

**Efecto de dos métodos de maduración en las
características físicas, microbiológicas y
sensoriales del músculo *Longissimus dorsi* de
res**

Andrea Carolina Jaramillo Recalde

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de dos métodos de maduración en las características físicas, microbiológicas y sensoriales del músculo *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

Andrea Carolina Jaramillo Recalde

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Efecto de dos métodos de maduración en las características físicas, microbiológicas y sensoriales del músculo *Longissimus dorsi* de res

Andrea Carolina Jaramillo Recalde

Resumen: La ternura es considerada el atributo más importante de la carne, por ello la industria busca mejorar los cortes de carne de res. Un método es la maduración en la que intervienen enzimas proteolíticas presentes naturalmente en la carne. Este estudio evaluó el efecto de maduración en seco y en húmedo de lomo de hembras Holstein de 30-48 meses de edad del hato de Zamorano. Los parámetros se evaluaron en medidas repetidas en el tiempo a los 0, 12, 15 y 18 días de maduración. Las condiciones de maduración fueron de 2 ± 1 °C y $75 \pm 10\%$ de humedad relativa. Las medidas al día 12 para ambos métodos obtuvieron los valores más bajos de fuerza de corte, con 23 N. La pérdida de peso durante la maduración fue mayor para el tratamiento seco (35%) en comparación con el método húmedo (3%). La maduración húmeda mostró aumento en el parámetro L de color y el método seco mostró cambios en el valor a con tonos rojos intensos. Los conteos para bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales se mantuvieron en niveles aceptables independientemente del método. Los panelistas prefirieron la carne con maduración húmeda de 18 días sobre la carne sin maduración por su color, olor, suavidad y aceptación general. La maduración húmeda por 18 días es una alternativa para el mejoramiento del perfil sensorial de la carne. Se recomienda realizar estudios de análisis sensorial con menos días de maduración y estudiar el método de maduración seca usando recubrimientos comestibles.

Palabras clave: Ablandamiento, enzimas proteolíticas, fuerza de corte, purga.

Abstract: The most important attribute of meat is its tenderness and that is the reason why the industry develops methods to enhance meat tenderness. One method is ageing in which proteolytic enzymes naturally present in meat are responsible to reduce toughness. The aim of this study is to evaluate the effect of wet and dry ageing in beef loins from heifers age >30 to 48 months from Zamorano's cattle. The parameters were measured at 0, 12, 15 and 18 days of ageing for both methods. Ageing conditions were 2 ± 1 °C and $75 \pm 10\%$ of relative humidity. Treatments of day 12 for both methods had the lowest cutting strength values at 23 N. Dry ageing had 35% of weight loss while wet ageing obtained weight loss of 3%. Wet ageing had superior cooking losses in comparison with dry ageing. Increments in L value for color were observed in wet aging, dry ageing showed changes in a value with intense red color. Microbiological counts for total viable count and total coliforms were within permissible limits. Panelists indicated that vacuum aged beef was the most preferred with higher scores of color, odor, tenderness, juiciness and overall acceptance. Wet ageing for 18 days is an option for the improvement of sensorial characteristics of beef. For further studies, it is recommended to research the use of edible coating for dry ageing, in order to reduce weight loss during the process.

Key words: Proteolytic enzymes, shear force, tenderness, weight loss.

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	18
5. RECOMENDACIONES	19
6. LITERATURA CITADA.....	20
7. ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Fuerza de corte de <i>Longissimus dorsi</i> obtenida en dos métodos de maduración durante distintos días.	8
2. Categorías de cortes de res en función de fuerza de corte (N) de la Inspección Nacional de Terneza de Carne 1991.	10
3. Porcentaje de pérdida de <i>Longissimus dorsi</i> madurado durante diferentes días. ...	10
4. Porcentaje de pérdida por cocción de <i>Longissimus dorsi</i> madurado en diferentes días de maduración.	11
5. Valores del parámetro L de color en <i>Longissimus dorsi</i> madurado durante distintos días.	12
6. Valores del parámetro a de color en <i>Longissimus dorsi</i> madurado durante distintos días.	13
7. Valores del parámetro b de color en <i>Longissimus dorsi</i> madurado durante distintos días.	13
8. Conteos de Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes totales de dos métodos de maduración en <i>Longissimus dorsi</i>	14
9. Puntuaciones de varios parámetros sensoriales para <i>Longissimus dorsi</i> con maduración seca y húmeda por 18 días y sin maduración (Día 0).	16
Figuras	Página
1. Maduradora Stagionatore Modelo 1500 Everlasting® usada para los métodos de maduración del estudio.	4
2. Remoción de la capa externa del segmento del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de res madurado en seco.	5
Anexos	Página
1. Programa usado para la maduración de carne a 2 °C y 75% de HR por 18 días divididos en 5 fases en la Maduradora Stagionatore Modelo 1500 de Everlasting®.	23
2. Hoja de evaluación sensorial entregada a los panelistas para prueba de aceptación y preferencia.	24

1. INTRODUCCIÓN

El color, el sabor y la ternura son los atributos que determinan la calidad de la carne siendo éste último el más importante para el consumidor (Koohmaraie 1994). Las características organolépticas de la carne no dependen solamente de factores inherentes al animal, en su mayoría dependen de los cambios *postmortem*. 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).

Inmediatamente después del sacrificio del animal, en los músculos se genera actividad anaeróbica resultando en la producción de ácido láctico (Zhang 2009). La acumulación de este ácido genera el descenso del pH neutro del músculo a valores finales de pH entre 5.5 y 5.8 a las 24 horas después de la cosecha. El valor final del pH después del rigor mortis es un factor importante en la suavidad de la carne. Si el pH de la carne está por encima de 5.8 se generan cortes oscuros, firmes y secos (DCB, Dark cutting beef, por sus siglas en inglés) y cuyos estudios de suavidad han sido contradictorios. Si el pH es menor a 5.5 se tienen carnes de muy baja calidad ya que las enzimas son inhibidas por la acidificación (Maltin *et al.* 2003).

El descenso de los niveles de ATP y el incremento de la cantidad de iones de calcio (Ca^{2+}) generan enlaces irreversibles entre las cabezas de miosina y la actina (Maltin *et al.* 2003). Debido a esto los sarcómeros se acortan y consecuentemente provocan un incremento en la dureza de la carne conocido como rigor mortis (Zhang 2009). Por lo tanto, la actividad enzimática proteolítica en el rigor mortis es influenciada principalmente por el pH del músculo y la temperatura (Jerez-Timaure y Uzcátegui-Bracho 2008).

