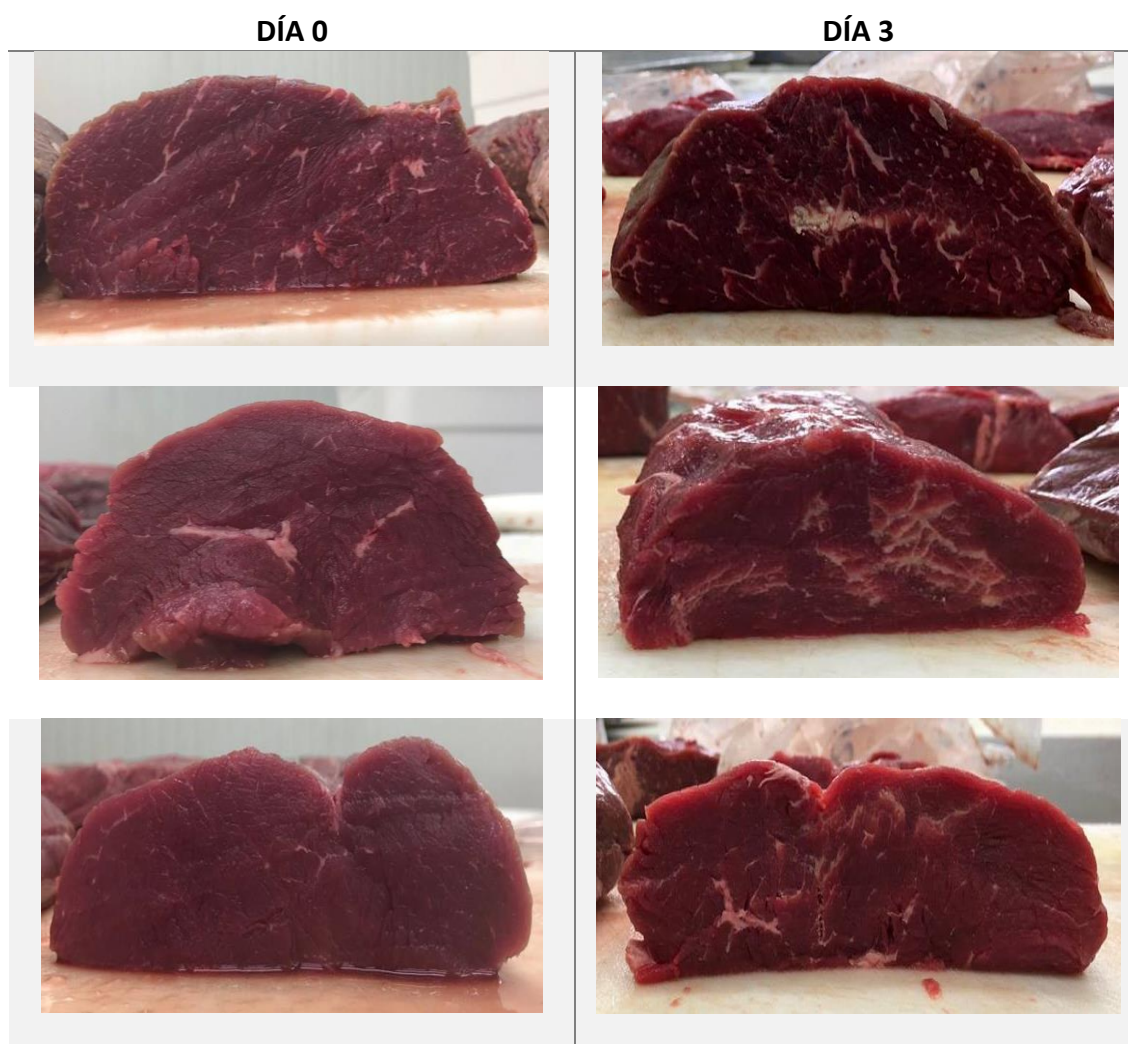


Figura 3. Efecto de la salmuera 1 en el nivel de marmoleo de los lomos al día 0 y 3.

Se observó el efecto de la salmuera 2 al ser inyectada en los lomos (Figura 4). Esta salmuera, debido a su alto contenido de agua, no pudo solidificarse en el músculo, dando como

resultado, una apariencia desagradable para el consumidor. Esto puede ser solucionado disminuyendo la temperatura de almacenamiento y de esta manera lograr la solidificación de la salmuera y por ende una mejor apariencia en el músculo. Sin embargo, se obtuvo una buena distribución de la salmuera y se observó un cambio al día 3 luego de haber sido inyectada cada sección de lomo.

