

**Efecto de la maduración húmeda y masajeo
en características físicas, microbiológicas y
sensoriales en el *Longissimus dorsi* de res**

María Fernanda Amaya Araujo

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la maduración húmeda y masajeo en características físicas, microbiológicas y sensoriales en el *Longissimus dorsi* 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

María Fernanda Amaya Araujo

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

Efecto de la maduración húmeda y masajeo en características físicas, microbiológicas y sensoriales en *Longissimus dorsi* de res

Maria Fernanda Amaya Araujo

Resumen. La ternera de la carne es uno de los principales factores deseados por el consumidor. Las variables que afectan la ternera de la carne es el manejo postmortem de la canal como lo es la maduración y el masajeo en este caso de res (*Longissimus dorsi*). El objetivo principal del estudio fue determinar el efecto de la maduración y masajeo en la suavidad, características fisicoquímicas, en la microbiológica y en la aceptación sensorial del *Longissimus dorsi*. Los resultados fueron analizados mediante un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron, fisicoquímicas (pH, color, purga y fuerza de corte), análisis microbiológicos (Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes Totales), y un análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación (color olor sabor suavidad jugosidad y aceptación general). El estudio concluyó que el masajeo disminuyó la fuerza de corte y aumentó la aceptación de suavidad del *Longissimus dorsi* en comparación al producto solo madurado. La maduración y el masajeo no tuvieron ningún efecto sobre el pH pero si en el conteo de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales del lomo de res. Independientemente del tiempo de maduración el masajeo aumentó la aceptación en color, suavidad, sabor y en aceptación general en *Longissimus dorsi*.

Palabras claves: Aceptación, fuerza de corte, jugosidad, pH, suavidad.

Abstract: Meat tenderness is one of the main factors desired by the consumer. The variables that affect the tenderness of the meat is the postmortem management of the carcass, such as aging and massage in this case of beef (*Longissimus dorsi*). The main objective of the study was to determine the effect of aging and massage on softness, physicochemical characteristics, microbiological and sensory acceptance of *Longissimus dorsi*. The results were analyzed using a Randomized Complete Blocks (RCB) design, with four treatments and three replicates for a total of 12 experimental units. The variables evaluated were physicochemical (pH, color, purge and shear force), microbiological analysis (Aerobic Mesophilic Bacteria and Total Coliforms), and an affective sensory analysis with acceptance test (color smell taste softness juiciness and general acceptance). The study concluded that the massage decreased the cutting force and increased the acceptance of softness of *Longissimus dorsi* compared to the product only matured. Aging and massage did not have any effect on pH but on the count of aerobic and total coliform mesophilic bacteria of beef tenderloin. Regardless of the aging time, massage increased the acceptance in color, softness, flavor and general acceptance in *Longissimus dorsi*.

Keywords: Acceptance, juiciness, pH, shear force, softness.

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	8
4. CONCLUSIONES	20
5. RECOMENDACIONES	21
6. LITERATURA CITADA.....	22
7. ANEXOS	26

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio	7
2. Valores de pH en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda.	8
3. Recuento de Coliformes Totales en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda. ..	9
4. Recuento de Bacterias mesófilas aerobias en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	10
5. Valores de purga en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda.....	11
6. Valores del parámetro L de color en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	12
7. Valores del parámetro a* de color en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	13
8. Valores del parámetro b* de color en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda.	14
9. Valores de fuerza de corte en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	14
10. Valoraciones de la aceptación de color en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	15
11. Valoraciones de la aceptación de olor en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	16
12. Valoraciones de aceptación de la suavidad en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	16
13. Valoraciones de aceptación de sabor en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	17
14. Valoraciones de aceptación de la jugosidad en <i>Longissimus dorsi</i> maduración húmeda	18
15. Valoraciones de aceptación general en <i>Longissimus dorsi</i> en maduración húmeda	19
Figuras	Página
1. Masajeadora Tumbler utilizadas para los diferentes tratamientos.	4
2. Colorímetro Hunter Lab utilizado para el análisis de color	6

Anexos

Página

1. Hoja de evaluación sensorial	26
2. Conteo Bacterias mesófilas aerobias	26
3. Conteo Coliformer totales	27

1. INTRODUCCIÓN

La carne se define como todo tejido animal apto para el consumo humano (Matthews 2010). La mayoría de las reses para consumo provienen de fincas o granjas que llevan a cabo las prácticas de manejo necesarias para obtener un producto final con alta rentabilidad y alta calidad. La decisión de compra en carnes de res está dada por la terneza (Efrén y Moreno 2010). En la calidad de la carne influyen varios factores que permiten que ésta sea aceptada por el consumidor, entre ellas, higiene e inocuidad del producto, su contenido nutricional y las características sensoriales (aroma, sabor, color, jugosidad y terneza). La industria de la carne está sufriendo de la inconsistencia en la palatabilidad debido a la gran variación en la terneza de la carne (Jaramillo 2016). Está probado que la suavidad es el atributo o característica sensorial de calidad más importante que determina la aceptación por parte del consumidor (Nowak 2011).

Cambios en el estilo de vida de la sociedad actual causan gran impacto en el consumo de carne. La preferencia por los atributos como la rapidez de preparación, conveniencia, calidad y la preocupación por salud han influenciado estos cambios. El atributo de calidad más importante identificado por el consumidor es la suavidad (Sullivan y Calkins 2010). Es importante que las condiciones en las que se mantenga la carne postmortem sean las adecuadas, manteniéndola refrigerada desde el momento de la faena hasta el consumo, y estableciendo tiempos de maduración correctos (Quezada 2013). Cambios como el rigor mortis y maduración son necesarios para la conversión del músculo en carne y tienen una influencia crucial en la suavidad de la carne (Nowak 2011).

La estructura del músculo tiene mayor efecto en la suavidad de la carne, sin embargo, el manejo antes de la cosecha, la cosecha, la maduración y el mejoramiento juegan un papel importante en la calidad de la carne alcanzada al final del producto. El proceso de maduración incluye la degradación proteolítica de las proteínas en la carne por proteasas dependientes de calcio resultando en un efecto directo sobre la suavidad por la actividad de las proteasas y la disponibilidad de calcio (Jaramillo 2016).

Tras el sacrificio del animal cesa la circulación sanguínea, lo que conlleva una serie de cambios: cesa la aportación de oxígeno, cesa la regulación hormonal disminuyendo la temperatura de la canal. Además, en ausencia de oxígeno no existen las condiciones de potencial de oxidación-reducción. Ante este déficit de oxígeno comienza la glucólisis anaerobia, utilizando ATP y obteniéndose ácido láctico. El ácido láctico produce una disminución del pH, lo cual favorece la desnaturalización proteica, facilitando la degradación de las proteínas fundamentalmente por proteasas. Es por esta razón que la industria cárnica ha desarrollado diversas técnicas que permitan el mejoramiento de esta

factor tan importante como la suavidad. Entre estas técnicas se ha desarrollado la maduración de la carne (Smith *et al.* 2008).