Durante el almacenamiento de las canales se considera que el sistema de calpaínas es el principal responsable del ablandamiento de la carne mediante la degradación de las proteínas (Zhang 2009). Estas enzimas también son llamadas proteasas dependientes de calcio porque se activan en presencia de este elemento (Ca^{2+}) (Koohmaraie *sf*). Entre las proteasas que conforman el sistema de calpaínas están μ -calpaína, m-calpaína y calpaína 3. Existe también un inhibidor específico de las proteasas denominado calpastatina (Koohmaraie y Geesink 2006). El sistema de calpaínas provoca la degradación de los enlaces miofibrilares y de los costámeros, de las estructuras que unen las miofibrillas al sarcolema y la degradación de los discos Z (Taylor *et al.* 1995), su máxima actividad se produce en condiciones de pH neutro y al 5.5 de pH normal de la carne muestra 25% de actividad. Estas enzimas se inactivan completamente y no se pueden regenerar a una temperatura mayor de 60 °C (Dransfield 1994).

La fase descrita anteriormente se conoce como post-rigor o maduración. Este proceso es necesario para lograr las características organolépticas deseadas por el consumidor (Oliván *et al.* 2013).

La maduración seca se realiza al almacenar canales o cortes de res en ambientes controlados con temperaturas de 0 a 4 °C y humedad relativa entre 60-85%. Si los niveles de humedad relativa son mayores a 85% se genera la aparición de mohos y si la humedad relativa baja de 60% la carne se seca rápidamente provocando la pérdida de jugosidad (Perry 2012). La maduración húmeda requiere las mismas condiciones de almacenamiento y que los cortes estén empacados al vacío (Quezada 2013). Las bolsas usadas en el envasado al vacío minimizan el contacto de la humedad y gases con el corte, lo que evita la oxidación de la carne y la pérdida de peso.

Considerando la necesidad de obtener cortes de carne más suaves y con atributos deseables para el consumidor el presente estudio tiene como objetivos:

- Determinar el efecto de dos métodos de maduración en la suavidad del músculo *Longissimus dorsi* de res.
- Evaluar el efecto en el color de *Longissimus dorsi* con distintos tiempos de maduración.
- Determinar la carga microbiana de *Longissimus dorsi* después del proceso de maduración.
- Analizar la aceptación y preferencia sensorial del músculo *Longissimus dorsi* de res madurado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El estudio se realizó en la Planta de Cárnicos, en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ) y en el Laboratorio de Análisis Sensorial (LASZ) de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano localizada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Para este estudio se analizaron los lomos de nueve hembras de raza Holstein con edades de >30 a 48 meses. Las reses semi estabuladas pertenecían al hato de ganado de leche de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Medición de pH y temperatura. Una hora después de la cosecha de cada res se hizo un corte pequeño con 2 cm de profundidad en la mitad de cada lomo. Se utilizó el potenciómetro portátil marca Oakton. Se hizo la medición por triplicado asegurando que el electrodo esté en contacto directo con el músculo. Después de cada repetición se enjuagó el electrodo con agua desionizada. Para la medición de la temperatura se introdujo el termómetro digital Taylor® a una profundidad de 5 cm en el centro de los lomos de cada res. Se midió la temperatura por triplicado. Estas mediciones de pH y temperatura se repitieron a las 24 horas *postmortem*. Estos controles se llevaron a cabo con la finalidad de monitorear el correcto descenso de pH y temperatura durante el *rigor mortis*.

Maduración. El lomo de cada res se cortó en 7 partes iguales de 1 lb aproximadamente. Las piezas de carne fueron asignadas al azar a los 2 métodos con sus respectivas mediciones en el tiempo: control día 0 (0), maduración seca día 12 (S12), maduración seca día 15 (S15), maduración seca día 18 (S18), maduración húmeda día 12 (H12), maduración húmeda día 15 (H15) y maduración húmeda día 18 (H18). Se registró el peso inicial de cada segmento y aquellos que fueron asignados a maduración húmeda fueron empacados al vacío. Para este proceso se usaron bolsas de la marca Tripac® coextruídas de Poliamida (PA) y Polietileno (PE). Se usó la empacadora al vacío Ultravac® 2100 Double Chamber. En la maduradora Stagionatore Modelo 1500 de Everlasting® se colocaron los segmentos sobre las parrillas a una distancia de 30 cm desde la parte superior. Se configuró el programa predeterminado Short ageing con 5 fases a una temperatura de 2 ± 1 °C y $75 \pm 10\%$ de humedad relativa. El aire no fue filtrado y su flujo se limitó a las condiciones normales de refrigeración.



Figura 1. Maduradora Stagionatore Modelo 1500 Everlasting® usada para los métodos de maduración del estudio.

Fuente: www.everlasting.it

Análisis microbiológicos. Los análisis de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y Coliformes Totales (CT) se realizaron en el día 0 y en el día 18. Se pesaron 10 g en total de 5 partes diferentes del mismo segmento de músculo para tener una muestra representativa. Los 10 g de muestra se diluyeron en 90 ml de buffer de fosfato y se agitaron en el homogeneizador peristáltico Stomacher. Se realizaron diluciones de 10^{-1} hasta 10^{-4} para cada muestra y para cada análisis. Se colocó 1 ml de cada dilución en platos petri de plástico. En el plato correspondiente se vertieron 15 ml de Agar Cuenta Estándar (ACE) a una temperatura de 40 ± 2 °C para BMA. A esa misma temperatura se vertieron 15 ml de Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) en los respectivos platos. Una vez que el ABRV se solidificó se añadieron 5 ml para cubrir la capa anterior. Los platos sembrados fueron incubados a una temperatura de 35 ± 2 °C por 24 y 48 horas para CT y BMA respectivamente. Después del tiempo transcurrido se realizó el conteo de los microorganismos para obtener el reporte final en $\log_{10}$ UFC/g.