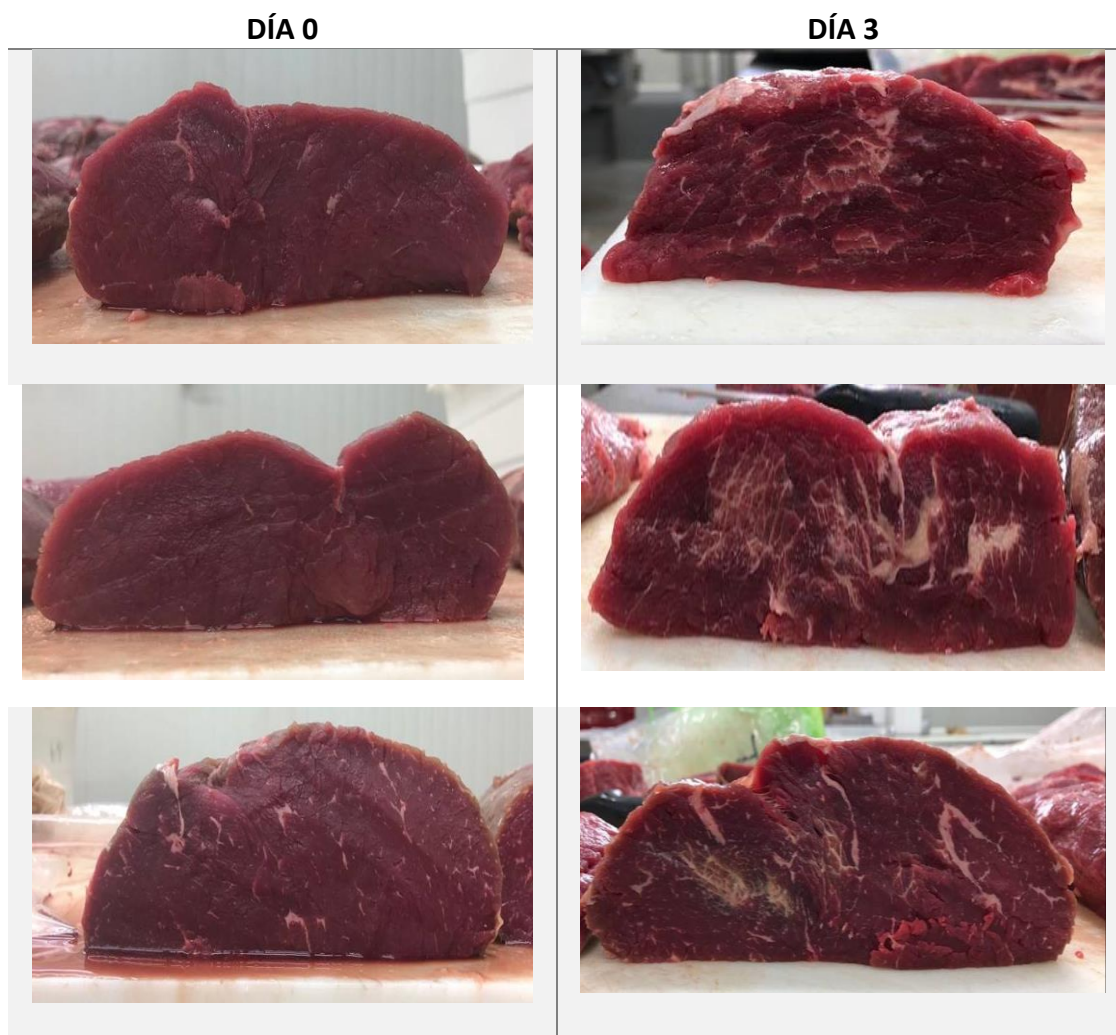


Figura 4. Efecto de la salmuera 2 en el nivel de marmoleo de los lomos al día 0 y 3.

Análisis de la purga. La purga no fue diferente ($P>0.05$) entre tratamientos (Cuadro 6). Esto puede relacionarse con el alto coeficiente de variación ($> 30\%$) debido a que no todas las secciones de lomo presentaban el mismo peso. Según Carnetec (2016), la interacción de sal y fosfatos permiten a las proteínas desdoblarse, exponiendo los sitios de ligado cargados para el agua, permitiendo así el incremento de fuerzas iónicas y el ligado de agua a las proteínas, mejorando así la absorción de agua. Sin embargo, el efecto del tripolifosfato de sodio, puede llegar a ser más notable durante el proceso de cocción, puesto que al cocinar la carne por encima de $57\text{ }^{\circ}\text{C}$ se logra una desnaturalización total de la proteína y por ende atrapa más grasa y agua. Por otro lado, al añadir fosfatos alcalinos a la salmuera, el pH de

la carne se incrementa, alejando a la proteína de su punto isoeléctrico, permitiéndole unir el agua a su estructura (La Rioja 2009).

Cuadro 6. Medias y desviaciones estándar de la purga de los diferentes tratamientos a los 3 días después de la inyección de la salmuera.

Tratamientos	Purga (%) ^{NS}
	Media $\pm$ D.E
Control	8.74 $\pm$ 1.46
S1 ^Ω	5.77 $\pm$ 4.33
S2 ^{ΩΩ}	0.55 $\pm$ 0.95
Coeficiente de Variación (%)	61.42

^{NS} No existen diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$); DE=Desviación estándar.

^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

Análisis de pH. La carne sufre dos cambios bioquímicos durante el período *post-mortem*: el establecimiento del rigor mortis y la maduración. Durante el establecimiento del rigor mortis ocurre la acidificación muscular (Zimerman s.f). Esto debido a que el músculo utiliza el metabolismo anaeróbico en el cual degrada el glucógeno en ácido láctico, para poder obtener ATP, provocando así un descenso del pH (Warriss 2003). El pH final de la carne tiene gran influencia en la textura, retención de agua, resistencia al desarrollo microbiano y su color; siendo un nivel adecuado para que no produzca defectos en las canales un pH alrededor de 5.5-5.7, dependiendo de las diferentes especies animales (Hannaarg s.f).

Se muestran los niveles de pH encontrados en cada tratamiento, en donde el control presentó un pH de 5.84 ± 0.07 (Cuadro 7), el cual está por encima del rango ideal de pH establecido. Esto pudo deberse a que el animal no tenía suficientes reservas de glucógeno para la producción de ácido láctico, ya sea porque el animal fue sometido a estrés en el cual sus reservas fueron utilizadas en el proceso pre-sacrificio. Sin embargo, según (Zimerman s.f) se requiere un pH igual o superior a 6 para que ocurran problemas en la calidad de la carne conocidos como DFD (Dura, firme y seca por sus siglas en inglés) después de las 12-48 hrs *post-mortem*.

En el Cuadro 7 se puede observar que el tratamiento S2 exhibió el pH más alto ($P < 0.05$). Este valor se debe al efecto que algunos compuestos como el fosfato, agua y sal ejercieron sobre músculo, y no así el proceso de rigor mortis. Al agregar un 10% de agua en la salmuera, se obtuvo una diferencia significativa en el pH, influyendo en el pH final del corte. Además, al utilizar fosfatos, según (La Rioja 2009), se ejerce un efecto alcalinizante en la salmuera, ayudando a emulsificar las grasas y lograr que las carnes se suavicen. La sal por otro lado, también tiene un pH alcalino. Esta se agregó con el propósito de mejorar el sabor y la uniformidad de la distribución de la solución dentro de la carne de res (Tarté 2009). En este estudio se evidenció, que la salmuera 1 al contener un 7.5% de agua, no modificó significativamente el pH, mientras que con un 10% de agua (salmuera 2) si se

obtuvo un cambio significativo, pudiendo esto representar riesgos para la estabilidad bacteriológica (Solis 2005).

Cuadro 7. Medias y desviaciones estándar del pH medido al día tres después de la inyección.

Tratamientos	pH
	Media $\pm$ D.E
Control	5.84 $\pm$ 0.07 ^B
S1 ^Ω	5.89 $\pm$ 0.06 ^B
S2 ^{ΩΩ}	6.24 $\pm$ 0.05 ^A
Coeficiente de Variación (%)	1.21

^{AB} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$); DE=Desviación estándar; ^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua; ^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

Análisis de color. Al momento de realizar la compra los consumidores basan su elección en diferentes atributos (Krystallis y Arvanitoyannis 2006). Entre los cuales, los intrínsecos (sabor, color, aroma) resultan tener mayor influencia debido a su aporte en la buena degustación (Schenettler *et al.* 2010). Entre estos, podemos mencionar que es el color, uno de los parámetros que las personas usan como parámetro de frescura y buena apariencia (Robbins *et al.* 2003). Por esta razón durante el desarrollo de esta investigación se monitoreo el efecto de la salmuera en el color de los lomos.

Los valores L*a*b* se pueden observar en el Cuadro 8. El valor L* hace referencia a la luminosidad, dando lugar a los colores claros y oscuros, en una escala de 0-100 (Mathias-Rettig y Ah-Hen 2014). Según los resultados obtenidos, se determinó que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en la luminosidad.

Cuadro 8. Medias y desviaciones estándar de la escala de color L*a*b*.