Este proyecto se basa en la utilización de la maduración húmeda de la carne (empacada al vacío) por un período corto con y sin masajeo. Vitale *et al.* (2014) señalan que el masajeo al vacío de los productos cárnicos permite una extracción óptima de la proteína, mediante la abertura de la estructura celular de la carne, permitiendo que la salmuera o marinado penetre en todo el producto, produciendo de esta forma una carne más suave, con un mejor sabor, facilitando el rebanado y mejorando el color.

La maduración en húmedo conlleva envasar y sellar los cortes en bolsas a las cuales se les extrae el aire, minimizando así el contacto con gases y humedad en el ambiente. Esto aumenta la vida útil de la carne considerablemente, ya que impide la actividad y desarrollo de bacterias que generan la descomposición, al mismo tiempo que permite que el proceso de maduración y ablandamiento de la carne se mantengan sin interrupción (Zhang 2009). Clausen *et al.* (2009) demostraron que el empacado al vacío mejora no solo la aceptación, la inocuidad y vida útil, sino también la suavidad de la carne evidenciado por una menor fuerza de corte.

Debido al alto costo de la carne, es de suma importancia que se tenga una buena experiencia en el momento de consumirla, de manera tal, que se puedan mantener sus niveles de consumo y así mejorar el precio de venta de ésta (Dikeman *et al.* 2013).

Teniendo en cuenta los requerimientos del consumidor de obtener cortes de carne con una mejor suavidad y con mejores atributos sensoriales el presente estudio tuvo como objetivos:

- Determinar el efecto de la maduración húmeda y masajeo en la suavidad del *Longissimus dorsi* de res.
- Evaluar el efecto de tiempos de maduración y masajeo en características fisicoquímicas y microbiológicas del *Longissimus dorsi* de res.
- Analizar el efecto de maduración y masajeo en la aceptación del *Longissimus dorsi* de res.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.

La preparación de tratamientos fue realizada en la Planta de Cárnicos de Zamorano. Los análisis fisicoquímicos se realizarán en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ) y los análisis sensoriales en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Todas las anteriores unidades, están ubicados en el Valle del Yegüare, Departamento de Francisco Morazán, km 30 carretera a Danlí, Honduras.

Materia prima.

Todos los animales utilizados como materia prima se mantuvieron en ayuno de 24 horas previas al sacrificio, posteriormente fueron refrigeradas a 4 ± 1 °C durante 24 horas antes de realizar los cortes. Se utilizó el musculo *Longissimus dorsi* tanto del lado izquierdo como el del lado derecho de las canales cosechadas, los cuales eran similares en edad, sexo y raza (Brahmán) y proporcionados en la Planta de Cárnicos Zamorano, se utilizó un total 37 libras de la carne seleccionada.

Preparación de tratamientos.

El lomo de res se cortó en cuatro partes iguales según el peso total del lomo. Las piezas de carne fueron asignadas al azar según cuatro tratamientos. Se tomó el peso inicial de cada pieza de carne con una balanza digital y luego estas fueron empacadas al vacío. Se utilizaron bolsas (Tripac®) coextruídas de Poliamida (PA) y Polietileno (PE), usando una empacadora al vacío (Ultravac® 2100 Double Chamber, Estados Unidos de América). Las piezas de carne se colocaron en un cuarto frío a 5 ± 1 °C y una humedad relativa de $75 \pm 5\%$.

Masajeo.

El masajeo involucra el uso de un tambor rotatorio que transfiere energía cinética a la carne, permitiendo que la salmuera penetre y mejore la extracción de proteínas. Aquellas piezas que fueron sujetas al masajeo (figura 1), se masajearon usando una dilución compuesta por 0.3% tripolifosfato de sodio, 0.5% de NaCl y 99.2% agua. A las piezas se les aplicó este tratamiento en una masajeadora (Estados Unidos de América) por 15 min 60 rpm.



Figura 1. Masajeadora utilizadas para los diferentes tratamientos.

Maduración.

La maduración o el añejar la carne, se refiere a los procesos físicos y químicos que ocurren al almacenar ésta a temperatura de refrigeración ($2 - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) por un período, generalmente de 7 a 21 días. Está establecido que el añejar aumenta la ternura de la carne durante el almacenamiento postmortem de las canales bajo condiciones de refrigeración, este aumento en ternura es debido a la pérdida de la integridad de las miofibrillas postmortem (Dunne *et al.* 2010). En este estudio de las cuatro piezas obtenidas dos ellas fueron maduras por 7 días y las otras dos fueron maduras por 14 días en las condiciones ambientales anteriormente mencionadas.

Medición de pH y temperatura.

El pH del tejido muscular desciende durante las primeras horas posteriores al sacrificio debido al desarrollo de la glucólisis anaeróbica hasta el establecimiento del rigor mortis (Jaramillo 2016). El análisis de pH se realizó en un potenciómetro (Starter 2100 OHAUS, México) tomando 10 g de muestra diluidos en 10 ml de agua desionizada, repitiendo este proceso tres veces para asegurar una mejor medición. Para la medición de la temperatura se utilizó un termómetro digital (Taylor[®] DOMINION, México) a una profundidad de 5 cm en el centro de los lomos de cada res, triplicado. Estas mediciones se realizaron con el fin de monitorear y llevar un control de descenso de pH y temperatura en la maduración.

Análisis microbiológicos.

Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y Coliformes Totales (CT) se realizaron los días 7 y 14. Se tomó la muestra en un área aproximadamente de 100 cm² en ambos lados del trozo de carne correspondiente a cada tratamiento, con una esponja hidratada con 25 ml de agua peptonada ISO 3M. La esponja (*Nasco Whirl Pack*, Estados Unidos de América) se colocó en el homogeneizador (*Masticator IUL*, Estados Unidos de América) durante 2 min. Luego se tomó 1 mL y se diluyó en 9 mL de agua peptonada ISO 3M y finalmente se agitó en el vortex (*Genie 2 Si-0236*, México), para continuar con las diluciones de cada análisis.

Bacterias mesófilas aerobias (BMA). Se realizaron las diluciones como se mencionó anteriormente de 10⁻¹ hasta 10⁻⁴. Se colocó 1 mL de dilución correspondiente en cada placa con una micro pipeta electrónica (3M Cat. 6482E y puntas Cat. 6486), realizando duplicados por dilución. Las placas 3MTM Petrifilm para Recuento de Aerobios (*Aerobic Count AC*). Estas placas son un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene nutrientes del Agar Standard Methods, un agente gelificante soluble en agua fría, y un tinte indicador de color rojo que facilita el recuento de las colonias. Las Placas Petrifilm AC se utilizaron para el recuento de la población total existente de bacterias aerobias en las muestras. El conteo ideal se encuentra entre 25 - 20.