Purga o pérdida de peso por maduración. Se utilizó la balanza Ohaus CS (portable scale) para pesar cada muestra antes y después del proceso de maduración. Los segmentos de músculo con maduración húmeda se secaron previamente con papel toalla para obtener el peso después de maduración. Usando la fórmula 1 se calculó la purga (Hur *et al.* 2008).

$$\% \text{ Purga} = (\text{PAM} - \text{PAD}) \div (\text{PAM}) \times 100 [1]$$

PAM: peso antes de maduración

PDM: peso después de maduración

Pérdida por recorte. De las muestras maduradas en seco se removieron las porciones externas y decoloradas. Una vez retirada la capa seca de los segmentos con maduración seca (Figura 2) se volvió a pesar el segmento. Este peso fue considerado el peso antes del proceso de cocción.



Figura 2. Remoción de la capa externa del segmento del músculo *Longissimus dorsi* de res madurado en seco.

Color. Después de haber realizado los recortes a las muestras se hizo el análisis de color. Las muestras fueron colocadas sobre una superficie blanca. A una distancia aproximada de 25 cm desde la muestra hacia arriba se hizo el análisis de color usando la aplicación Color Assistant. De cada muestra se obtuvieron los parámetros de R, g y b por triplicado. Estos parámetros fueron convertidos a la escala de L a b.

Pérdida por cocción. Se calculó mediante la fórmula 2 usando los pesos antes y después de cocinar la muestra (Hur *et al.* 2008).

$$\% \text{ Pérdida por cocción} = (\text{PAC} - \text{PDC}) \div (\text{PAC}) \times 100 \text{ [2]}$$

PAC: peso antes de cocción

PDC: peso después de cocción

Cocción. Se precalentó el horno de convección de aire forzado (Kenmore Model 790.75912) a 176 °C por 30 minutos. Durante el proceso de cocción las muestras de carne

no se voltearon. Se monitoreó la temperatura en el punto más interno de cada una de ellas usando el termómetro hasta que alcanzó 71 °C para ser removidas del horno. Después de dos minutos se registró la temperatura final de cocción y las muestras se dejaron 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 °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 1.27 cm de grosor y 1.27 cm de ancho de cada muestra (Figura 3). El corte longitudinal de los trozos fue paralelo a la orientación de las fibras de la carne (Figura 4). De este modo se aseguró que el corte del análisis sea perpendicular a la orientación de las fibras. Se utilizó el acople Compression Warner Bratzler del texturómetro Instron 4444 con una velocidad de 200 mm/min (Wheeler *et al.* 2005).

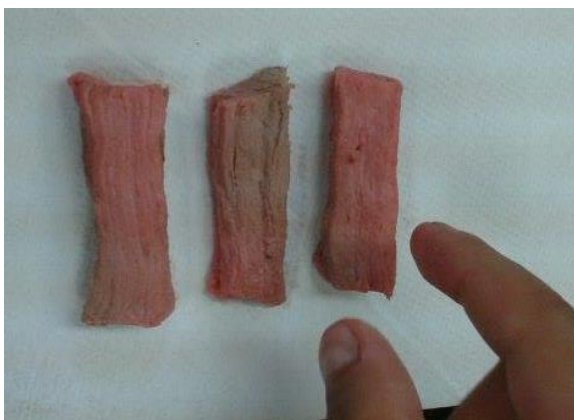


Figura 3. Trozos de carne madurada de 1.27 cm de grosor y 1.27 cm de ancho para análisis de fuerza de corte.

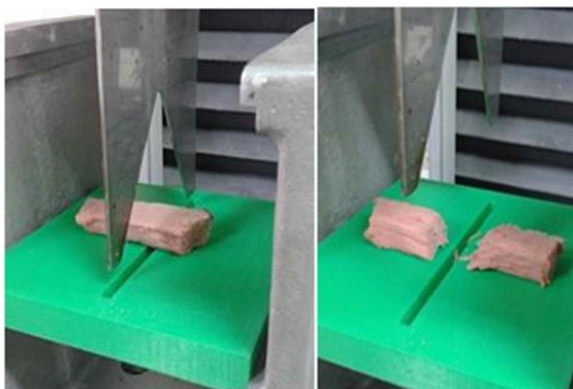


Figura 4. Corte perpendicular a las fibras de muestras de carne madurada con el acople Compression Warner Bratzler del texturómetro Instron 4444 para medición de fuerza de corte.

Análisis sensorial. Se realizó un análisis sensorial de las muestras de carne maduradas en seco y húmedo del día 18. Se siguió el procedimiento descrito previamente para cocción de las muestras de carne. Se cortaron cubos de 1.27 cm, se los mantuvo a una temperatura de 40-50 °C (Sitz *et al.* 2006) y se presentaron tres muestras codificadas a los panelistas no entrenados. Para este análisis se realizaron pruebas de aceptación y de preferencia. En la prueba de aceptación se usó la escala hedónica de 1 a 9 siendo 1= Me disgusta extremadamente y 9= Me gusta extremadamente. Usando esta escala se les solicitó a los panelistas analizar los atributos de color, olor, sabor, suavidad, jugosidad y aceptación general de cada muestra. Para el análisis de preferencia se pidió escribir el código de una sola muestra, la de mayor preferencia.

Análisis estadísticos. Los datos fueron analizados usando el programa “Statistical Analysis System” (SAS® versión 9.4). Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias LSMeans para analizar los dos métodos con sus tres medidas en el tiempo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fuerza de corte. Los segmentos de carne al día 0 tuvieron una fuerza de corte de 37 N. Al día 12 de madurar en seco se observa una disminución de la fuerza de corte a 23.23 N (Cuadro 1); este valor no es significativamente distinto de las muestras en maduración en seco a los días 15 y 18 (S15 y S18). Se aprecia que la fuerza de corte se mantiene constante a través del tiempo con el método seco. Por lo que, se puede afirmar que para obtener una suavidad aceptable mediante maduración seca es suficiente el tratamiento de 12 días. Resultados similares fueron encontrados en un estudio en el que se compararon cortes madurados en seco y con bolsa con alta permeabilidad al vapor de agua. En esa investigación los tiempos de 14 y 21 días a con valores de 23.5 a 26.5 N no fueron estadísticamente distintos entre tratamientos (Ahnström *et al.* 2006).

Cuadro 1. Fuerza de corte de *Longissimus dorsi* obtenida en dos métodos de maduración durante distintos días.