Tratamientos	L*(∞)	a*(¥)	b*(£)
	Media $\pm$ D.E ^{NS}		
Control	33.19 $\pm$ 2.27	18.52 $\pm$ 3.53	15.14 $\pm$ 3.32
S1 ^Ω	37.99 $\pm$ 1.45	16.88 $\pm$ 2.05	15.58 $\pm$ 1.66
S2 ^{ΩΩ}	33.33 $\pm$ 1.05	19.35 $\pm$ 0.73	16.10 $\pm$ 0.47
Coeficiente de variación (%)	5.61	3.42	3.43

^{NS} No existen diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$); DE=Desviación estándar. (∞): Escala del valor L*: 0 = negro; 100= blanco; (¥): Escala del valor a*: -60= verde; 60=rojo. (£): Escala del valor b*: -60= azul; 60= amarillo; ^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua; ^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

El valor a^* en la carne está relacionado con las tonalidades rojo y verde (Konica Minolta 2006), teniendo una estrecha relación con el contenido de mioglobina en la carne (Rogberg *et al.* 2012), sabiendo que entre más alto el número de esta escala, mayor color rojizo presenta la carne. No existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el valor a^* de los lomos. Esto puede deberse a que el tiempo transcurrido al momento de la toma de color fue corto, por ende, los cambios en el tejido aún no habían comenzado a ocurrir.

Por último, el valor b^* tampoco fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos. Esto nos permite determinar que la salmuera no tiene ningún efecto negativo sobre el color natural de la carne. Según Chamorro (s.f), la escala b^* se utiliza para determinar el estado químico de la mioglobina. Este cambio de estado se puede observar claramente, en los productos que han sido empacados al vacío, transformándose a deoximioglobina y por ende incrementando el valor de esta escala. Sin embargo, debido a que todos los tratamientos fueron sometidos al mismo método no se obtuvo diferencia alguna en la evaluación de esta escala.

Análisis de humedad. Según Valero *et al.* (s.f), la carne contiene entre un 60-80% de agua. De la cual un 75% es agua libre que se encuentra entre los espacios de los filamentos de actina y miosina. El otro 5% es agua ligada a proteínas (Braña *et al.* 2011).

En el Cuadro 9 se muestra el contenido de humedad de cada tratamiento, en donde podemos observar que los valores de humedad se encuentran en el límite superior del rango establecido por Valero *et al.* (s.f). Esto puede deberse a que el lomo fue removido de la canal inmediatamente luego del sacrificio y empacado al vacío. Provocando así, que la merma por deshidratado fuera menor. Es importante resaltar que, a pesar que se agregó agua, no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 9. Medias y desviaciones estándar de la humedad encontrada en cada tratamiento.

Tratamientos	Humedad (%) ^{NS}
	Media $\pm$ D.E
Control	72.63 $\pm$ 3.27
S1 ^Ω	73.14 $\pm$ 2.47
S2 ^{ΩΩ}	73.99 $\pm$ 1.71
Coeficiente de variación (%)	4.42

^{NS} No existen diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$); DE=Desviación estándar.

^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua.

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua.

Análisis de textura. La textura es una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina en mayor medida su aceptación (Braña *et al.* 2011). En el Cuadro 10 se puede observar que el control presentó mayor dureza en comparación con el tratamiento S1 ($P < 0.05$). La dureza, está en función del tejido conectivo y de la grasa intermuscular que contenga el corte (Carvajal *et al.* 2008). Este parámetro hace referencia a la facilidad o dificultad con la que la carne se puede cortar y masticar (Hleap y Velasco 2010), pudiéndose

clasificar como muy dura, dura, tierna y muy blanda. En este parámetro ambos tratamientos (S1 y S2) presentaron menor dureza respecto al control. Sin embargo, únicamente el tratamiento S1 tuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$), es decir, se requirió menor fuerza en Newton (N) para realizar el corte. Esto puede deberse a que, al momento de la cocción, el tratamiento S1 retuvo en mayor medida la salmuera inyectada. Esta mayor capacidad de retención de agua en el tratamiento S1 puede estar asociada a las proporciones de lecitina y agua, las cuales son mayores en dicho tratamiento comparado con el S2, dando como resultado una mejor percepción y por ende mayor calificación en los diferentes atributos evaluados por los panelistas.

Cuadro 10. Medias y desviaciones estándar de dureza para cada tratamiento en Newton (N).

Tratamientos	Dureza
	Media $\pm$ D.E
Control	44.25 $\pm$ 9.33 ^A
S1 ^Ω	34.93 $\pm$ 6.64 ^B
S2 ^{ΩΩ}	37.80 $\pm$ 5.29 ^{AB}
Coeficiente de variación (%)	8.21

^{AB} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$); DE=Desviación estándar; ^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

Los resultados de masticabilidad se pueden observar en el Cuadro 11. La masticabilidad es el resultado de la dureza por la cohesividad y la elasticidad, representando el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta lograr una consistencia adecuada para poder ingerirlo (Martínez 2016). Pudiendo decir entonces, que la energía requerida para masticar cada corte, no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 11. Medias y desviaciones estándar de la masticabilidad (mJ) de cada tratamiento.

Tratamientos	Masticabilidad ^{NS}
	Media $\pm$ D.E
Control	73.56 $\pm$ 27.19
S1 ^Ω	21.96 $\pm$ 19.81
S2 ^{ΩΩ}	22.49 $\pm$ 9.94
Coeficiente de variación (%)	45.66

^{NS} No existen diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$); DE=Desviación estándar.

^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

Análisis de extracto etéreo. Los resultados obtenidos muestran que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 12). Esto se debe al alto coeficiente de variación ($> 30\%$), debido a que cada lomo contenía un porcentaje de marmoleo diferente

y por ende un porcentaje de grasa distinto. Esto dando como resultado, una alta variación tanto entre tratamientos como dentro del mismo tratamiento.

Cuadro 12. Medias y desviaciones estándar de grasa por tratamiento.

Tratamientos	Grasa (%) ^{NS}
	Media ± D.E
Control	3.83 ± 2.90
S1 ^Ω	4.97 ± 3.25
S2 ^{ΩΩ}	3.77 ± 0.50
Coeficiente de Variación (%)	69.86

^{NS} No existen diferencias significativas entre tratamientos (P >0.05); DE=Desviación estándar.

^Ω Salmuera en donde la grasa representa el 20% del agua

^{ΩΩ} Salmuera en donde la grasa representa el 15% del agua

Análisis del perfil de ácidos grasos. El perfil lipídico de la carne es influenciado por diversos factores que incluyen la dieta y el sistema de producción. Donde, bovinos manejados bajo pastoreo presentan mayores cantidades de los ácidos α -linolénico y eicosapentanoico, precursores del ácido linoleico conjugado. Mientras que aquellos en confinamiento, presentan mayor proporción de ácidos mono-insaturados (Bressan 2011), subdividiéndose en grasas omega 3 y 6, que no son sintetizadas por el organismo humano y que han sido asociadas con prevención de enfermedades (Castañeda y Peñuela 2010).