Coliformes totales (CT). Se realizaron las diluciones como se mencionó anteriormente de 10⁻⁰ hasta 10⁻². Se colocó 1 ml de dilución correspondiente en cada placa con una micro pipeta electrónica (3M Cat. 6482E y puntas Cat. 6486), realizando duplicados por cada dilución. Las placas 3MTM Petrifilm Coliform Count se utilizaron para enumerar los coliformes en 24 h. Coliformes confirmados producen colonias rojas que están asociadas a las burbujas de gas en un conteo aceptable de 15-150.

Purga.

Se utilizó una probeta de 50 ml para medir la purga del proceso de maduración en sus diferentes días. La purga que se liberó de la carne empacada en los días 7 y 14, se vertió de la bolsa en la probeta graduada, sacando antes la pieza de carne.

Color.

Se utilizó un colorímetro Hunter Lab para medir valores L a* b*. En donde L corresponde a la luminosidad tomando valores de 100 (blanco) y 0 (negro), a* a la saturación valores positivos (rojo +) a los negativos (verde -) y b* va de amarillo (+) a los negativos (-) azul. Para este análisis se tomaron de 30-40 g de cada muestra (figura 2).



Figura 2. Colorímetro Hunter Lab utilizado para el análisis de color.

Cocción.

Se utilizó una plancha de conducción a 200 ± 5 °C por 15 min. Durante el proceso las muestras no fueron tocadas y se monitoreo la temperatura interna de cada una de ellas hasta llegar a 60 °C y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Fuerza de corte.

Después de la cocción y enfriamiento a temperatura ambiente, las muestras se dejaron en refrigeración durante la noche a 4 ± 1 °C con el objetivo de estandarizar la temperatura a la cual se realiza el análisis de fuerza de corte ya que la suavidad se puede ver afectada por la variabilidad de la temperatura de la muestra. Con la ayuda de un pie de rey se cortaron tres trozos de 10 mm de grosor, 10 mm de ancho y 80 mm de largo de cada muestra. El corte longitudinal de los trozos fue contrario a la orientación de las fibras de la carne. Se utilizó el acople Compression Warner Bratzler del texturómetro (Instron 4444, Estados Unidos de América) con una velocidad de 200 mm/min.

Análisis sensorial.

Se realizó un análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación de las muestras de carne maduradas en húmedo con y sin masajeo del día 7 y 14 con el método de cocción previamente descrito. Se cortaron cubos de las piezas de carne y se presentaron a los panelistas con una temperatura de 40 - 50 °C. A cada panelista se le ofreció las muestras codificadas y se evaluó el grado de aceptabilidad de esta. Se evaluaron atributos de color, sabor, olor, suavidad, jugosidad y aceptación general en una escala hedónica de 1 a 9, siendo 1 “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”. Por cada repetición se tomó un total de 60 panelistas.

Diseño experimental.

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro tratamientos en un arreglo factorial y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. La maduración y el masaje fueron los dos factores evaluados (cuadro 1). Los datos se analizaron usando el programa “Statistical Analysis System” (SAS® versión 9.4). Se utilizó una separación de medias LSMEANS para analizar los resultados.

Cuadro 1 . Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio

Tratamiento	Masajeo	Maduración (días)
T1	Con	7
T2	Sin	7
T3	Con	14
T4	Sin	14

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potencial de hidrógeno.

En los valores de pH (cuadro 2), no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) y ninguno de los dos factores evaluados influyó sobre los resultados ($P > 0.05$). Las muestras de mantuvieron en un rango adecuado de pH según el RTCA de productos cárnicos crudos y esto puede estar relacionado con la inmediata refrigeración que se le dio a la canal en la planta de cárnicos. El pH adecuado de la carne se debe al manejo postmortem, ejemplo de ello es que la canal tenga una adecuada refrigeración para que la temperatura descienda de 38 a 4 °C (Muñoz 2016).

Cuadro 2. Valores de pH en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media \pm D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	5.60 \pm 0.02 ^a
Sin	7	5.49 \pm 0.09 ^a
Con	14	5.50 \pm 0.09 ^a
Sin	14	5.40 \pm 0.08 ^a
Coeficiente de Variación (%)		2.09

D.E.= Desviación estándar

^aMedias con letras iguales no fueron significativamente diferentes entre tratamientos ($P > 0.05$).

Jara (2007), realizo mediciones de pH a cortes de lomo de res y los resultados obtenidos fueron en promedio 5.5 (día 1, 15, 30, y 45) fueron similares a los encontrados en este estudio atribuidos a la adecuada conversión de glucógeno en acido latico permitiendo un pH óptimo.

El pH del tejido muscular desciende durante las primeras horas posteriores al sacrificio debido al desarrollo de la glucólisis anaeróbica hasta el establecimiento del rigor mortis. Factores como el manejo antemortem y el método de sacrificio pueden alterar el pH normal de la carne y llevar a la formación de carne pálida, suave y exudativa (PSE) o carne oscura, firme y seca (DFD) (Hui *et al.* 2006). La disminución del pH en el músculo se relaciona con la acumulación de ácido láctico y una disminución normal de pH en músculos de la res inicia gradualmente de 7.4 (en músculo vivo) a 5.6 – 5.7 en 6 a 8 horas y 5.3 – 5.7 en 24 horas postmortem (Aberle *et al.* 2001)

El pH final al que se mantiene la carne, tiene gran influencia en su textura, su capacidad de retención de agua, su resistencia al desarrollo microbiano y el color. Por la que establecer un nivel adecuado de pH de 5.5 es muy importante pues ciertas enzimas críticas se inhiben y reacciones metabólicas como la glucólisis cesan; esta última, deberá ser completa y lenta para mantener un nivel óptimo de pH (Sañudo 2006).

Análisis microbiológicos.

Coliformes Totales (CT). En el cuadro 3 se demuestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Los dos factores evaluados influyeron, sin embargo, por la interacción que existió entre ambos, no es posible determinar cuál de los dos factores fue el más influyente ($P < 0.05$). En este análisis no hubo efecto del tiempo ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Recuento de Coliformes Totales en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda

Tratamientos		CT Log₁₀(UFC/cm²)
Masajeo	Maduración (días)	Media ± D.E
Con	7	0.020 ± 0.017 ^b
Sin	7	0.500 ± 0.173 ^a
Con	14	0.020 ± 0.017 ^b
Sin	14	0.020 ± 0.017 ^b
Coeficiente de Variación (%)		40.05

D.E=Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamiento ($P < 0.05$).