Método de Maduración	Fuerza de Corte $\pm$ D.E. ^ψ (N)			
	Día 0	Día 12	Día 15	Día 18
Seca	37.11 $\pm$ 8.81 ^a	23.23 $\pm$ 5.22 ^c	23.57 $\pm$ 6.57 ^c	23.50 $\pm$ 5.46 ^c
Húmeda	37.11 $\pm$ 8.81 ^a	26.58 $\pm$ 5.79 ^c	33.10 $\pm$ 6.68 ^b	32.02 $\pm$ 4.87 ^b
Coefficiente de Variación %	19.90			

^ψ Media $\pm$ desviación estándar.

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

N = Newton.

En una investigación en la que se maduró canales por 1, 3, 7, 14 y 21 días se encontró que la muestra madurada por 21 días obtuvo menor fuerza de corte (31.03 N) que los días 1,3 y 7. En ese mismo estudio, las muestras maduradas por 14 días (33.42 N) no fueron diferentes de la de 21 días ni tampoco a los tiempos de 1, 3 y 7 días (39.49, 37.28 y 34.78 N respectivamente) (Franco *et al.* 2008). En este estudio se denota el bajo efecto de la maduración en comparación a lo encontrado en otras investigaciones en las que tuvo influencia la raza de los animales, ya que los animales usados en esa investigación fueron vaquillonas raza Hereford de 18-20 meses.

En una investigación en la que se sometió la carne de res a maduración seca por 7, 14 y 21 días no se encontró diferencia significativa entre el control sin maduración y los tiempos de 7 y 14 días (Campbell *et al.* 2001).

El grado de maduración depende de factores intrínsecos como el sexo, la raza, la edad y el músculo del animal y de factores externos como el ambiente, estimulaciones, temperatura durante el enfriamiento y el tiempo de almacenamiento (Ouali y Talmant 1990; Pearce *et al.* 2011).

En el presente estudio los segmentos S12 y H12 son iguales (Cuadro 1). Esto permite afirmar que con cualquiera de los dos métodos de maduración al día 12 se obtendrá un corte igualmente suave. Resultados similares se encontraron en un estudio en que el pico de fuerza para muestras de *Gluteus medius* maduras en seco y al vacío por 14 días alcanzó el valor de 39.9 N, es decir no existió diferencia significativa entre los dos métodos de maduración (Li *et al.* 2013).

Al comparar los segmentos S15 y H15 se nota claramente que con el método seco se obtienen cortes más suaves siendo estadísticamente diferentes entre sí. Situación similar se presenta para los segmentos S18 y H18.

Con estas diferencias se puede apreciar claramente que la tendencia de maduración húmeda es diferente al método seco. Al día 12 se obtiene una fuerza de corte de 26.58 N siendo éste el de menor valor en comparación con las fuerzas de corte de los días 15 y 18. Las muestras con maduración húmeda presentan una tendencia de endurecimiento de los segmentos en los días 15 y 18. A pesar de que la fuerza de corte de estos días incrementa con respecto al día 12 del mismo tratamiento, también son más suaves en comparación con la fuerza de corte del día 0.

Situación similar de endurecimiento de la carne se presentó en un estudio de maduración durante 14 días (Novakofski y Brewer 2006). Los autores notaron que algunos de sus cortes inicialmente suaves se endurecieron con el tratamiento de maduración. Ya que este fenómeno no ha sido descrito anteriormente, se propone que las diferencias en las pérdidas de cocción y los efectos distintos de las enzimas afectan negativamente el mejoramiento de la carne. Es posible que durante la maduración se altere la estructura del músculo y de la retención del agua intrínseca.

Estudios realizados con carne madurada al vacío por 10 días para almacenamiento posterior con MAP (30% CO₂, 0.5% CO y 69.5% de N₂) mostraron resultados de fuerza de corte de 66.72, 39.23, 45.94 y 38.35 N para los días 1, 11, 14 y 19 respectivamente. Tendencia similar presentó carne madurada por 5 días para luego ser almacenada con MAP cuyos valores de fuerza de corte fueron 63.74, 62.76, 53.94, 60.80 y 46.09 N para los días 1, 5, 14 y 18 respectivamente (Efren y Moreno 2010). Otra investigación en la que se utilizó lomo madurado al vacío de 0 a 21 días seguido de un empackado en atmósfera modificada (MAP) mostró endurecimiento. Ésta atmósfera contenía 80% de O₂ y 20% CO₂ (Vitale *et al.* 2014). Investigaciones en las que se comparan tiempos y formas de empaque en maduración muestran un probable mecanismo de inactivación de las enzimas proteolíticas en ambientes oxidantes. Otra causa posible es la agregación y desnaturalización de las proteínas después de la oxidación (Clausen *et al.* 2009).

La fuerza de corte inicial (36.21 N) del presente estudio cae en la categoría de cortes duros (Cuadro 2) según la Inspección Nacional de Terneza de Carne (Morgan *et al.* 1991). En este

documento se detallan los análisis de los cortes de reses de varias regiones de Estados Unidos. Cada corte de res fue analizado con la máquina de cizalla Warner-Bratzler y por un panel entrenado que describió los parámetros de jugosidad, suavidad, intensidad de sabor y presencia de tejido conectivo usando una escala de 1 a 8. Al comparar los datos de esta inspección con los resultados obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que la maduración húmeda o seca por un tiempo de 12 días puede ablandar un corte duro en un 30%, logrando colocarlo en una categoría de cortes suaves.

Cuadro 2. Categorías de cortes de res en función de fuerza de corte (N) de la Inspección Nacional de Terneza de Carne 1991.

Cortes suaves	Fuerza de Corte (N)	Cortes duros	Fuerza de Corte (N)
Filete	19.60	Carne para asar	30.61
Planchuela	23.04	Pulpa en trozo	30.61
Lomo liso	24.76	Pulpa bola	30.95
Costillar	25.11	Chingolo	30.95
Chuleta	25.45	Paleta	31.64
Lomo vetado	25.79	Cuete en trozo	31.64
Aguja	26.14	Cuadril	32.67
Pecho	27.17	Cuete de res	33.36
Pulpa bila en trozo	27.17	Peceto	35.42
Solomillo	27.51	Bistec de centro	40.24

N = Newton.

Fuente: National Beef Tenderness Survey.