Según los resultados obtenidos, la adición de lecitina de girasol tuvo efecto en el perfil de ácidos grasos (Cuadro 13). Se observaron nuevos ácidos grasos en los tratamientos S1 y S2, provenientes de dicho componente. Esto dio como resultado una mejor composición del perfil, reduciendo los porcentajes de ácidos grasos saturados presentes y aumentando la proporción de ácidos grasos mono y poliinsaturados. No obstante, la grasa inyectada tuvo un impacto negativo en el perfil, ya que incrementó el porcentaje de ácidos grasos trans. Para que la grasa pudiera ser inyectada, fue necesario someterla a altas temperaturas para disolverla, siendo este, un factor para dar origen a las grasas trans (FESNAD 2013). Por último, es necesario recalcar que se encontraron ocho ácidos grasos (A. pentadecílico, A. nondecílico, A. nervónico, A. petroselinico, A. eicosatrienoico, A. eicosatrienoico, A. docosadienoico y A. docosatrienoico) que no pertenecían a ninguno de los componentes presentes en la salmuera, ni a la carne como tal. Pudiendo decir que existió la posibilidad de que las muestras estuvieran contaminadas reportando así, la presencia de estos ácidos grasos.

Cuadro 13. Resultados del análisis del perfil de ácidos grasos.

ÁCIDOS GRASOS		TRATAMIENTO		
		S2	S1	C
Grasa Saturadas		33.79%	40.89%	51.37%
14:0	Mirístico [□]	2.82	1.75	7.38
15:0	Pentadecílico ^Θ	1.79	0.74	
16:0	Palmítico [□]	15.28	26.88	39.9
17:0	Margárico [□]	1.68	3.05	3.01
18:0	Estéarico [□]	2.15	7.33	
19:0	Nondecílico ^Θ	1.48		
20:0	Araquídico	0.61	1.13	1.07
24:0	Lignocérico [□]	7.97		
Grasa Mono insaturada		35.39%	40.20%	38.43%
18:1 n9c cis9	Oleico [□]	17.25	37.7	36.63
24:1 cis-15	Nervónico ^Θ	1.02	1.83	0.95
17:1 cis-10	Margárico [□]	6.18	0.66	
18:1n6c cis-6	Petroselínico ^Θ	2.64		0.85
18:1 cis-11	Vaccénico [□]	1.39		
20:1 cis-8	A. Eicosenoico [□]	3.67		
20:1 cis-11	A. Eicosenoico [□]	3.23		
Grasa poli insaturada		22.54%	5.50%	
18:2 n6 cis-9,12	Linoleico [□]	1.34		
18:3 n6 cis-6,9,12	Linolénico [□]	0.45		
20:3n6 cis - 8,11,14	Ácido eicosatrienoico ^Θ	7.66		
18:3n3 cis-9,12,15	Alfa-linolénico	3.18		
20:3n3 cis - 11,14,17	Ácido eicosatrienoico ^Θ	7.39		
22:2 cis-13,16	Ácido docosadienoico ^Θ	0.41	5.5	
22:3 cis-13,16,19	Ácido docosatrienoico ^Θ	2.11		
Grasa Trans		8.29%	13.41%	10.20%
18:1n9t trans-9	Elaídico	2.55	12.65	10.2
18:1n1t trans-11	Transvaccénico	1.84	0.76	
18:2n6t trans - 9,12	Linoelaídico	3.90		

[□] Ácidos grasos presentes por influencia de la lecitina de girasol

^Θ Ácidos grasos presentes por posible contaminación de las muestras

Fase III.

Al evaluar los diferentes tratamientos, se pudo identificar que el tratamiento S1, fue el mejor ($P < 0.05$) en los parámetros de sabor y olor (Figura 5), con un 36.12 y 35.02% de aceptación, respectivamente. Esto puede estar asociado a la adición de sal en la salmuera, mejorando así el sabor de los lomos inyectados.

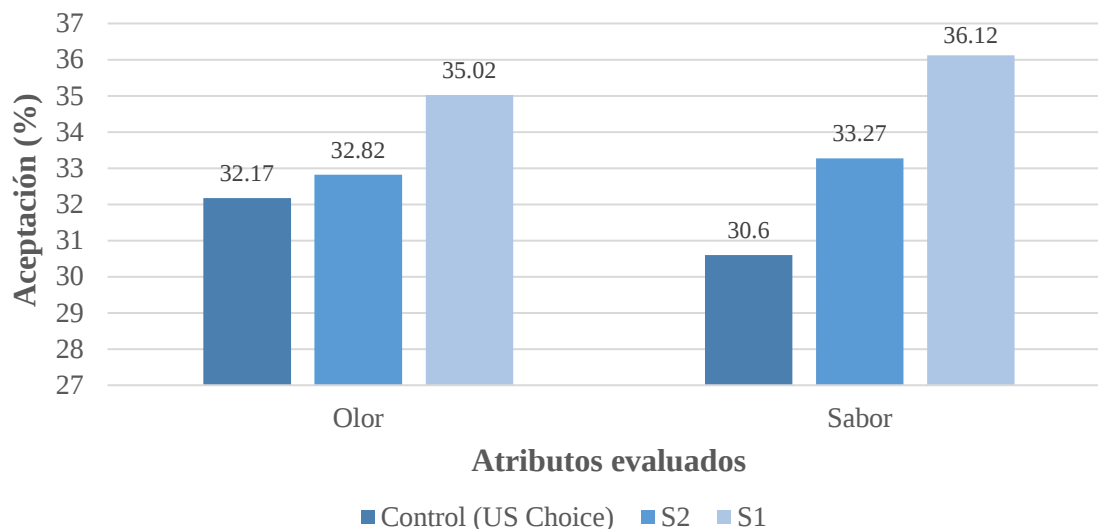


Figura 5. Porcentajes de aceptación de los atributos olor y sabor (Pr chiq <0.0001).

Por otra parte, al evaluar color, jugosidad y suavidad (Figura 6), el control (corte con calidad *US Choice*), tuvo un mayor porcentaje de preferencia ($P < 0.05$) por los panelistas con un 35.59, 36.8 y 36.19%, respectivamente.