Según Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002 de productos cárnicos, los límites permisibles para coliformes totales de productos cárnicos crudos deben estar ausentes, sin embargo, para productos con adiciones de salmuera el límite permitido es de <3 UFC/cm². Acorde al cuadro 3 los conteos obtenidos los tratamientos con masajeo si cumplen con la norma sin embargo los tratamientos sin masajeo no cumplen con la norma. Esto puede estar relacionado a un descuido en los procesos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) dando como resultados la contaminación, adicionando que los CT son bacterias aerobias y anaerobias facultativas resistiendo al empacado al vacío. Además, los coliformes si pueden crecer a menos de 5 °C (CSIRO, 2002).

Bacterias mesófilas aerobias (BMA). El cuadro 4 muestra que si hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Los dos factores evaluados influyeron, sin embargo, por la interacción que existió entre ambos, no es posible determinar cuál de los dos factores fue el más influyente ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Recuento de Bacterias mesófilas aerobias en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		BMA Log ₁₀ (UFC/cm ²)
Masajeo	Maduración (días)	Media ± D.E
Con	7	3.63 ± 0.53 ^{ab}
Sin	7	1.93 ± 2.15 ^b
Con	14	6.06 ± 1.81 ^a
Sin	14	3.32 ± 0.11 ^{ab}
Coeficiente de Variación (%)		36.46

D.E=Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamiento (P < 0.05).

Los conteos obtenidos pueden estar relacionados a dos razones principales: contaminación y nivel de frescura. La primera la exposición a fuentes de contaminación que en este caso fue la masajeadora en la que las piezas de carne fueron expuestas; nos indica que posiblemente se haya violado la norma de trabajo como la limpieza adecuada de equipos, lo cual es considerado inaceptable. La segunda es el nivel de frescura: la pérdida de frescura de un alimento implica la presencia de actividad microbiana, en algunos alimentos cifras mayores de 10⁶ ,10⁷ ufc/g o ml se acompaña de signos de deterioro (Alberto 2006).

Los mesófilos aerobios son indicadores de la inocuidad de la carne. El número de BMA en la carne madurada se debió a la presencia de condiciones húmedas que promueven la proliferación de estos microorganismos, principalmente de pseudomonas. El deterioro de la carne ocurre cuando los conteos de estos microorganismos alcanzan entre 100 y 500 millones UFC/cm². Gullahally (2016) en un estudio se evaluó la carga microbiana de lomos madurados se encontró que el conteo de BMA los conteos fueron de 160 a 89'000,000 UFC/cm². A pesar de la gran carga microbiana en este estudio no se encontraron niveles detectables de *E.coli*, *Listeria* spp y *L. monocytogenes*.

Al realizar un recuento de BMA en un alimento, estima el tiempo, que, bajo condiciones definidas de almacenamiento, habrá de transcurrir antes que se presenten signos de deterioro. De manera general, una elevada carga de BMA expresa una imagen negativa de su calidad microbiológica (OMS 2015)

Purga.

Los valores de purga en cuadro 5, muestran diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05). Ambos factores influyeron en los resultados obtenidos, siendo la maduración el factor que más influyó en este (P < 0.05). El tratamiento con masajeo y 14 días fue el que presento mayor purga.

La purga del peso es proporcional al tiempo de almacenamiento y se produce por pérdida de agua que altera la estructura de la carne. Los cuales son una mezcla como se mencionó anteriormente de agua y una proteína llamada mioglobina (Dave y Ghaly 2011). La purga que se libera por encima de la superficie del corte muscular en un periodo de tiempo. Factores intrínsecos como la relación agua/proteína influye en la capacidad de retención de agua; disminuyendo dicha capacidad conforme aumenta el tiempo de maduración (Huff-Lonergam *et al.* 2002).

Cuadro 5. Valores de purga en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media(ml) ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	18.66 ± 5.68 ^b
Sin	7	7.66 ± 4.16 ^b
Con	14	50.00 ± 27.83 ^a
Sin	14	22.33 ± 15.37 ^b
Coeficiente de Variación (%)		47.15

D.E.= Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos (P < 0.05)

Para Honikel (2008), la purga es una pérdida económica importante ya que representa una pérdida de peso en la carne y una menor producción durante el procesamiento de la misma, el conocimiento del valor de purga de la carne permite definir el uso que se le dará a la misma, es decir, si se venderá como carne fresca o se utilizará para la producción de productos cárnicos.

Color.

El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad (Brewer *et al.* 2002).

Valor L. Los valores de la escala L (luminosidad) presentaron diferencias significativas (P < 0.05) entre las tonalidades de los tratamientos (cuadro 6). Se encontró una interacción (P < 0.05) entre el masajeo y la maduración por lo tanto no se puede definir cuál de los dos factores fue el más influyente. El tratamiento con masajeo y 7 días obtuvo el mayor valor en luminosidad, mientras que los demás tratamientos disminuyeron sus valores.

Cuadro 6. Valores del parámetro L de color en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	33.23 ± 4.88 ^a
Sin	7	30.21 ± 1.74 ^{bc}
Con	14	28.92 ± 4.60 ^c
Sin	14	30.26 ± 0.63 ^{ab}
Coeficiente de Variación (%)		7.09

D.E.= Desviación estándar

^{abc} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$).

Los resultados obtenidos coinciden con Muñoz (2016); indicando que en el caso del valor L para el corte de *Longissimus dorsi* se presentó un patrón, obteniendo valores promedio de 32.54 en tiempos de hasta 90 días de maduración empacada al vacío. Esto está relacionado con la desnaturalización de las proteínas ya que esto causa una pérdida de la solubilidad de las proteínas, pérdida de la capacidad de unión entre proteína y agua y una pérdida en la intensidad de la pigmentación del músculo.

Por otro lado, Purchas y Zou (2008); encontraron que el periodo de maduración influye en el color de la carne debido a la velocidad de acumulación de la metamioglobina. Después de algunas horas y días expuestas, oximioglobina se convierte en metamioglobina, en la cual una molécula de agua sustituye la molécula de oxígeno y produce un color marrón perdiendo luminosidad de la carne (Aberle *et al.* 2001).

Dichos resultados se relacionan con el cuadro 5 referente a purga ya que Huff-Lonergam *et al.* (2002), señalan que la pérdida de agua o purga es una característica muy importante ya que la carne con una alta cantidad de purga tiende a presentar un color menos característico y más claro. Teniendo en cuenta que aquellos tratamientos que se les aplico el masajeo obtuvieron valores significativos en purga.

Valor a*. Se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en la coloración rojiza (cuadro 7), siendo el masajeo el factor que más influyó ($P < 0.05$). En este estudio masajeo disminuye la coloración rojiza de la carne y de acuerdo con Braña (2011) la saturación o la escala de a* se relaciona con los pigmentos de mioglobina, que influye directamente en la saturación del color del músculo. Siendo la concentración de mioglobina el factor principal de determinación del color rojo de la carne (Li *et al.* 2013).