Purga o pérdida de peso por maduración. El porcentaje de pérdida de este estudio es la pérdida de peso durante la maduración sin incluir la costra o recorte presente únicamente en las muestras del método seco. La maduración seca es la que generó un porcentaje de pérdida alto con valores alrededor de 34.12% para el día 12 (Cuadro 3). El porcentaje de pérdida aumenta a medida que aumenta el tiempo de maduración seca. Porcentajes de pérdida considerablemente más bajos mostraron los tratamientos de maduración húmeda. Estos porcentajes se mantuvieron en 3.78% y no cambian en el tiempo de maduración.

Cuadro 3. Porcentaje de pérdida de peso de *Longissimus dorsi* madurado durante diferentes días.

Método de Maduración	Purga ± D.E. ^Ψ %		
	Día 12	Día 15	Día 18
Seca	34.12 ± 4.65 ^b	34.65 ± 6.02 ^{ab}	37.51 ± 1.39 ^a
Húmeda	3.78 ± 1.53 ^c	3.78 ± 1.62 ^c	3.62 ± 2.12 ^c
Coefficiente de Variación %	13.19		

^Ψ Media ± desviación estándar.

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

En una investigación donde se maduró lomo por 14 días la pérdida de peso entre los métodos en seco y al vacío con una bolsa plástica altamente permeable al vapor no presentaron diferencias, ya que ambas estuvieron alrededor de 6.4% (Ahnström *et al.* 2006). En otro estudio se comparó las pérdidas de peso entre carnes maduras al vacío, en seco y utilizando una bolsa especial cuyos resultados demostraron que la carne madurada al vacío obtuvo una pérdida de 2.9% en comparación con 15.6 y 13.4% de los otros métodos respectivamente (Dikeman *et al.* 2013). Según investigaciones se obtuvo que la maduración seca por 14 días provoca la pérdida de 5% del peso de la canal y después de 21 días de maduración esta pérdida se eleva al 10% (Dashdorj *et al.* 2016).

Claramente se puede notar que los porcentajes de pérdida de peso por maduración seca en este estudio son superiores a otras investigaciones. Esto se puede atribuir a varios factores como el flujo de aire y presencia de tejido que recubre el músculo.

La principal desventaja de la maduración seca es la pérdida de peso provocada por el descenso del contenido de agua durante la maduración y por la desecación y decoloración de la parte externa del corte que tiene que ser removida (Matthews 2010). Numerosos estudios muestran que en la maduración húmeda la pérdida de peso es menor. Esto puede verificarse con la medición de contenido de agua en la que muestras maduras en seco presentaron menor contenido de agua que las muestras maduras al vacío (Li *et al.* 2013). Los resultados de pérdida del presente estudio indican que el rendimiento del método al vacío es superior y concuerda con la literatura en la que se demuestra que el rendimiento es mayor que aquellas muestras maduras en seco (Ulbrich 2010).

Pérdida por cocción. La pérdida por cocción del método seco se mantuvo sin variación a lo largo del tiempo con valores entre 14.83 y 16.79%. El porcentaje de pérdida del tratamiento H12 es estadísticamente igual al H15 y éstos a su vez son iguales a los tratamientos S12 y S1. El tratamiento H18 alcanzó un valor de 27.94% de pérdida siendo distinto de H12 Y H15 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de pérdida por cocción de *Longissimus dorsi* madurado en diferentes días de maduración.

Método de Maduración	Pérdida por cocción $\pm$ D.E ^Ψ %			
	Día 0	Día 12	Día 15	Día 18
Seca	21.13 $\pm$ 4.14 ^b	14.83 $\pm$ 4.34 ^c	16.19 $\pm$ 2.36 ^c	16.79 $\pm$ 3.87 ^c
Húmeda	21.13 $\pm$ 4.14 ^b	19.24 $\pm$ 2.74 ^c	22.29 $\pm$ 1.34 ^b	27.94 $\pm$ 3.40 ^a
Coefficiente de Variación %	14.94			

^Ψ Media $\pm$ desviación estándar.

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

Los resultados de este estudio coinciden con una investigación en la que se encontró que al madurar 14 días el músculo *Gluteus medius* la pérdida por cocción fue significativamente menor en la maduración seca que en la húmeda (Li *et al.* 2013).

Por otro lado, nuestros resultados no concuerdan con un estudio que comparó dos métodos de maduración por 14 y 21 días, en el que se encontró que la pérdida por cocción no fue diferente entre los tratamientos. Este indicador estuvo en un rango de 22.7 a 23.7% (Ahnström *et al.* 2006). Esta diferencia de resultados se atribuye a que se compararon cortes madurados en seco y cortes empacados con una bolsa altamente permeable al vapor de agua asemejándose a la maduración en seco.

Color. Los valores de L de las medidas en el tiempo del método seco fueron significativamente iguales. El valor de L de los días 15 y 18 del tratamiento húmedo fueron mayores que del tratamiento en seco de los mismos días (Cuadro 5).

Con esto se puede apreciar que en la maduración húmeda el valor L aumentó con el tiempo. Estos resultados coinciden con una investigación en la que se maduró *Longissimus thoracis* al vacío por 1, 2, 3, 7 y 14 días mostrando que el valor de L aumentó mientras que los valores de a y b no cambiaron (Lee *et al.* 1996).

Sin embargo, en la literatura los resultados para los parámetros de color varían grandemente. En el estudio en el que se maduró *Gluteus medius* por 14 días no se encontraron diferencias entre las muestras maduradas al vacío y en seco (Li *et al.* 2013).

Sin embargo, en la literatura los resultados para los parámetros de color varían grandemente. En el estudio en el que se maduró *Gluteus medius* por 14 días no se encontraron diferencias entre las muestras maduradas al vacío y en seco (Li *et al.* 2013).

Cuadro 5. Valores del parámetro L de color en *Longissimus dorsi* madurado durante distintos días.

Método de Maduración	L ± D.E. ^Ψ			
	Día 0	Día 12	Día 15	Día 18
Seca	33.61 ± 0.10 ^{ab}	20.83±0.33 ^c	26.08±2.58 ^{bc}	29.02±5.36 ^{bc}
Húmeda	33.61 ± 0.10 ^{ab}	29.27±1.03 ^{bc}	34.25±1.55 ^{ab}	39.65±9.23 ^a
Coefficiente de Variación %	13.74			

^Ψ Media ± desviación estándar.