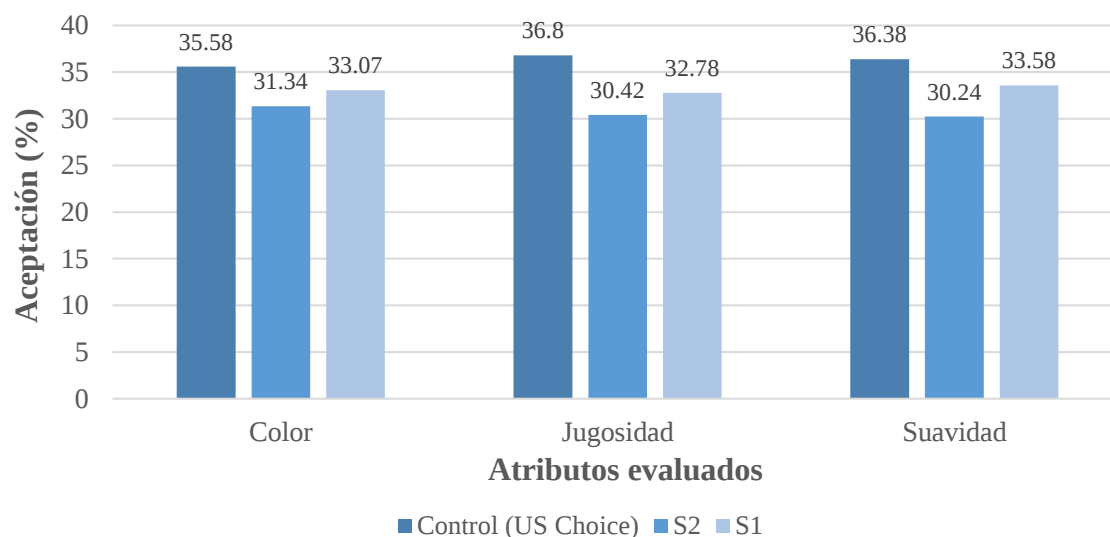


Figura 6. Porcentajes de aceptación de los atributos color, jugosidad y suavidad (Pr chiq <0.0001).

Esto indica que, la salmuera inyectada, a pesar que sí ejerció su efecto en la carne, no fue lo suficiente como para superar en estos atributos a un corte con nivel de marmoleo *US Choice*. Esto puede ser debido a que un corte *US Choice* presenta un marmoleo distribuido

uniformemente, lo cual brinda mejores características al corte para su consumo. Es necesario recalcar que la calidad de la carne es un aspecto muy subjetivo, ya que este depende de un conjunto de características cuya importancia relativa le brinda al producto un mayor nivel de aceptación (Formento 2015). Sin embargo, según (Carduza *et al.* 2009), la terneza es el atributo decisivo a la hora de evaluar la aceptación.

Los porcentajes respecto a la aceptación general para cada tratamiento se muestran en la Figura 7, en la cual se representa de manera gráfica que el tratamiento S1 fue preferido por los panelistas de manera general ($P < 0.05$). A pesar que este tratamiento no logró superar al control en dos importantes parámetros (jugosidad y suavidad), en los cuales la grasa y la capacidad de retención de agua tienen gran influencia (Ynsaurralde *et al.* 2013), la calificación en conjunto de todos los atributos evaluados, favoreció al tratamiento S1.

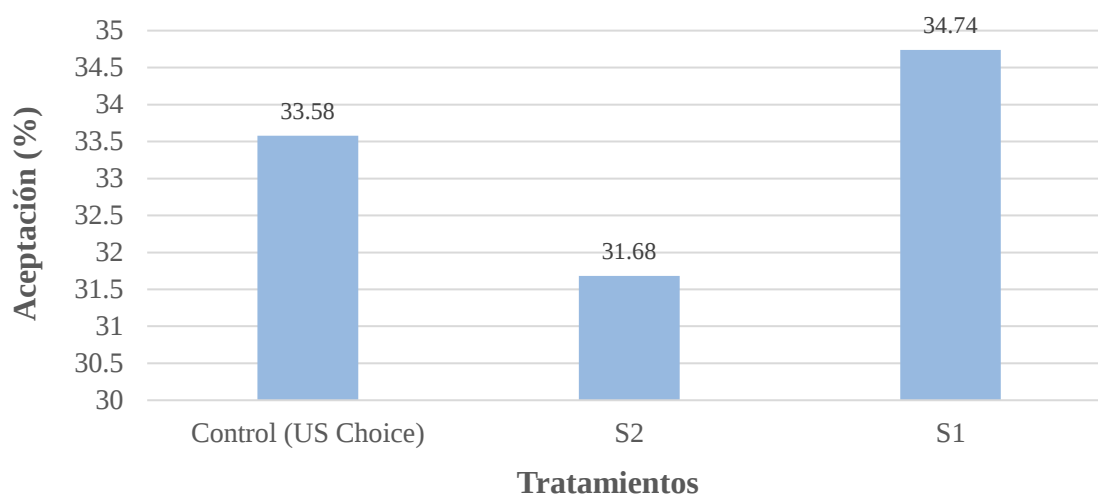


Figura 7. Porcentajes de aceptación general de cada tratamiento ($P_{\text{chi}^2} < 0.0001$).

Esto representa un gran avance para la industria cárnica, considerando que dos lomos de reses evaluados fueron obtenidos del hato lechero, considerados animales de descarte. Teniendo por esta razón, carne de baja calidad para el mercado. No obstante, al agregar esta salmuera, se pudo observar que los consumidores no percibían diferencia alguna entre un lomo con calidad US *Low Select* e inclusive US *High Standard*, versus un corte US *Choice*, llegando a percibirlo inclusive de mejor calidad.

Finalmente, los atributos presentaron una correlación significativa ($P < 0.05$) respecto a la aceptación general (Cuadro 14). Siendo jugosidad, sabor y suavidad, los atributos que presentaron una correlación de carácter medio. Esto concuerda con lo establecido por Bianchi (s.f), quien estableció que una vez realizado el corte, son la terneza, la jugosidad y el sabor las características de mayor importancia para definir además de la compra, la reincidencia. Respaldando así, que el nivel de aceptación en cuanto a estos tres atributos para el tratamiento S1 fueron buenos. En conjunto el tratamiento S1 fue más aceptado de

manera general, a pesar que el control tuvo mejores resultados en dos (jugosidad y suavidad) de los tres parámetros antes mencionados.

Cuadro 14. Correlación entre atributos y aceptación general utilizando coeficiente de Pearson.

Correlación	Coeficiente de Pearson[¥]	Probabilidad
Jugosidad - Aceptación General	0.76	<.0001
Sabor - Aceptación General	0.72	<.0001
Suavidad - Aceptación General	0.70	<.0001
Color - Aceptación General	0.52	<.0001
Olor - Aceptación General	0.52	<.0001

[¥]Tomando como referencia el siguiente grado de correlación para clasificación de la misma; menor a 0.6 (bajo), 0.6-0.79 (medio) y mayor o igual a 0.8 una correlación de carácter alto.