Cuadro 7. Valores del parámetro a* de color en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	14.40 ± 0.81 ^b
Sin	7	19.77 ± 3.92 ^a
Con	14	16.48 ± 2.00 ^b
Sin	14	19.20 ± 3.85 ^a
Coeficiente de Variación (%)		15.06

D.E.= Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamiento (P < 0.05).

Los resultados obtenidos en el cuadro 7 se relacionan con los obtenidos en el cuadro 5 referentes a purga ya que la mioglobina al ser una proteína sarcoplasmática se puede disolver en agua perdiéndose de esta manera en la purga de la carne y afectando la intensidad de color rojo de la carne (Huff-Lonergan *et al.* 2002)

Otro factor que influye en la coloración rojiza es el estado químico del pigmento de mayor concentración en la carne es la mioglobina. Por lo tanto, este cambio en la disminución en la coloración rojiza puede estar relacionado con aquellos tratamientos con masajeo estuvieron por un periodo más prolongado expuestos al oxígeno y la luz. Estos son responsables de que la oximioglobina se oxide a metamioglobina, dando lugar al color marrón. Este cambio de color no es indicativo de un deterioro o un cambio en la composición nutricional de la carne, sino que es producto de las reacciones químicas que acontecen de manera natural el alimento en condiciones de conservación (Clausen *et al.* 2009).

Valor b*. Los tratamientos presentaron diferencias significativas (P < 0.05) siendo el masajeo el factor que más influyó (P < 0.05) (cuadro 8). En este estudio el masajeo disminuyó la coloración amarillenta en la carne y de acuerdo con Pagador (2013); el contenido de grasa influye, pues las materias primas con mayor contenido en grasa son las que presentan mayores valores de b*.

Por lo que en el corte de *Longissimus dorsi* los valores de b* son bajos debido a que su contenido de grasa es bajo. La coloración amarillenta está asociada a los carotenoides (β-caroteno) presentes en la alimentación que se le brinda al ganado, ya que los animales dependen completamente del alimento como fuente de carotenoides que son constituyentes normales de la sangre y tejidos (Dunne *et al.* 2010).

Cuadro 8. Valores del parámetro b * de color en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	12.81 ± 2.05 ^b
Sin	7	15.95 ± 3.00 ^a
Con	14	13.77 ± 1.76 ^b
Sin	14	16.42 ± 3.56 ^a
Coeficiente de Variación (%)		14.15

D.E.= Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos (P<0.05).

Las mediciones de color en la carne cruda son afectadas por la nutrición del animal, la velocidad de enfriamiento de la canal, el tipo de músculo, la orientación de las fibras, el pH del músculo, el tiempo y la temperatura de almacenamiento postmortem y la concentración de mioglobina (Tapp *et al.* 2011).

Fuerza de corte.

El cuadro 9 muestra los resultados obtenidos se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (P < 0.05), siendo el masajeo el factor que más influyo sobre los resultados (P<0.05). Se observa una disminución significativa de la fuerza de corte a 25.86 N en aquellos tratamientos con masajeo.

Según Theno *et al.* (2009), en un estudio realizado encontraron que las miofibrillas se separaban algunas horas después de haberse realizado el masaje, aumentando enormemente la superficie de contacto entre componentes de la carne, sal y polifosfatos. Después de 24 horas de masaje y maduración, la degradación de la estructura y de la integridad de las fibras está ya está más marcada dando como resultado mayor suavidad.

Cuadro 9. Valores de fuerza de corte en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media (N) ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	26.00 ± 1.13 ^b
Sin	7	36.28 ± 3.88 ^a
Con	14	25.86 ± 3.51 ^b
Sin	14	34.86 ± 1.76 ^a
Coeficiente de Variación (%)		10.69

D.E.= Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos (P < 0.05).

Según Ranken (2003), este efecto se debe a que la sal cambia la estructura de los filamentos musculares rompiendo la estructura proteínica que los sostiene y dando como resultado una carne que cuando la cocinas parece más tierna. Además, las interacciones entre la sal y la proteína dan como resultado una mayor capacidad de retener agua y a su vez, la capacidad de retener moléculas aromáticas contenidas en la salmuera también aumenta. En cuanto a los fosfatos estos son utilizados para mantener la alcalinidad en la salmuera. Cuando se trata de cárnicos, la alcalinidad del medio ayuda a emulsificar la grasa y logra que las carnes se suavicen (Theno *et al.* 2009)

Análisis sensorial.

Color. Acorde a los resultados del cuadro 10 de aceptación de color se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Los tratamientos con mejor aceptación fueron aquellos con el factor del masajeo con valoración “me gusta moderadamente” dentro de la escala hedónica utilizada.

Resultados similares obtuvieron Ocampo *et al.* (2011) cuando en el día 14 las muestras mejor evaluados fueron aquellas a las que les aplico masajeo con un porcentaje de 0.8% de sal, evaluados como “me gusta moderadamente”, así como también en dicho estudio la variable tiempo de 14 y 28 días no tuvo ningún efecto en el color.

La carne de res posee un color marrón suave característico al pasar por un proceso de cocción (Pérez y Andujar 2000), lo cual nos lleva a los resultados obtenidos en el cuadro 10 donde los panelistas tuvieron una alta aceptación por el color de la carne.

Cuadro 10. Valoraciones de la aceptación de color en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	7.00 ± 1.24 ^a
Sin	7	6.75 ± 1.45 ^b
Con	14	7.03 ± 1.23 ^a
Sin	14	6.90 ± 1.38 ^b
Coeficiente de Variación (%)		7.03

D.E.= Desviación estándar

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$). Escala hedónica de 1 a 9 (1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente).

Olor. Los resultados en el Cuadro 11 muestran que no hubo diferencias significativas en la aceptación de olor entre tratamientos ($P > 0.05$). Ninguno de los factores evaluados influyó sobre los resultados ($P > 0.05$). Todos los tratamientos tuvieron una valoración de “me gusta moderadamente”

Cuadro 11. Valoraciones de la aceptación de olor en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	6.98 ± 1.18 ^a
Sin	7	6.81 ± 1.15 ^a
Con	14	6.89 ± 1.24 ^a
Sin	14	6.88 ± 1.29 ^a
Coeficiente de Variación (%)		7.90

D.E.= Desviación estándar

^a Medias con letras iguales no son significativamente diferentes entre tratamientos ($P > 0.05$). Escala hedónica de 1 a 9 (1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente).