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

Los valores de a en el presente estudio mostraron un aumento significativo con el pasar del tiempo (cuadro 6). En otro estudio los valores de a fueron más altos en las carnes maduradas al vacío por 14 días en comparación con el control sin maduración lo que significa que el

color rojo fue más intenso en los tratamientos con maduración seco. El valor b (amarillo) también se incrementó con la maduración. Se encontró también que el valor L aumentó (Dunne *et al.* 2010). En el presente estudio el valor b de color no mostró cambios a través del tiempo (Cuadro 7).

Cuadro 6. Valores del parámetro a de color en *Longissimus dorsi* madurado durante distintos días.

Método de Maduración	a ± D.E. ^Ψ			
	Día 0	Día 12	Día 15	Día 18
Seca	26.97 ± 0.6 ^b	26.94 ± 0.07 ^b	26.94 ± 1.02 ^b	30.87 ± 1.36 ^a
Húmeda	26.97 ± 0.6 ^b	28.42 ± 1.12 ^{ab}	27.79 ± 1.50 ^b	28.21 ± 0.81 ^{ab}
Coefficiente de Variación %	4.22			

^Ψ Media ± desviación estándar.

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

Cuadro 7. Valores del parámetro b de color en *Longissimus dorsi* madurado durante distintos días.

Método de Maduración	b ± D.E. ^Ψ			
	Día 0	Día 12	Día 15	Día 18
Seca ^{NS}	6.56 ± 1.17	7.84 ± 0.78	8.54 ± 0.39	7.90 ± 0.48
Húmeda ^{NS}	6.56 ± 1.17	8.28 ± 0.21	7.82 ± 0.64	6.66 ± 0.99
Coefficiente de Variación %	13.14			

^Ψ Media ± desviación estándar.

^{NS} No significativo entre tratamientos (P>0.05).

Otra investigación no reportó diferencias en L en la maduración de canales por 1, 2 y 3 semanas en cuartos fríos. El valor a en la semana 1 es significativamente menor (19.1) en comparación con las semanas 2 y 3 (23.2 y 23.4 respectivamente). Situación similar mostró el valor b que en la primera semana de maduración tuvo un valor de 18 y en las siguientes semanas subió a 21.4 y 21.8 (Ismail *et al.* 2008). Los resultados del análisis de color de este estudio concuerdan completamente con lo encontrado.

Las variaciones en el color de la carne son atribuidas a factores como el pH de la carne, la disponibilidad de oxígeno y el empaque usado. Otros estudios afirma que la desestabilización del color es atribuido al tiempo de almacenamiento (Efren y Moreno 2010).

Análisis microbiológicos. Desde el comienzo de la maduración se muestran conteos bajos de BMA y de CT para ambos tratamientos indicando que éstos se encuentran en iguales condiciones microbiológicas iniciales, además de ser un indicador de la inocuidad en la Planta de Cárnicos de Zamorano (Cuadro 8). Sin embargo, se aprecia un aumento considerable en los conteos de BMA y CT

Cuadro 8. Conteos de Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes totales de dos métodos de maduración en *Longissimus dorsi*.

Método de maduración	CT ^β log 10 UFC/g		BMA ^ψ log 10 UFC/g	
	Día 0	Día 18	Día 0	Día 18
Seca	2.57 ± 0.14 ^c	4.86 ± 0.78 ^a	3.35 ± 0.34 ^y	5.25 ± 0.33 ^z
Húmeda	2.57 ± 0.14 ^c	3.96 ± 0.25 ^b	3.35 ± 0.34 ^y	5.05 ± 0.20 ^z
Coefficiente de Variación %	12.84		6.53	

^β Coliformes totales ± desviación estándar.

^ψ Bacterias Mesófilas Aerobias ± desviación estándar.

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

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

Aunque al final de los tratamientos se obtuvieron conteos elevados, estos no se consideran dentro de los límites por la Norma Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002 de productos cárnicos procesados. Según esta norma actualmente vigente el único límite microbiológico a considerarse para carne cruda es *Salmonella* spp. que debe estar ausente en 25 g de muestra. Según el Reglamento Técnico Centroamericano para el Subgrupo 8.3 de productos cárnicos crudos los parámetros microbiológicos que se deben cumplir son *Salmonella* spp y *Escherichia coli*. Sus límites son ausencia en 25 g y <10 UFC/g respectivamente. Según el Comité de Estándares de la Carne del Agricultural and Resource Management Council of Australia and New Zealand ARMCANZ hay niveles microbiológicos para la carne fresca en las que se considera de una categoría excelente si el conteo de BMA es <1000 UFC/g, una categoría buena si está en el rango de 1000 a 10,000 UFC/g y es aceptable si el rango va de 10,000 a 100,000 UFC/g (CSIRO 2003).

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras junto con el Laboratorio Nacional de Análisis de Residuos LANAR los límites de CT y BMA para carne congelada son 1,000 y 5'000,000 UFC/g respectivamente. De acuerdo a estos límites, la carne obtenida del presente estudio de maduración no cumpliría los requisitos microbiológicos. Sin embargo, la revisión de literatura proporciona una visión más amplia de este aspecto.

Los microorganismos coliformes y mesófilos aerobios son indicadores de la inocuidad de la carne. Además, los coliformes si pueden crecer a menos de 5 °C (CSIRO, 2002). Por otro lado, el número elevado de BMA en la carne madurada en seco se debe a la presencia de oxígeno y 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 los 100-500 millones UFC/cm². En un estudio se evaluó la carga microbiana de lomos madurados en seco y se encontró que el conteo de BMA en la costra se encontraba entre 120 y 645'000,000 UFC/cm² mientras que en la carne sin la costra los conteos fueron de 160 a 89'000,000 UFC/cm². Existió un gran número de pseudomonas (50,000 UFC/cm²), bacterias ácido lácticas (5,000 UFC/cm²) y levaduras. A pesar de la gran carga microbiana en este estudio no se encontraron niveles detectables de *E.coli*, *Listeria* spp y *L. monocytogenes* (Gullahally 2016). Al igual que en la investigación anterior se puede evidenciar que la calidad microbiológica de la carne madurada en seco es muy variable por lo que se requiere identificar los factores que ocasionan estas variaciones.