4. CONCLUSIONES

- La salmuera que brindó mayor retención de la grasa animal en el *Longissimus dorsi* fue la S1, conteniendo 7.5% agua, 1.5% grasa, 0.21 % tripolifosfato de sodio, 0.21% sal y 0.23% de lecitina de girasol.
- El lomo inyectado con la salmuera S1 no presentó diferencias en purga, pH, color, humedad, masticabilidad y grasa; mientras que sí se pudo observar diferencias respecto al nivel de marmoleo después de la inyección y una menor dureza respecto al tratamiento control.
- La salmuera 2 no afectó la purga, color, humedad, dureza, masticabilidad y grasa en los lomos inyectados; sin embargo, influenció el nivel de marmoleo y el pH.
- Los lomos inyectados con la salmuera S1 presentaron mejores características en los parámetros de sabor, olor y aceptación general; no obstante, los parámetros color, jugosidad y suavidad, presentaron mejores resultados en los lomos control.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar un método de inyección que permita homogenizar la adición de la salmuera en todo el músculo.
- Cortar los lomos de tal manera que se pueda manejar el mismo peso para todos, logrando así reducir el coeficiente de variación que se presentó en algunos de los análisis fisicoquímicos.
- Utilizar lomos que presenten un nivel de marmoleo similar, reduciendo así la variación dentro de tratamientos.
- Realizar un análisis de la vida de anaquel de lomos inyectados.
- Evaluar el cambio de color en el tiempo de los lomos inyectados.
- Realizar un análisis de costos respecto a la elaboración de este producto.
- Re-evaluar los contenidos de grasa y el perfil lipídico de cada tratamiento para verificar la replicación de los datos y elevar el perfil respecto a grasas insaturadas en futuros estudios.

6. LITERATURA CITADA

Acevedo M. 2004. Evaluación de los atributos principales de calidad de la carne de res de origen local e importada, según se ofrece al consumidor [Tesis]. Universidad de Puerto Rico recinto universitario de Mayagüez. 81 p.

AOCS (American Oil Chemist Society). 2016. AOCS Official Method Ce 2-66. [sin lugar]: The american Oul Chemists society; [actualizado 2016; consultado el 15 de sep. de 2018]. Official Methods and recommended practices of the AOCS. <https://aocs.personifycloud.com/PersonifyEBusiness/Store/ProductDetails.aspx?productId=111788>.

AOCS (American Oil Chemist Society). 2017. Official Methods and Recommend Practices of the AOCS. AOCS Official Method Ce 1j-07. 7 ed. <https://aocs.personifycloud.com/PersonifyEBusiness/Default.aspx?TabID=251&productId=111781>.

Baublits RT, Pohlman FW, Brown AH, Johnson ZB, Proctor A, Sawyer J, Dias-Morse P, Galloway DL. 2007. Injection of conjugated linoleic acid into beef strip loins. Meat Sci. 75(1):84–93. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2006.07.006.

Bianchi G. s.f. La calidad de la carne y grasa. [sin editorial]. Uruguay. Departamento de Producción animal y pasturas. 48 p.

Braña Varela D, Ramírez Rodríguez E, Rubio Lozano MdS, Sánchez Escalante A, Torrescano Urrutia G, Arenas de Moreno ML, Partida de la Peña JA, Ponce Alquicira E, Ríos Rincón FG. 2011. Manual de análisis de Calidad en Muestras de Carne. 1ra. Ajuchitlán, Colón, Querétaro: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; [consultado 2018 ago 21]. 91 p. Folleto técnico. <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/03-manual-de-analisis-de-calidad-en-muestras-de-carne.pdf>.

Bressan M. C, Rossato LV, Rodrigues EC, Alves SP, Bessa R JB, Ramos EM, Gama LT. 2011. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. Journal of animal science. 89 (1):221–232. eng. DOI: 10.2527/jas.2009-2672.

Canada Beef. 2016. Suavidad de la carne. mx: [sin editorial]; [actualizado 2018; consultado 2017 nov 31]. <http://www.canadabeef.mx/6746-2/>.

Carduza F, Irurueta M. 2009. Evaluación organoléptica de calidad en carne. arg: IPCVA; [actualizado 2014]. <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=131>.

Carnetec. 2016. 5 principios de ligado y retención de agua en productos emulsificados. col: [sin editorial]; [consultado 2018 sep 16]. <http://www.contextoganadero.com/internacional/5-principios-de-ligado-y-retencion-de-agua-en-productos-emulsificados>.

Carvajal LM, Ospina N, Martínez OL, Ramírez L, Restrepo CC, Adarve SS, Restrepo SL. 2008. Evaluación de textura a cinco cortes de carne de res conservados por esterilización en envase de hojalata. Revista de la Facultad de Química farmacéutica; [consultado 2018 sep 16]. 15(2):232–243. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n2/v15n2a05.pdf>.

Castañeda RD, Peñuela LM. 2010. Ácidos grasos en la carne bovina: Confinamiento vs. Pastoreo [internet]. Brasil. Universidade Estadual de Maringá. <https://www.engo.rmix.com/ganaderia-carne/articulos/acidos-grasos-carne-bovina-t28540.htm>.

Chacón Villalobos A. 2004. La suavidad carne: Implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. Fundación Dialnet. [consultado 2017 oct 24]. 15:225–243. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5546745>.

Chamorro FH. s.f. Mioglobina factor principal del cual depende el color de la carne. [sin lugar]: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. [consultado 2018 sep 16]. 9 p. <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Mioglobina%20Factor%20Principal%20del%20cual%20Depende%20el%20Color%20de%20la%20Carne.pdf>.

Codex Alimentarius. 2018. Carne y productos cárnicos, incluso los bouillons y consomés: Código Alimentario: Principios Generales. <http://webs.ucm.es/info/nutrihum/ResumenCodigoAlimentario.pdf>.

Cruz MI; Sánchez DI, López J, Munguía JA, Molina RM, Rivera F, Hernández JF. 2014. Caracterización del perfil de ácidos grasos en carne de borrego de engorda utilizando cromatografo de gases. Nacameh. 8(1):39–49. http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v8n1/Nacameh_v8n1_039_CruzGonzalez_etal.pdf, Última comprobación el 20/09/2018.

EcuRed. 2017. Carne. Cuba: EcuRed; [consultado el 21 de ago. de 2018]. <http://www.ecured.cu/Carne>.

Ellis R. 2011. Meat and meat products. [actualizado 2011 jul 11; consultado 2018 sep 16]. 1 p. <http://aufsi.auburn.edu/recommendedmethods/05A01c.pdf>.

Espinoza JA. 2013. Industria cárnica espera alza de 50% en el consumo para fin de año: Productores de res, pollo y cerdo apuntan a recuperar las ventas en diciembre. LaPrensa; [consultado 2017 nov 10]. <http://www.laprensa.hn/economia/laeconomia/428829-98/industria-carnica-espera-alza-de-50-en-el-consumo-para-fin-de>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2005. Código de prácticas de higiene para la carne [internet]. CAC/RCP 58-2005. file:///F:/Citas%20CSE.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Producción y Sanidad Animal: Calidad de la carne [internet]. FAO, Departamento de Agricultura y Protección del consumidor; [actualizado 2014 nov 25; consultado 2018 ago 21]. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/quality_meat.html.

FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética). 2013. Informe FESNAD sobre la ingesta de grasas trans [internet]. España: Federación española de sociedades de nutrición. http://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/Informe_grasas_trans.pdf, Última comprobación el 20/09/2018.

Formento P. 2015. Calidad de Carnes. [consultado 2018 sep 16]. <https://www.inac.uy/innovaportal/file/11973/1/calidad-de-carnes.pdf>.

Gardner MA, Rincker PJ, inventores; Cargill, Incorporated, cesionario. 01, 07, 2010. Method for providing a marbled meat product. US W02010002977A1.

Goñi L. 2014. Utilización de lipasas en la modificación enzimática de lecitinas crudas [Tesis]. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca-Argentina. 113 p.

Hannaarg. s.f. pH y temperatura para la calidad de la carne. [consultado 2018 sep 16]. http://www.hannaarg.com/documentos/733_69_PHMETRO_CARNE_HANNA_99163_0711.pdf.

Hleap JI, Velasco VA. 2010. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja. Colombia: Facultad de Ingeniería y administración. Universidad Nacional de Colombia - sede Palmira; [consultado 2018 sep 16]. 11 p. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a07.pdf>.

HunterLab. 2014. Application note AN 1018.00: Using Hitch Standardization on a Series of Color Measuring Instruments. Sunset Hills Road, Reston, VA 20190-5280 USA: [sin editorial]. [actualizado 2014; consultado 2018 may 21]. 6 p. https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application_Notes/AN_1018_Hitch_Stdz_EU.pdf.

Konica Minolta. 2006. Identifying Color Differences Using L*a*b* or L*C*H* Coordinates [internet]. [consultado 2018 sep 16]. <https://sensing.konicaminolta.us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/>.

Krystallis A, Arvanitoyannis IS. 2006. Investigating the concept of meat quality from the consumers' perspective: The case of Greece. Meat Sci. 72(1):164–176. eng. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174005002615>. doi:10.1016/j.meatsci.2005.06.013.

La Rioja. 2009. Fosfatos en la industria cárnica. - Innovación. [actualizado 2016; consultado 2018 sep 16]. <http://www.larioja.org/innovacion/en/noticias/noticia-innovacion/fosfatos-industria-carnica>.

Latimer G. 2016. Official methods of analysis of AOAC international. 20. Ed. Rockville, MD: AOAC International. 1 volumi ISBN: 0935584676.

Liria Domínguez MR. 2007. Guía para la Evaluación sensorial de Alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional-IIN; [actualizado 2012 nov 21; consultado 2018 ago 01]. <https://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin-sensorial-de-alimentos>.

Martínez JC. 2016. La textura y el flavor de la carne. [consultado 2018 sep 16]. <http://todocarne.es/la-textura-y-el-flavor-de-la-carne/>.

Mathias-Rettig K, Ah-Hen K. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. AgroSur; [consultado 2018 sep 16]. 39-48. <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>.

Montero M, Juárez FI, García HS. 2010. Perfil de ácidos grasos en carnes de toretes Europeo × Cebú finalizados en pastoreo y en corral. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000200002.

Prieto RL, Bello Pérez EV. 2013. Composición de cortes de carne bovina nacional; [consultado 30,01,2018]. 1–39. <http://agronomia.uc.cl/proyectos/49-carne-bovina/file>.

Robbins K, Jensen J, Ryan KJ, Homco-Ryan C, McKeith FK, Brewer MS. 2003. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. Meat Sci. 65(2):721–729. doi:10.1016/S0309-1740(02)00274-7.

Rogberg A, Papaleo M, Villareal E, Falomir AH, Peral P, Añon MC, Melucci L, Giovambattista G. 2012. Color de la carne bovina y su asociación con marcadores de genes candidatos. XV Congreso Latinoamericano de genética, Rosario, Santa Fe: [sin editorial]. https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=42772&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=6825293.

Schenettler B, Fica D, Sepúlveda J, Denegri M. 2010. Valoración de atributos intrínsecos y extrínsecos en la compra de la carne bovina en el sur de Chile. FCV-LUZ. 20(1):101-109. español. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95915974014>.

Sebranek J. 2008. Determinando niveles de inyección ideales para productos frescos de carne de bovino [consultado 2018 sep 17]. <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/1639>.

Smith GC, Griffin DB, Johnson HK. 2001. Meat evaluation handbook: Beef. New York: American Meat Science Association. 161 p. ISBN: 0-9704378-0-3.

Solis JL. 2005. Manual de prácticas tecnología de carnes. Huancayo, Perú: Facultad de Ingeniería en industrias Alimentarias; [consultado 2018 sep 16]. <https://es.slideshare.net/ANVI24/29184191-manualtecnologiadecarnestomoi>.

Tarté R. 2009. Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications. [sin lugar]: Springer. ISBN: 978-0-387-71326-7; [consultado 2018 sep 16]. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CwrQaaXxj0C&oi=fnd&pg=PR3&dq=joseph+G.+Sebranek+meat+additives&ots=52q8YSJdAv&sig=cLwWXXcsmBswIs8BYrHilEe0eoM>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2014. Beef Up Your Knowledge: Meat Marbling 101 | USDA. US: USDA; [actualizado 2014 may 15; consultado de 2018 may 21]. <https://www.usda.gov/media/blog/2014/05/15/beef-your-knowledge-meat-marbling-101>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2018. Beef Grading Shields Agricultural Marketing Service: Beef grades. [sin lugar]: USDA; [consultado 2018 ago 21]. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/beef/shields-and-marbling-pictures>.

Valero T, del pozo S, Ruíz E, Ávila JM, Varela G. s.f. Guía nutricional de la carne. [sin lugar]: Fundación Española de la Nutrición. <http://www.fedecarne.es/ficheros/swf/pdf/guiaNutricion.pdf>.

Warriss PD. 2003. Ciencia de la carne. 2. ed. Zaragoza: Acribia. ix, 309 p. isbn: 9788420010052.

Zayas JF. 2013. Functionality of Proteins in Food. Berlin: Springer Berlin. 367 p.

Zimerman M. s.f. Capítulo 11 pH de la carne y factores que lo afectan. [consultado 2018 sep 16]. 12 p. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf.

7. ANEXOS

Anexo 1. Boleta de evaluación general.