La carne refrigerada durante largos periodos de tiempo, desarrolla olores característicos a viejo no deseable para el consumidor. Si durante el periodo de conservación no se ha mantenido la carne a una temperatura adecuada, esta produce un olor propio de la putrefacción de la carne y un olor a rancio por la oxidación de la grasa al momento de la cocción (Miller 2006). Contrario a lo que se presenta en este estudio ya que el olor no afecto en la aceptación de las piezas de carne

Suavidad. Para la valoración de aceptación de suavidad (cuadro 12) se encontró que sí existe diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Los dos factores evaluados influyeron, sin embargo, por la interacción que existió entre ambos, no es posible determinar cuál de los dos factores fue el más influyente ($P < 0.05$). No obstante, el tratamiento con masajeo y 14 días obtuvo la calificación más alta con “me gusta mucho” y aquellos tratamientos con masajeo obtuvieron calificaciones mayores en comparación a aquellos sin masajeo.

Cuadro 12. Valoraciones de aceptación de la suavidad en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	7.35 ± 1.40 ^b
Sin	7	6.31 ± 1.78 ^d
Con	14	7.59 ± 1.16 ^a
Sin	14	6.85 ± 1.40 ^c
Coeficiente de Variación (%)		8.24

D.E.= Desviación estándar.

^{abcd} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$). Escala hedónica de 1 a 9 (1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente).

Resultados similares obtuvo Puentes (2004), al realizar análisis sensorial de carne cocida madurada, donde se encontraron diferencias significativas entre el día 0 y el día 14. Lo que indica que al día 14 de tratamiento los panelistas encontraron que la carne resulto más tierna.

La carne roja al igual que muchas otras carnes son fuente de proteínas de calidad para nuestro organismo y ofrecen cantidades que varían desde un 15 a un 25% por lo que el consumo de estas posee una demanda elevada (Dikeman *et al.* 2013). Los clientes buscan una experiencia grata a la hora de consumir dicho producto no solo por el aporte proteico si no por la suavidad al ser este calificado como el atributo sensorial más importante de calidad (Miller *et al.* 2007).

Sabor. En cuanto a la aceptación del sabor (cuadro 13), los resultados nos indican que existió una diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). Ambos factores influyeron ($P < 0.05$) sin embargo el masajeo fue el que más influyó en la aceptación de sabor. Los tratamientos con masajeo obtuvieron calificaciones de “me gusta moderadamente”

Cuadro 13. Valoraciones de aceptación de sabor en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda.

Tratamientos		Media \pm D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	6.75 \pm 1.48 ^a
Sin	7	6.45 \pm 1.56 ^b
Con	14	7.05 \pm 1.59 ^a
Sin	14	6.33 \pm 1.20 ^b
Coeficiente de Variación (%)		13.12

D.E.= Desviación estándar.

^{ab} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$).

Escala hedónica de 1 a 9 (1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente)

El adicionar sal al momento de realizar el masajeo mejora las características sensoriales de casi todos los productos al ser un potenciador de sabor (Henney *et al.* 2010). Adicionalmente los fosfatos ayudan a conservar el sabor. Se ha demostrado que también aumentan la temperatura para la desnaturalización, y conduce al producto final con mayor sabor (Dimitrakopoulou 2005).

Jugosidad. Acorde a los resultados de aceptación de jugosidad en el cuadro 14 si hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Los dos factores evaluados influyeron, sin embargo, por la interacción que existió entre ambos, no es posible determinar cuál de los dos factores fue el más influyente ($P < 0.05$). No obstante, el tratamiento con masajeo y 14 días obtuvo la calificación más alta de aceptación con “me gusta moderadamente. Adicionalmente los tratamientos con masajeo obtuvieron aloraciones mayores.

Cuadro 14. Valoraciones de aceptación de la jugosidad en *Longissimus dorsi* maduración húmeda.

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	6.85 ± 1.33 ^b
Sin	7	5.80 ± 1.54 ^d
Con	14	7.18 ± 1.58 ^a
Sin	14	6.28 ± 1.63 ^c
Coeficiente de Variación (%)		10.13

D.E.= Desviación estándar.

^{abcd} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala hedónica de 1 a 9 (1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente).

Similar a lo citado por Miller y colaboradores (2007), quienes reportaron que a los 14 días de maduración las características sensoriales son mejores que a los 7 días, con una mayor jugosidad, aceptación general o sabor y ternura. Existe una importante relación entre jugosidad y ternura (Puentes 2004), percibiéndose más tierna una pieza jugosa que otra similar con la misma textura, pero con menos jugo.

La jugosidad representa, en cierto modo, la percepción de la humedad en el momento del consumo, pudiendo distinguir dos componentes (Stetzer *et al.* 2007). En primer lugar, la impresión de humedad durante las primeras masticaciones, producida por la liberación rápida de jugo de la carne y en segundo lugar la jugosidad que se mantiene después durante un tiempo debido al efecto estimulante de la grasa sobre la salivación (Acevedo 2004)

Esto se relaciona con el masajeo aplicado ya que a aquellos tratamientos con masajeo se les agrega una solución adicional dando como resultado un aumento en la jugosidad. Debido a que en el momento de las primeras masticaciones se pierde lo adicional primero antes que los jugos propios de la estructura de la carne en comparación a aquellas sin masajeo.

Aceptación general. Se encontraron diferencias significativas en la aceptación general entre tratamientos ($P < 0.05$). Ambos factores evaluados influyeron, sin embargo, el masajeo fue el que más influyó ($P < 0.05$) (cuadro 15). Aquellos tratamientos con masajeo presentaron las valoraciones más altas con “me gusta moderadamente” independientemente de la maduración

Huerta-Leidenz *et al.* (2004) encontraron que añejando la carne por 14 días con masajeo aumenta la aceptación general de la misma. Con este proceso conseguimos cambios organolépticos en la carne y que siga siendo apta para el consumo humano. Si escogemos consumir este tipo de carne, más que cualquier cosa, es por sus características organolépticas, un apunte en el que parecen estar todos de acuerdo, ya que suele ser más sabrosa (Campbell *et al.* 2009).

Cuadro 15. Valoraciones de aceptación general en *Longissimus dorsi* en maduración húmeda

Tratamientos		Media ± D.E
Masajeo	Maduración (días)	
Con	7	7.28 ± 1.07 ^a
Sin	7	6.38 ± 1.40 ^c
Con	14	7.30 ± 1.20 ^a
Sin	14	6.68 ± 1.35 ^b
Coeficiente de Variación (%)		7.67

D.E.= Desviación estándar.

^{abc} Medias con letras diferentes son significativamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$).

Escala hedónica de 1 a 9 (1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente)

4. CONCLUSIONES

- El masajeo disminuyó la fuerza de corte y aumento la aceptación de la suavidad en *Longissimus dorsi* en comparación al producto solo madurado.
- Tanto la maduración como el masajeo no afectaron el valor de pH, pero si aumentaron en el conteo de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales.
- El masajeo disminuyó la coloración rojiza y amarillenta en el lomo de res en comparación al producto solo madurado.
- El masajeo aumenta la aceptación en color, suavidad, sabor y en aceptación general en productos cárnicos en maduración húmeda.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio con tiempos mayores de 21 días de maduración húmeda y masajeo para determinar la vida anaquel de los productos cárnicos.
- Realizar un estudio con maduración y masajeo en carnes de diferente origen animal ovino.
- Comparar masajeo y maduración húmeda en diferentes cortes de carne de res de mayor dureza.