También se encontró que en un estudio en el que se compararon los métodos de maduración los conteos de BMA y BAL de maduración húmeda fueron significativamente mayores que los de maduración seca (Ulbrich 2010). Según literatura, en carne empacada al vacío la población bacteriana está constituida principalmente de bacterias ácido lácticas que permanecerán si el pH está debajo de 5.8, la temperatura menor a 4 °C y hay una atmósfera baja en oxígeno (CSIRO, 2002); en este caso, el conteo de BMA no es muy útil ya que si hay un conteo de 10 millones UFC/g no determina deterioro o un problema de almacenamiento. En otro estudio de maduración de carnes al vacío ocurrió un aumento de bacterias ácido lácticas con el tiempo, resultado que era esperado. Además, en este mismo estudio se asegura que el conteo de aerobios y pseudomonas fue demasiado variable para encontrar una tendencia (Campbell *et al.* 2001).

Análisis Sensorial. Los análisis de color indican que los panelistas calificaron con una puntuación de 6.44 entre “me gusta poco” y “me gusta moderadamente”, dentro de la escala hedónica del 1 al 9 siendo 1 “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”. La carne sin maduración en el parámetro de suavidad obtuvo 5.89 cercano a “me gusta poco” siendo estadísticamente diferente al tratamiento húmedo con una media de 6.44.

La muestra madurada en seco puede pertenecer a ambas calificaciones (Cuadro 9). Estos datos nos indican que los panelistas presentaron mayor aceptación por las carnes maduradas en comparación con la carne sin tratamiento. Estadísticamente los tratamientos en seco y húmedo fueron calificados con una puntuación igual en el parámetro de suavidad.

Situación similar se encontró en un estudio de comparación de la aceptación sensorial de lomos en el que no se encontraron diferencias significativas para la suavidad de las muestras maduradas en seco y húmedo, pero numéricamente los cortes madurados en húmedo fueron mejor calificados (Sitz *et al.* 2006).

Cuadro 9. Puntuaciones de varios parámetros sensoriales para *Longissimus dorsi* con maduración seca y húmeda por 18 días y sin maduración (Día 0).

Método	Parámetros $\pm$ D.E. ^Ψ					
	Color	Olor	Suavidad	Sabor	Jugosidad	Aceptación General
Seca	6.05 $\pm$ 1.57 ^{ab}	5.83 $\pm$ 1.44 ^{ab}	6.35 $\pm$ 1.81 ^{ab}	5.60 $\pm$ 1.72 ^a	5.56 $\pm$ 1.80 ^b	5.79 $\pm$ 1.59 ^b
Húmeda	6.44 $\pm$ 1.61 ^a	6.18 $\pm$ 1.70 ^a	6.60 $\pm$ 1.57 ^a	6.00 $\pm$ 1.87 ^a	6.25 $\pm$ 1.74 ^a	6.35 $\pm$ 1.53 ^a
Control	5.89 $\pm$ 1.22 ^b	5.69 $\pm$ 1.30 ^b	5.77 $\pm$ 1.67 ^b	5.63 $\pm$ 1.56 ^a	6.01 $\pm$ 1.42 ^{ab}	5.77 $\pm$ 1.28 ^b
CV %	20.92	20.74	25.41	28.10	25.44	20.99

^Ψ Media $\pm$ desviación estándar.

^{ab} Medias con letras iguales en la misma columna no son significativamente diferentes (P>0.05).

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

El parámetro de suavidad no coincide con otro estudio en el que panelistas no entrenados consideraron que la carne con maduración seca es más suave y jugosa que la carne madurada al vacío (Campbell *et al.* 2001). En otro estudio que utilizó bolsas de maduración seca (Tublin® 10) los panelistas prefirieron la carne madurada en seco que la carne empacada al vacío con bolsas (Cryovac® BB6050) (Li *et al.* 2013). Otra investigación encontró diferencias significativas para los parámetros de jugosidad, suavidad y sabor entre los dos tipos de maduración (Laster *et al.* 2008).

Se puede apreciar con estos datos que según los panelistas la muestra más suave fue la del tratamiento con maduración húmeda que es contrario a lo encontrado en los análisis de fuerza de corte, en los que al día 18 la maduración seca fue la de mayor suavidad. Estudios realizados entre la suavidad y jugosidad indicadas por panelistas muestran que la percepción de un atributo puede inducir la percepción de otro. Si la muestra es más jugosa existe una disminución en la fuerza requerida para masticar, lo que influencia en la percepción de suavidad (Zimoch y Gullett 1997). La maduración húmeda fue considerada como la de mayor jugosidad con un valor de 6.25 en comparación con el de maduración seca que fue calificado con 5.56. El control sin maduración obtuvo un puntaje que puede categorizarse en ambas calificaciones.

En cuanto al sabor, los panelistas calificaron por igual los tratamientos asignando puntajes entre 5.60 y 6.00. Se considera que los cortes madurados al vacío no provocan el sabor intenso en la carne que si se logra al madurar en seco (Quezada 2013). Como se puede observar en los datos reportados anteriormente los puntajes proporcionados por los panelistas se mantienen alrededor de 5 y 6 que son considerados intermedios y relativamente bajos en la escala de aceptación. Esto puede ser atribuido a factores como la variabilidad de gustos en carne por parte de los consumidores. Otro factor decisivo es la ausencia de condimentos, sal y otros aditivos en la carne que generan cierta insatisfacción a los participantes.

Para el parámetro de aceptación general la muestra húmeda fue la de mayor calificación siendo evidentemente diferente de los demás tratamientos. Estos resultados no coinciden con la igualdad en aceptación general para muestras de lomo maduradas en seco y húmedo (Sitz *et al.* 2006).

Estudios similares muestran que un 39.2% de los panelistas prefirieron la carne con maduración húmeda, un 29.3% prefirió la carne madurada en seco y el 31.5% no tuvo preferencia (Sitz *et al.* 2006). Estos datos concuerdan con el presente estudio en el que se encontró que el 44.3% de los panelistas indicó que prefiere la muestra de maduración húmeda, seguida del 31.6% que prefiere la carne sin maduración y el 24.01% indicó que su muestra preferida fue la carne madurada en seco.