Edad:		Género: F () M ()			Fecha:		
Pruebe la muestra y posteriormente indique su calificación marcando con una "X" el punto en la escala de grado de aceptabilidad que mejor describa su percepción para cada uno de los atributos evaluados.							
MUESTRA : _____ ATRIBUTOS EVALUADOS		GRADO DE ACEPTABILIDAD					
		Me disgusta mucho (1)	Me disgusta moderadamente (2)	Me disgusta poco (3)	No me gusta ni me disgusta (4)	Me gusta poco (5)	Me gusta moderadamente (6)
COLOR							
OLOR							
SABOR							
JUGOSIDAD							
SUAVIDAD							
ACEPTACIÓN GENERAL							
OBSERVACIONES							
MUESTRA : _____ ATRIBUTOS EVALUADOS		GRADO DE ACEPTABILIDAD					
		Me disgusta mucho (1)	Me disgusta moderadamente (2)	Me disgusta poco (3)	No me gusta ni me disgusta (4)	Me gusta poco (5)	Me gusta moderadamente (6)
COLOR							
OLOR							
SABOR							
JUGOSIDAD							
SUAVIDAD							
ACEPTACIÓN GENERAL							
OBSERVACIONES							
MUCHAS GRACIAS !							

Anexo 2. Composición de ácidos grasos de la lecitina de girasol.

Ácido Graso	Composición de Ácidos Grasos (%) ^{a,b} según la Fracción Analizada		
	Lecitina Cruda	Fracción Fosfolípidos	Fracción Aceite
C14:0	0,09 ± 0,00	0,11 ± 0,01	0,09 ± 0,00
C16:0	12,38 ± 0,02	11,50 ± 0,18	12,47 ± 0,04
C16:1	0,10 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,10 ± 0,00
C17:0	0,12 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,12 ± 0,00
C17:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:0	4,10 ± 0,02	3,52 ± 0,02	4,24 ± 0,02
C18:1	16,80 ± 0,05	15,49 ± 0,09	17,12 ± 0,03
C18:2	64,67 ± 0,07	67,52 ± 0,14	64,12 ± 0,07
C18:3	0,29 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,29 ± 0,01
C20:0	0,18 ± 0,01	0,28 ± 0,03	0,15 ± 0,00
C20:1	0,10 ± 0,00	0,08 ± 0,01	0,11 ± 0,01
C22:0	0,90 ± 0,01	0,76 ± 0,05	0,92 ± 0,01
C24:0	0,27 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,27 ± 0,01

^a Porcentaje m/m sobre el total de ácidos grasos.

^b Media aritmética ± Desviación estándar; n = 3.

Fuente: Goñi (2014)

Anexo 3. Composición de ácidos grasos de toretes finalizados en corral vs pastoreo.

Fatty acid	Grazing	Feedlot	P value
C14:0 (myristic)	14.1 ± 1.13	10.5 ± 2.34	NS
C14:1 (myristoleic)	23.6 ± 1.93	41.5 ± 4.02	NS
C16:0 (palmitic)	70.5 ± 4.82	84.5 ± 10.03	NS
C16:1 (palmitoleic)	4.4 ± 0.33	7.0 ± 0.69	NS
C18:0 (stearic)	31.7 ± 2.17	62.0 ± 4.52	≤0.05
C18:1 (oleic)	48.9 ± 1.81	105.0 ± 3.77	≤0.05
C18:2 (linoleic)	63.5 ± 1.87	185.1 ± 3.88	≤0.05
C18:3 (linolenic)	22.7 ± 1.70	3.4 ± 0.35	≤0.05
Saturated	116.4 ± 8.12	157.1 ± 16.90	≤0.05
Monounsaturated	76.9 ± 4.07	153.5 ± 8.48	≤0.05
Polyunsaturated	135.0 ± 5.38	188.5 ± 11.19	NS
Polyunsaturated: Saturated	1.162 ± 0.032	1.200 ± 0.002	NS
w6:w3 ratio	2.8 ± 0.29	54.4 ± 2.25	≤0.01

Fuente: Montero, Juárez y García (2010)

Anexo 4. Contenido de ácidos grasos en el músculo *Longissimus dorsi*.

Acido grasos	Nombre	Concentración porcentual
C10:0	Cáprico	0.427±0.118
C12:0	Laurico	1.487±0.794
C14:0	Mirístico	2.451±1.07
C15:0	Misristoleico	0.449±0.14
C16:0	Palmítico	30.31±2.92
C16:1n7	Palmitoleico	2.116±0.34
C17:0	Metil-palmítico	0.980±0.19
C18:0	Estearico	13.207±1.53
C18:1n9 trans	Elaidico	1.529±1.05
C18:1n9 cis	Oleico	34.295±4.15
C18:2n6	Linoléico	10.549±3.16
C18:3n3	Linolenico	0.614±0.50
C20:4n6	Araquidónico	3.533±1.46

Fuente: Cruz *et al.* (2014)

Anexo 5. Ficha técnica de la lecitina de girasol utilizada.

Descripción del Producto		
Descripción		
- Nutriente Esencial - Fosfatidil colina y otros fosfátidos presentes de forma natural - Sin soja - Sin transgénicos - Vegetariano - vegano - Certificación Kosher - Salud general - Empresa familiar fundada en 1968 - Calidad garantizada GMP		
La Lecitina de girasol en polvo de NOW contiene fosfatidil colina, el fosfolípido que más abunda en la membrana celular. También abunda de forma natural en fosfatidil inositol, fosfatidil etanolamina y ácidos grasos esenciales. La lecitina ayuda a emulsionar las grasas, permitiéndoles que se dispersen en el agua. La Lecitina de girasol en polvo de NOW no contiene soja ni transgénicos.		
Uso Sugerido		
Tome 1 cucharada y 1/3 al día, preferentemente con una comida. Mézclelo con zumos o batidos o espolvoréelo en la comida.		
Otros Ingredientes		
Polvo de lecitina de girasol (no OGM).		
No se fabrica con ingredientes de levadura, trigo, gluten, soja, maíz, leche, huevo, pescado, mariscos o nueces de árbol. Producido en una instalación GMP que procesa otros ingredientes que contienen estos ingredientes.		
Advertencias		
Precaución: No ingerir el sobre desecante incluido.		
Pueden producirse variaciones naturales del color en este producto.		
Después de abierto, guarde el producto en un lugar fresco y seco.		
Este producto se vende por peso, no por volumen.		
Hechos suplementarios		
Tamaño de la porción: 1 1/3 cucharadas (aproximadamente 10 g)		
Porciones por envase: alrededor de 45		
	Cantidad por porcion	%Valor diario*
Calorías	80	
Calorías de grasa	60	
Grasa total	5 g	8%
Grasa saturada	1 g	5%
Grasas trans	0 g	
Grasa poli-insaturada	2.5 g	
Grasa monosaturada	1.5 g	
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	0 mg	0%
Potasio	80 mg	2%
Carbohidratos totales	<1 g	<1%
Fibra dietética	0 g	0%
Azúcares	0 g	
Proteína	0 g	
Vitamina A		0%
Vitamina C		0%
Calcio		2%
Hierro		2%
Fósforo		25%
* El porcentaje de valores diarios se basa en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos según sus necesidades calóricas:		

Fuente: iHerb (2018)