6. LITERATURA CITADA

- Aberle EJ, Forrest D, Gerrad E, Mills. 2001. 4th edition. Principles of Meat Science Kendall/Hunt Publishing Company. USA
- 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 Maestría. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- Alberto CBC .2006. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos como indicadores de calidad e inocuidad de la carne en relación a su manejo y proceso de obtención. Tesis. Universidad de España
- Braña D. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. 11(978-607-425 6123). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México.
- Brewer SJ, Wilson JE, McKeith F. 2002. The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh loin chops. Meat Sci; 61: 249-256.
- Campbell RE, Hunt MC, Levis P, Chambers E. 2001. Dry-Aging Effects on Palatability of Beef Longissimus Muscle. J. Food Sci. 66:196–199.
- Clausen I, Jakobsen M, Ertbjerg P, Madsen NT. 2009. Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. Packag. Technol. Sci. 22(2):85–96. doi:10.1002/pts.828.
- CSIRO. 2002. Vacuum-packed meat: storage life and spoilage. Meat Science 90:80-65p.
- Dave D, Ghaly E. 2011. Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review. Am. J. Agric. Biol. Sci. 6: 486-510.
- Dikeman ME, Obuz E, Gök V, Akkaya L, Stroda S. 2013. Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef Longissimus lumborum steaks. Meat Sci. 94:228–233.
- Dimitrakopoulou JA, Ambrosiadis FK, Zetou JG, Bloukas. 2005. Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked. Meat Science 70:743-749 p
- Dunne PG, Monahan FJ, Moloney AP. 2010. A note on the effect of post-mortem maturation on colour of bovine *Longissimus dorsi* muscle. 0791-6833. 228–233 [consultado el 21 de jun. de 2019].<https://t-stor.teagasc.ie/bitstream/11019/668/1/note%20on%20effect%20of%20post-mortem.pdf>.

- Efrén J, Moreno P. 2010. Comportamiento de Carne Bovina Madurada Empacada En Condiciones De Atmosfera Modificada Procedente De Ganado De Dos Edades. Tesis Postgrado. Universidad nacional de Colombia sede Bogotá. p.1–55.
- Gullahaly T. 2016. Evaluation of the microbiological quality of dry aged beef in Belgium. Thrid European Food Safety and Standards Conference.
- Henney JC, McGuire S. 2010. Institute of Medicine. Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States. Washington, DC: The National Academies Press. Adv Nutr. 1(1):49–50. eng. doi:10.3945/an.110.1002.
- Honikel KO. 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Science, 78(1-2), 68-76.
- Huerta-Leidenz N, Rodas-Gonzalez G, Smith. 2004. Effect of Vaccum and Influence of sire on palatability of beef *Longissimus* from Grass-FED F1 Senepol Zebu Bulls. Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. XIV. N°3: 263-269.
- Hui YH, Guerrero M, Rosmini. 2006. Ciencia y Tecnologia de Carnes. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Balderas 95, Mexico, D.F.
- Huff-Lonergan E, Baas T, Malek M, Dekkers J, Prusa K, Rothschild M. 2002. Correlations among selected pork quality traits. J. Anim. Sci. 80: 617–627.
- Jaramillo R. 2016. Efecto de dos métodos de maduración en las características físicas, microbiológicas y sensoriales del músculo Longissimus dorsi de res. Proyecto especial de graduación. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras.
- Jara JP. 2007. Efecto del pH Sobre la conservación de carne de bovino de corte oscuro (DFD) envasada al vacío, almacenada a 0°C. Memoria de título Licenciado en Ciencia de los Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile
- Li X, Babol J, Wallby A, Lundström K. 2013. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. Meat Sci. 95:229–234.
- Matthews K. 2010. Comparison of three methods of packaging for the aging of beef (dry ageing, ageing in a permeable vacuum pack and standard vacuum packaging) Report prepared by Kim Matthews EBLEX (A division of the Agriculture and Horticulture Development. Colorado, National Cattlemen’s Beef Association. p.1–23.
- Miller R. 2006. Functionality of Non-Meat Ingredients Used in Enhanced Pork. American Meat Science Association Fact Sheet. Texas A&M University.
- Miller MF, Kerth JW, Wise JL, Lansdell JE, Stowell C. 2007. Slaughter Plant Location, USDA Quality Grade, External Fat Thickness, and Aging Time Effects on Sensory Characteristics of Beef Loin Strip Steak. Journal of Animal Sci. 75: 662-667.

- Muñoz F. 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. Investigaciones de Postgrado. Memoria de título, Médico Veterinario. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Veterinarias, Chillán, Chile. p. 23-70
- Nowak D. 2011. Enzymes in tenderization of meat - The system of calpains and other systems - A review. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 61:231–237.
- Ocampo A, Pinto P. 2011. Efecto del mejoramiento y dos tipos de empaques en las características físicas, microbiológicas y sensoriales de bistecs del músculo *Infraspinatus* de res. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016. spa. <https://bdigital.zamorano.edu/jspui/bitstream/11036/5434/1/AGI-2011>.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2015. Inocuidad de los Alimentos. Nota descriptiva N° 399. Acceso (20 de febrero del 2016).
- Ranken MD. 2003. Manual de Industrias de la Carne Oliete, B., T. Moreno, J.A. Carballo, L. Monserrat y L. Sánchez. 2016. Estudio de la calidad de la carne de ternera de raza Rubia Gallega a lo largo de la maduración al vacío. [en línea]. *Archivos de Zootecnia* 55(209): 3- 14. Consulta: 6 de agosto de 2019.
- Pasachoa JE. 2010. Comportamiento de carne bovina madurada empacada en condiciones de atmosfera modificada procedente de ganado de dos edades. Trabajo Final, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias. Bogotá, Colombia
- Pérez D, Andújar G. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Rev. Cubana Aliment Nutr.* 14(2): 23 -114.
- Purchas RW, Zou M. 2008. Composition and quality differences between the longissimus and infraspinatus muscles for several groups of pasture-finished cattle. *Meat Science.* 80(2): 470-479.
- PUENTES J. 2004. Caracterización microbiológica, sensorial y estimación de la durabilidad de carne de bovino con anomalía de corte oscuro, envasada al vacío. [Tesis], Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 90 p.
- Quezada I. 2013. Maduración de la carne: Mejora sustancial de la calidad. Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario. [Tesis] Universidad de Santiago. Chile. p.1-3
- Sañudo C, Monsón F, Campo M, Beltran J, Bello JM. 2015. Variación de pH en canales comerciales de cordero. [Tesis] Departamento de producción animal y ciencia de los animales. Universidad de Zaragoza. Casetas, Zaragoza. p 12-19.
- Sullivan G, Calkins R. 2010. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science* 85(4): 730–734. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.03.033