4. CONCLUSIONES

- La maduración en seco al igual que la maduración húmeda disminuyeron la fuerza de corte de *Longissimus dorsi* de 37 N de fuerza inicial a 26 N con un tiempo de maduración de 12 días.
- La maduración seca presentó mayor pérdida de peso por maduración que la maduración húmeda. En cuanto a la pérdida por cocción la maduración seca presentó mayor rendimiento.
- La maduración húmeda mostró cambios en la luminosidad mientras que la maduración seca mostró tonalidades rojas intensas.
- El método de maduración no afecta el crecimiento de las bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales.
- La carne con maduración húmeda por 18 días es más aceptada y preferida sensorialmente por los panelistas en comparación con la maduración seca.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio con tiempos menores a 12 días de maduración para determinar si es posible alcanzar una suavidad aceptable.
- Hacer estudios en maduración seca con recubrimientos comestibles.
- Realizar análisis de Índice de Fragmentación Miofibrilar (MFI) para la obtención de resultados más precisos sobre la actividad enzimática durante el proceso de maduración.
- Realizar un análisis de costos de los métodos de maduración para compararlos con carne sin maduración.
- Comparar métodos de maduración con otros métodos de mejoramiento como la inyección y el masaje.

6. LITERATURA CITADA

Ahnström ML, Seyfert M, Hunt MC, Johnson DE. 2006. Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Sci.* 73:674–679.

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.* 22:85–96.

CSIRO. 2003. Vacuum-packed meat : storage life and spoilage.

Dashdorj D, Tripathi VK, Cho S, Kim Y, Hwang I. 2016. Dry aging of beef; Review. *J. Anim. Sci. Technol.* 58:20.

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.

Dransfield E. 1994. Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. *Meat Sci.* 36:105–121.

Dunne PG, Monahan FJ, Moloney AP. 2010. A note on the effect of post-mortem maturation on colour of bovine longissimus dorsi muscle. *Irish J. Agric. Food Res.* 49:153–158.

Efren J, Moreno P. 2010. Comportamiento De Carne Bovina Madurada Empacada En Condiciones De Atmosfera Modificada Procedente De Ganado De Dos Edades. :1–55.

Franco J, Feed O, Garibotto G, Ballesteros F, Forichi E, Bentancur O, Bianchi G. 2008. Efecto de la maduración sobre la textura y calidad sensorial de la carne de vaquillonas Hereford. 28:39–44.

Gullahaly T. 2016. Evaluation of the microbiological quality of dry aged beef in Belgium. Thrid European Food Safety and Standards Conference.

Hur SJ, Park GB, Joo ST. 2008. Effect of storage temperature on meat quality of muscle with different fiber type composition from. 32:315–333.

Ismail HA, Lee EJ, Ko KY, Ahn DU. 2008. Effects of aging time and natural antioxidants on the color, lipid oxidation and volatiles of irradiated ground beef. *Meat Sci.* 80:582–591.

Jerez-timaure S, Uzcátegui-bracho N. 2008. Factores que afectan la actividad de las proteasas dependientes del calcio y su relación con el proceso de ablandamiento de la carne Factors affecting activity of the calcium-dependent proteases and their participation in the process of meat tenderization. 16:166–174.

Koohmaraie M. Sf. proteases in meat tenderness.pdf.

Koohmaraie M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Sci.* 36:93–104.

Koohmaraie M, Geesink GH. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Sci.* 74:34–43.

Laster MA, Smith RD, Nicholson KL, Nicholson JDW, Miller RK, Griffin DB, Harris KB, Savell JW. 2008. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat Sci.* 80:795–804.

Lee M, Sebranek J, Jr FCP. 1996. Accelerated Postmortem Aging of Beef Utilizing Electron- beam Irradiation and Modified Atmosphere Packaging. 61:133–136.

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.

Maltin C, Balcerzak D, Tilley R, Delday M. 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proc. Nutr. Soc.* 62:337–47.

Matthews K. 2010. Comparison of three methods of packaging for the ageing / maturation 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 Developmen. :1–23.

Novakofski J, Brewer S. 2006. The paradox of toughening during the aging of tender steaks. *J. Food Sci.* 71.

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.

Oliván C, Sierra V, García P. 2013. Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno. *Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo de SERIDA N12.* pp. 45-52.

Ouali A, Talmant A. 1990. Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles. *Meat Sci.* 28:331–348.

Pearce KL, Rosenvold K, Andersen HJ, Hopkins DL. 2011. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes - A review. *Meat Sci.* 89:111–124.

Perry N. 2012. Dry aging beef. *Int. J. Gastron. Food Sci.* 1:78–80.

Quezada I. 2013. Maduración de la carne : Mejora sustancial de la calidad.

Sitz BM, Calkins CR, Umberger WJ, Feuz DM. 2006. Consumer Acceptance and Value of Wet Aged and Dry Aged Beef Steaks. *Nebraska Beef Cattle Reports*:86–88.

Taylor RG, Geesink GH, Thompson VF, Koohmaraie M, Goll DE. 1995. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *J. Anim. Sci.* 73:1351–1367.

Ulbrich CJ. 2010. Retail shelf-life characteristics of dry-aged beef retail shelf-life characteristics of dry-aged beef.

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.

Wheeler TL, Shackelford SD, Koohmaraie M. 2005. Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement. *Nebraska*.

Zhang W. 2009. Involvement of protein degradation , calpain autolysis and protein nitrosylation in fresh meat quality during early postmortem refrigerated storage.

Zimoch J, Gullett EA. 1997. Temporal aspects of perception of juiciness and tenderness of beef. *Food Qual. Prefer.* 8:203–211.

7. ANEXOS

Anexo 1. Programa usado para la maduración de carne a 2 °C y 75% de HR por 18 días divididos en 5 fases en la Maduradora Stagionatore Modelo 1500 de Everlasting®



Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial entregada a los panelistas para prueba de aceptación y preferencia.

Evaluación Sensorial Carne Madurada de Res

Fecha:

Instrucciones

A continuación, se le presentan 3 muestras diferentes de carne de res. Por favor limpie su paladar con galleta y enjuague con agua antes y después de cada muestra. Marque con una “X” su grado de aceptación usando la siguiente escala. Al final, indique el código de la muestra preferida y deje sus comentarios.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Código de muestra: _____

	Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni 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									

Muestra preferida: _____

Comentarios:

¡Muchas Gracias!