- Smith R, Nicholson K, Nicholson W, Harris B, Miller K, Griffin B, Savell W. 2008. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. *Meat Science*. 79(4): 631-639.
- Stetzer AE, Tucker FK, McKeith MS, Brewer. 2007. Quality Changes in beef Complexus, Serratus Ventralis, Vastus Lateralis, Vastus Medialis, and *Longissimus Dorsi* Muscles Enhanced Prior to Aging. *Journal of Food Sc*. 73: 6-10.
- Tapp WN, Yancey JWS, Apple JK. 2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat Sci*. 89(1):1–5. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2010.11.021.
- Theno Dm, Siegel Dg, Schmidt Gr. 2009. Meat Massaging: Effects of salt and phosphate on the ultrastructure of cured porcine muscle. *Journal of Food Science*. 43(2):488–492. Doi:10.1111/J.1365-2621.1978.Tb02337.
- Vitale M, Pérez-Juan M, Lloret E, Arnau J, Realini CE. 2014. Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Sci*. 96:270–277.
- Zhang W. 2009. Involvement of protein degradation, calpain autolysis and protein nitrosylation in fresh meat quality during early postmortem refrigerated storage. Iowa State Unirvesity, Graduate Theses and Dissertations. 1062

7.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial

Análisis Sensorial "Carne"

Instrucciones

- Colocar el código de la muestra a evaluar.
- Evaluar la suavidad del producto.
- Marque con una "X" su grado de aceptación usando la siguiente escala
- Por favor limpie su paladar con galleta y enjuague con agua antes de probar la muestra.

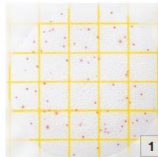
Código de muestra # _____

	Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Suavidad									
Sabor									
Jugosidad									
Aceptación general									

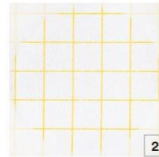
Comentarios: _____

Anexo 2. Conteo Bacterias Mesófilas Aerobias

3M™ Placas Petrifilm™ para el Recuento de Aerobios AC



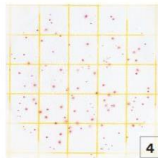
Recuento de bacterias aerobias = 152
El tinte indicador rojo que se encuentra en la placa colorea las colonias para su mejor identificación. Cuente todas las colonias rojas sin importar su tamaño o la intensidad del tono rojo.



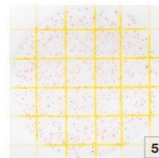
Recuento de bacterias aerobias = 0 "estimado"
La Placa Petrifilm para Recuento de Aerobios es de fácil interpretación. La figura 2 muestra una placa sin crecimiento de colonias.



Recuento de bacterias aerobias = 16
La figura 3 muestra una Placa Petrifilm AC con crecimiento bajo de colonias.



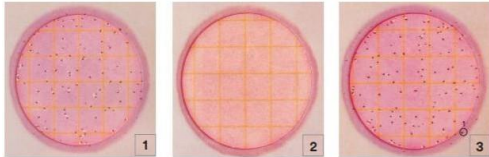
Recuento de bacterias aerobias = 143
El rango recomendado de recuento en la Placa Petrifilm AC está entre 25-250 colonias. Observe la figura 4.



Recuento de bacterias aerobias = 560 "estimado"
Cuando el número de colonias es mayor a 250 (como se puede observar en la figura 5), por su excesivo crecimiento, los recuentos deben ser estimados. Determine el promedio de colonias en un cuadrado (1 cm²) y multiplíquelo por 20 para obtener el recuento total por placa. El área de inoculación de Petrifilm AC es de 20 cm².

Anexo 3. conteo coliformes totales

3M™ Placas Petrifilm™ para el Recuento de Coliformes



1 La identificación de los coliformes puede variar de país a país (ver la sección de incubación y temperaturas en "Recomendaciones de uso").

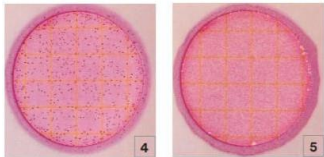
Método validado por la AOAC Internacional
Total de coliformes = 69 (colonias con gas)

2 No crecimiento = 0
Observe el cambio de color del gel en las Figuras 2 a 5. Mientras el recuento de los coliformes aumenta, el color del gel se oscurece.

Las burbujas del fondo son características del gel y no son un resultado del crecimiento de los coliformes.

3 Recuento total de coliformes = 79
El rango de recuento para la población total en las Placas Petrifilm CC es entre 15 y 150.

No cuente las colonias que aparecen sobre la barrera de espuma, ya que han sido removidas de la influencia del medio selectivo. Vea el círculo 1.

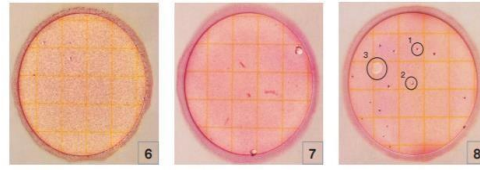


4 Recuento estimado total de coliformes = 220
El área de crecimiento circular es de cerca de 20 cm². Los estimados pueden hacerse en placas que tienen más de 150 colonias, como resultado de contar las colonias en uno o más cuadrados representativos y de determinar el promedio por cuadrado. Multiplique el número promedio por 20 para determinar el recuento estimado por placa.

Para un recuento más preciso, se recomienda una dilución adicional de la muestra.

5 MNPC
Las Placas Petrifilm CC con colonias Muy Numerosas Para Contar (MNPC) tienen una o más de las siguientes características: muchas colonias pequeñas, muchas burbujas de gas y un oscurecimiento del color del gel.

Burbujas

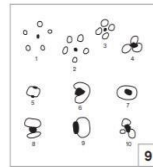


6 Recuento actual = 4
Cuando un número alto de organismos no-coliformes, como las Pseudomonas, están presentes en las Placas Petrifilm CC, el gel puede volverse amarillo.

7 Recuento total de coliformes = 2
Las partículas de alimento tienen forma irregular y no tienen burbujas de gas.

8 Recuento total de coliformes = 8
Los patrones de burbujas pueden variar. El gas puede romper la colonia y así, esta última "delinea" a la burbuja. Vea los círculos 1 y 2.

Las burbujas pueden aparecer como resultado de una inoculación impropia o de aire atrapado dentro de la muestra. Tienen una forma irregular y no se asocian con una colonia. Vea el círculo 3.



9 Los ejemplos 1 a 10 muestran varios patrones de burbujas con colonias que producen gas. Todos deben ser enumerados.